PROTOTIPO DE APLICACIÓN MÓVIL ENFOCADO EN LA COMUNICACIÓN ENTRE OYENTES Y SORDOS, QUE INTEGRE INFORMACIÓN SOBRE EL LENGUAJE DE SEÑAS COLOMBIANO

DANIEL ENRIQUE ZAMBRANO SOLER

EDWARD MIGUEL AFANADOR ACEVEDO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS

BUCARAMANGA

2021

PROTOTIPO DE APLICACIÓN MÓVIL ENFOCADO EN LA COMUNICACIÓN ENTRE OYENTES Y SORDOS, QUE INTEGRE INFORMACIÓN SOBRE EL LENGUAJE DE SEÑAS COLOMBIANO

DANIEL ENRIQUE ZAMBRANO SOLER

EDWARD MIGUEL AFANADOR ACEVEDO

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE

INGENIERO DE SISTEMAS

DIRECTOR

LEONARDO HERNAN TALERO SARMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS

BUCARAMANGA

2021

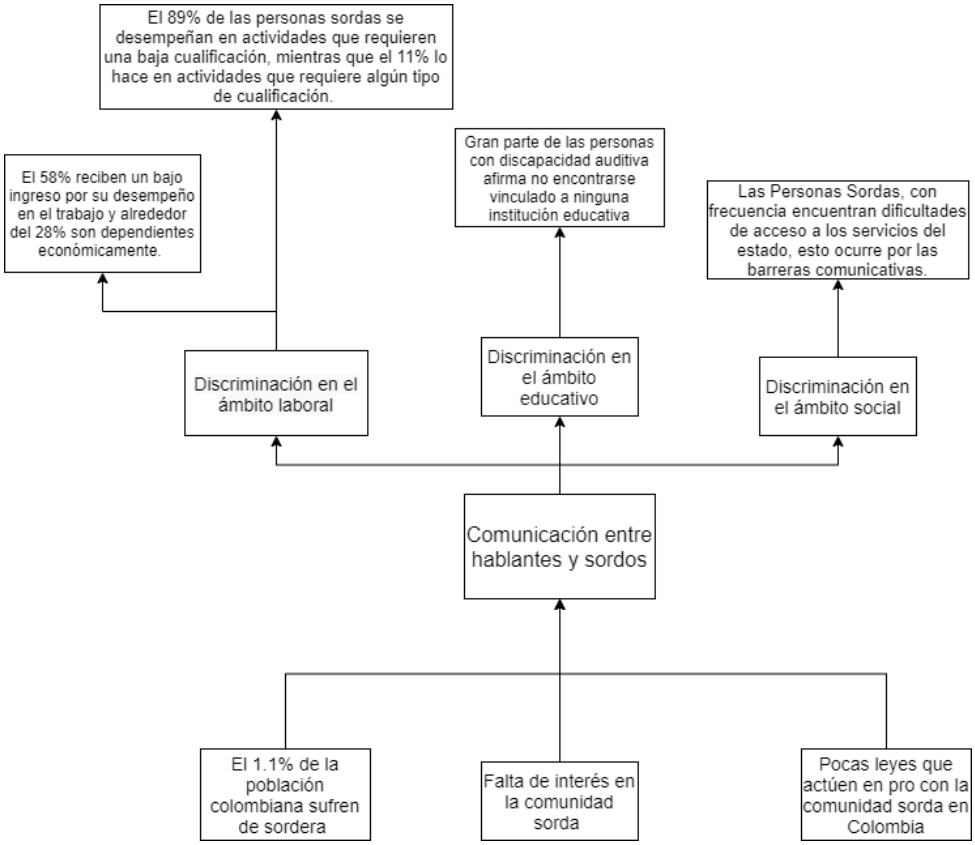
Tabla de contenido

1. Planteamiento del Problema 6
2. Objetivos 10
3. Resultados Obtenidos 11
4. Revisión de la Literatura 12
5. Estado del arte 15
6. Marco teórico 21
7. Desarrollo del proyecto 29
8. Conclusiones 65
9. Recomendaciones 66
10. Referencias 67

Tabla de figuras

1. "Figura 1: Pregunta 1 del cuestionario" 54
2. "Figura 2: Pregunta 2 del cuestionario" 55
3. "Figura 3: Pregunta 3 del cuestionario" 55
4. "Figura 4: Pregunta 4 del cuestionario" 56
5. "Figura 5: Pregunta 5 del cuestionario" 56
6. "Figura 6: Pregunta 6 del cuestionario" 57
7. "Figura 7: Pregunta 7 del cuestionario" 57
8. "Figura 8: Pregunta 8 del cuestionario" 58
9. "Figura 9: Pregunta 9 del cuestionario" 58
10. "Figura 10: Pregunta 10 del cuestionario" 59
11. "Figura 11: Tabla de datos transformados" 59

1. Planteamiento del Problema



“Sordos han existido siempre en la historia de la humanidad, en todas las latitudes, Afirma Orlanda María Agudelo Mejía” en su artículo “Los Sordos y la legislación educativa para minorías lingüísticas” [1]. “Aun así, en una sociedad que supone avances tecnológicos a pasos agigantados las barreras para la comunicación entre oyentes y Sordos siguen latentes”. “De esta manera la relación entre oyentes y sordos se ve distanciada a interacciones netamente necesarias obviando la brecha lingüística que representa la comunidad sorda como minoría” [1] .

“Según el “Plan estratégico institucional 2019-2020 INSOR” en la proyección del censo 2020 se estima que hay 560.029 personas sordas en Colombia representando así el 1,1% de la población total del país” [2]. “En aspectos como la educación gran parte de las personas con discapacidad auditiva afirma no encontrarse vinculado a ninguna institución educativa, por otra parte los estudiantes con sordera presentan dificultades para el aprendizaje y apropiación de los

conceptos” [2]; “según datos del INSOR para las pruebas saber 11 año 2017 y 2018 /adaptada y traducida en 4 áreas del conocimiento : Ciencias Naturales, Lectura crítica, Matemáticas y razonamiento cuantitativo, Sociales y competencias ciudadanas) , presentadas por jóvenes con sordera, clasificando así, siendo 1 el nivel más bajo y 4 el más alto cada una de las competencias evaluadas, se logra observar que la mayoría de estudiantes se ubican en un nivel de desempeño 1 lo que indica falencias y dificultades para responder preguntas del nivel de dificultad de estas pruebas” [2].

“Ser sordo en Colombia no solo representa dificultades para la comunicación y el aprendizaje, también lleva consigo repercusiones en ámbitos económicos, laborales y sociales” [2] . “El INSOR reporta que el 70% de personas sordas registradas en el RLCPD (registro para la localización y caracterización de personas con discapacidad) se encuentran en un nivel de pobreza o vulnerabilidad de igual manera indica que solo el 15% de las personas con discapacidad auditiva en edad productiva reporta estar vinculado laboralmente 11.198 Hombres (73,66%) y 4,005 mujeres (26,34%)” [2]. “Así mismo el 89% de las personas sordas se desempeñan en actividades que requieren una baja cualificación, mientras que el 11% lo hace en actividades que requieren algún tipo de cualificación, además el 89% de las personas sordas se desempeñan en actividades que requieren una baja cualificación, mientras que el 11% lo hace en actividades que requiere algún tipo de cualificación” [2]; “estos datos permiten apreciar las falencias en los sistemas Colombianos para la implementación de herramientas y estrategias que permitan el acceso a educación, trabajo , salud a personas sordas en Colombia” [2].

“Actualmente se está dando importancia a la problemática desde la primera infancia hasta la adolescencia gestionando herramientas y estrategias en el sistema educativo” [2]. “Según datos del INSOR a día de hoy 17 instituciones educativas son asesoradas pedagógicamente para la enseñanza a menores con estas dificultades, se estima que más de 60 contenidos educativos accesibles para esta población son producidos y divulgados por año, más de 2331 estudiantes sordos son beneficiarios de procesos de acompañamiento escolar” [2], “se estima también que más de 500 intérpretes presentan la evaluación nacional de intérpretes de lengua de señas colombiana cada año y se estima que 370 estudiantes con discapacidad auditiva presentan la Prueba saber 11 adaptada y traducida en 4 áreas de conocimiento por año”. [3]

“En 2012 la Universidad ECCI (sede Bogotá) inicia un proceso de inclusión educativa dirigido a la población sorda. La iniciativa ha beneficiado a estudiantes sordos interesados en acceder a educación técnica y profesional en carreras universitarias como: Ingeniería de Sistemas, Mercadeo y Publicidad, Diseño de Modas y Gastronomía” [3]. “Aunque la educación es un derecho para todos los ciudadanos, las personas con discapacidad auditiva encuentran barreras para acceder a este derecho” [3]. “El sistema educativo es diverso y requiere de modelos educativos pertinentes que, desde un enfoque diferencial, facilite el acceso educativo a todos los grupos sociales. Respondiendo a esta necesidad, la Universidad ECCI emprende en 2012 un proyecto para fortalecer su política institucional de inclusión a estudiantes con discapacidad auditiva, como una apuesta por una educación incluyente” [3].

“En el primer semestre de 2017, la Universidad matriculó a 68 estudiantes sordos en los programas de Ingeniería de Sistemas, Automatización y Robótica, Gastronomía, Diseño de Modas y Mercadeo y Publicidad. El rango de edad de los estudiantes sordos está entre los 18 y 48 años y provienen de los estratos 1, 2 y 3”. [2]

“El 98% de las universidades privadas en Colombia no tienen contemplado dentro de sus políticas internas la admisión de estudiantes sordos y, por lo tanto, la contratación de intérpretes de lengua de señas, así que, cuando un sordo es admitido en una universidad privada debe asumir además del costo normal del semestre académico” [3], “el costo de su intérprete de lengua de señas, que fácilmente equivale al valor de otro semestre, todo porque estas instituciones se excusan en que el derecho al acceso a la educación superior de una persona con discapacidad auditiva está cubierto con otorgarles la admisión y por lo tanto, hasta ahí llega su papel, lo que es totalmente falso, porque el derecho se está garantizando a medias, dándole una carga económica adicional al estudiante sordo” [3].

“De modo que, son un 5% de los sordos con bachillerato culminado que pueden acceder a la educación superior”, “porque los demás no tienen cómo pagarlo, así que, parece que el derecho de acceso a la educación superior de los sordos en Colombia es un derecho para la clase alta y el estado no hace absolutamente nada para que eso cambie, pero si habla de inclusión en un país donde es lo último en la lista”. [4]

“La lengua de señas colombiana es la lengua utilizada por la comunidad sorda de nuestro país. Fue reconocida oficialmente en el año 1996, durante el gobierno del Dr. Ernesto Samper Pizano, mediante la Ley 324” [5]. “El artículo 2 reza así: "El Estado colombiano reconoce la lengua de señas como propia de la comunidad sorda del país" [5]. Esta lengua se caracteriza por ser visual y corporal, es decir la comunicación se establece con el cuerpo en un espacio determinado”. [5]

“Desde 1984 la comunidad sorda colombiana empezó a preocuparse por el estudio, divulgación y enseñanza de la lengua, al igual que de la situación del sordo en el medio” [5]. “Con el tiempo se fue configurando un grupo de investigación en torno a lo que inicialmente se llamó, desde la perspectiva de la comunidad sorda, el lenguaje manual colombiano, denominación que privilegiaba el papel de las manos en la comunicación” [5]. “Resultado de esas primeras aproximaciones y de la labor de enseñanza de la lengua, fueron las cartillas realizadas por la Federación Nacional de Sordos de Colombia (Fenascol). Precisamente el Curso básico o primer nivel se denomina Lenguaje Manual Colombiano, publicación de 1993” [5].

“Este interés por el estudio de la lengua se fue extendiendo hacia otras instancias, como las universidades, que se vincularon con gran interés a este propósito” [6]. “La cualificación en las investigaciones y el trabajo en equipo con otras entidades e instituciones fortalecieron el estudio de la lengua y las apreciaciones sobre la misma” [6]

“Luego, como resultado de un trabajo interinstitucional entre el INSOR (Instituto Nacional para Sordos) y el Instituto Caro y Cuervo, también con la colaboración de Fenascol, se publica el Diccionario Básico de la lengua de señas colombiana. Sin duda este texto del 2006 ha sido una fundamental contribución al estudio de la lingüística de la lengua de señas en Colombia”. [6]

“A lo largo de los años, se ha visto una gran brecha entre oyentes y Sordos en términos de discriminación en el ámbito laboral, educativo y social, al ver estas discriminaciones queremos ayudar a esta comunidad brindándoles un canal de comunicación en donde oyentes y Sordos se puedan entender mutuamente y así se logre disminuir estas brechas y discriminaciones”.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Desarrollar un prototipo de aplicación móvil enfocado en la comunicación entre oyentes y sordos mediante la generación de texto y voz, que integre información sobre el lenguaje de señas colombiano

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las particularidades del lenguaje de señas colombiano mediante una revisión en fuentes secundarias
- Diseñar la arquitectura de software del traductor de texto a voz y voz a texto a partir de la integración de API's.
- Construir un prototipo de aplicación móvil funcional implementando los diseños propuestos anteriormente
- Evaluar la usabilidad del prototipo de aplicación móvil mediante el System Usability Scale (SUS)

3. Resultados Obtenidos

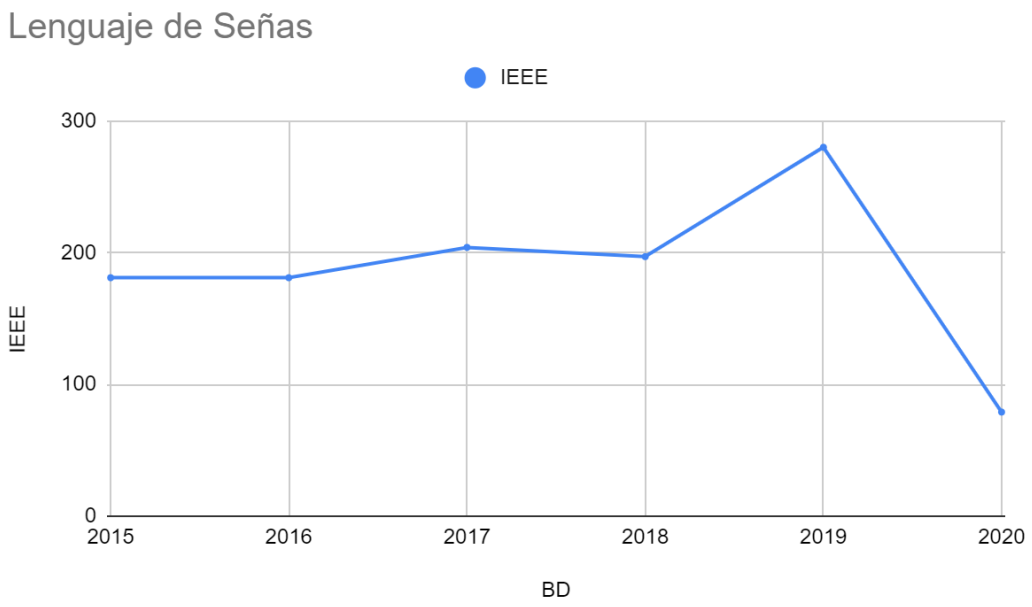
Objetivos Específicos	Resultados Obtenidos
Caracterizar las particularidades del lenguaje de señas colombiano mediante una revisión en fuentes secundarias	Documento de caracterización del lenguaje de señas colombiano
Diseñar la arquitectura de software del traductor de texto a voz y voz a texto a partir de la integración de API's.	Documento de requerimientos
	Especificación de casos de uso
Construir un prototipo de aplicación móvil funcional implementando los diseños propuestos anteriormente	Base de datos del prototipo de aplicación móvil del lenguaje de señas
	Código fuente del prototipo de aplicación móvil
Evaluar la usabilidad del prototipo de aplicación móvil mediante el System Usability Scale (SUS)	Informe de usabilidad

4. Revisión de la Literatura

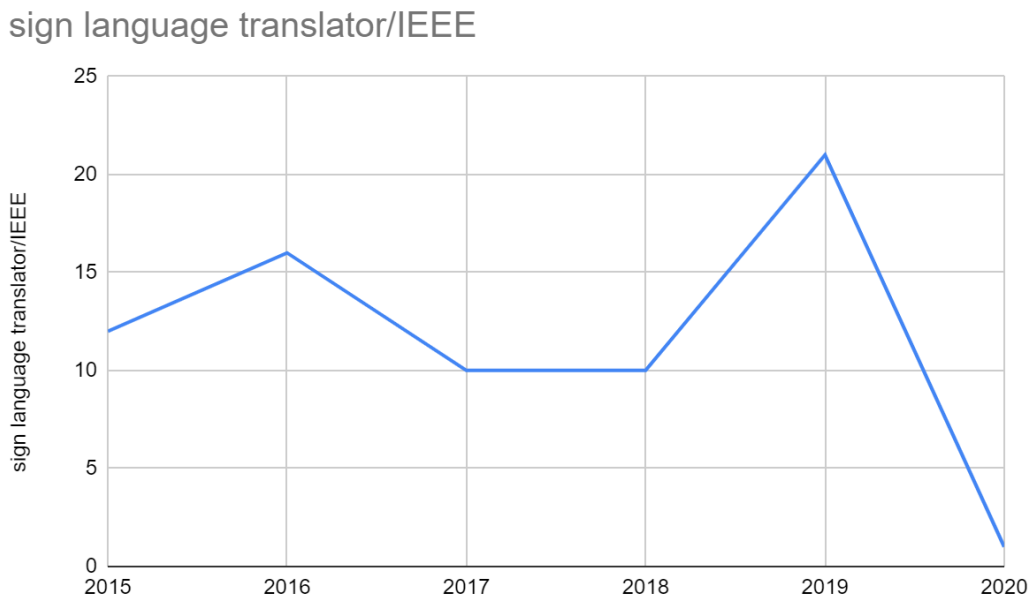
Para la revisión de la literatura se determinaron 6 palabras clave, posteriormente se hizo una búsqueda de estas en la base de datos de IEEE para observar su comportamiento

Palabra Clave	**Especificaciones de búsqueda (ingles)**	**BD**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Lenguaje de Señas	Lenguaje de Señas (Colombiano) sign language	IEEE	181	181	204	197	280	79
Sordos	Deaf people / deaf persons / deaf-mute	IEEE	55	46	55	49	77	24
Traductor	sign language translator	IEEE	12	16	10	10	21	1
Inteligencia artificial	artificial intelligence + sign language	IEEE	15	19	40	54	87	31
voz a texto	Voice to text	IEEE	112	128	136	143	178	76
texto a imagen	sign language text to image	IEEE	11	20	22	16	25	11

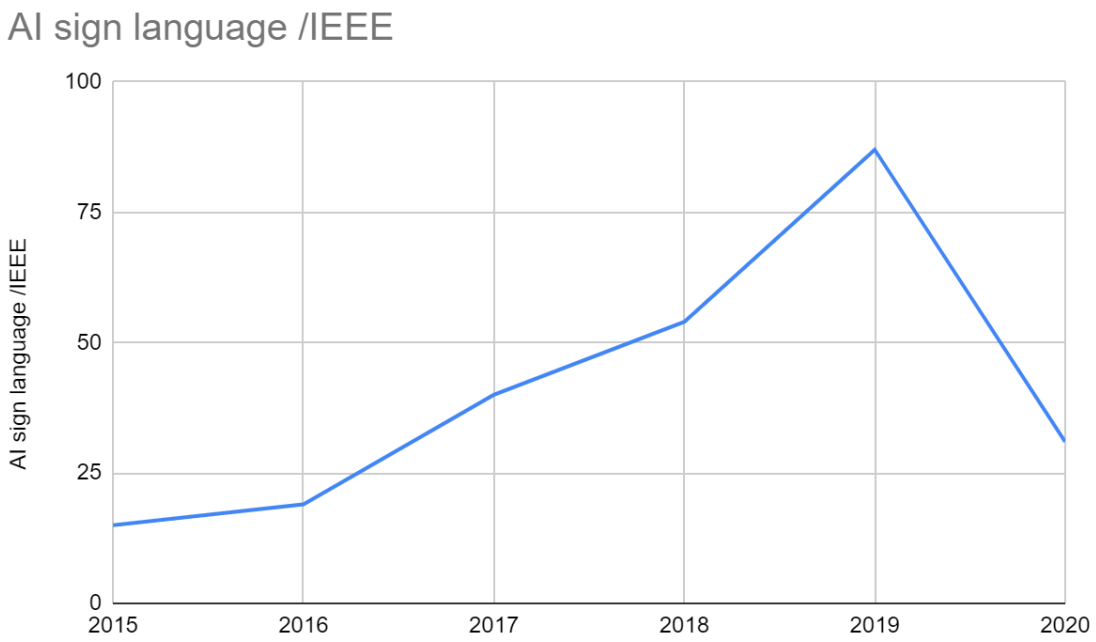
A continuación, presentamos los resultados de comportamiento de los últimos 5 años, posteriormente seleccionamos las 3 palabras claves que tienen mayor influencia en el desarrollo de nuestro proyecto:



Respecto al grafico de lenguaje de señas se logra observar un incremento de su investigación o búsqueda en el año 2019 y decrece en el 2020 ya que aún no finaliza este año



De acuerdo con el grafico de traductor de lenguaje de señas, se logra observar que entre los años 2017 y 2018 su promedio de búsqueda es parejo y que en el año 2019 tiene un gran incremento a comparación de los años anteriores.



Con base al grafico de lenguaje de señas con inteligencia artificial, se observa un incremento exponencial desde el año 2017 hasta el año 2019 donde se ve un gran incremento en su número de búsquedas.

Durante el análisis bibliográfico, identificamos las palabras clave por las que filtraríamos más adelante los artículos y documentos para la elaboración de este trabajo, las búsquedas que realizamos están dadas en un intervalo de tiempo que inicia en el año 2015 y culmina en el año en curso 2020, siendo el 2020 el año con menor cantidad de archivos disponibles debido a debido a los problemas que se generaron en una escala mundial. Gracias a esto logramos definir las palabras claves más relevantes para nuestro proyecto las cuales son: Lenguaje de señas, Traductor de lenguaje de señas e Inteligencia artificial. Escogimos estas 3 palabras ya que nos parecen muy importantes en cuanto a lo que vamos a hablar del proyecto y que además hay artículos que encontramos con estas palabras que nos pueden servir como una gran guía para que lo que queremos llegar a hacer con nuestro proyecto.

5. Estado del arte

Traductor lenguaje de señas:

AI-Enabled Real-Time Sign Language Translator

“Es una aplicación para Android que interpreta el lenguaje de señas americano al inglés utilizando una red neuronal convolucional con el objetivo de proporcionar traducción en tiempo real para facilitar una comunicación fluida. Aunque existe una aplicación de traducción basada en computadora para el reconocimiento del lenguaje de señas, la disponibilidad de tales aplicaciones en una plataforma Android es relativamente escasa. El traductor de lenguaje de señas propuesto encuentra su aplicabilidad en aplicaciones controladas por gestos como la interacción persona-computadora, proporcionando acción de control para varios electrodomésticos y aparatos electrónicos que se activan mediante gestos cuando se dan como entrada”. [7]

Este artículo nos aporta la interacción persona-computadora en tiempo real no sólo interpretando mediante una aplicación, sino que también permitiendo controlar electrodomésticos y otros aparatos que usamos día a día

Communication Interface for Deaf-Mute People using Microsoft Kinect

“El sensor Kinect es el primero de su tipo; Se utiliza en una cámara de gran escala y profundidad. Es un dispositivo que se puede ver en 3Dimensiones. Microsoft hizo el dispositivo principalmente como un controlador de juegos y es operado por el propio software de la compañía para analizar sus datos 3D, incluyendo el cálculo propietario para, análisis de escenas, seguimiento de características, seguimiento de movimiento, reconocimiento de gestos y seguimiento esquelético. La eficacia del trabajo se realiza en Matlab y se verifica mediante Kinect. Kinect usando Matlab es una buena solución para convertir el lenguaje de señas al lenguaje hablado y esta es la base de este documento que se describe aquí en detalle”. [8]

Aquí se habla sobre convertir el lenguaje de señas al lenguaje hablado por medio de una cámara de gran escala y profundidad que analiza el seguimiento de movimiento, reconocimiento de gestos, entre otros

A translator for American sign language to text and speech

“Este artículo propuso un sistema que puede detectar automáticamente signos estáticos de la mano de alfabetos en el lenguaje de señas americano (ASL). Para ello, adoptamos los dos conceptos combinados AdaBoost y Haar-como clasificadores. En este trabajo, para aumentar la precisión del sistema, utilizamos una enorme base de datos para el proceso de entrenamiento, y genera resultados impresionantes. El traductor fue implementado y entrenado utilizando un conjunto de datos de 28000 muestras de imágenes de signos de mano, 1000 imágenes para cada signo de mano de imágenes de entrenamiento positivo en diferentes escalas, iluminación y el conjunto de datos de 11100 muestras de imágenes negativas”. [9]

Este es un gran artículo que nos aporta lo que es el machine learning al entrenar a la máquina con una enorme base de datos en el cual implementan 28000 muestras de signos de manos, 1000 imágenes para cada signo de mano, las diferentes escalas, la iluminación, y todos los signos que se hacían con las manos

Sign language translator for mobile platforms

“Aplicación para Android que convierte el lenguaje de señas al lenguaje natural y permite a la comunidad sorda hablar a través de teléfonos móviles. El desarrollo de métodos de reconocimiento de signos para aplicaciones móviles tiene desafíos como la necesidad de un método ligero con menos uso de CPU y memoria. La aplicación captura la imagen mediante el proceso de la cámara del dispositivo y determina el gesto correspondiente”. [10]

Este artículo nos hace un gran aporte ya que se habla de utilizar la cámara del celular como dispositivo de reconocimiento de signos para así capturarlos, guardarlos y después determinar el tipo de gesto correspondiente

Lenguaje de señas:

Application design sign language colombian for mobile devices VLSCApp (Voice Colombian sign language app)

“Diseño de una aplicación para el lenguaje colombiano montado para dispositivos móviles donde el reconocimiento de voz para los oyentes que quieran conocer el lenguaje de señas y el reconocimiento del lenguaje escrito para sus respectivos integra la traducción de la representación 3D de la carta solicitada en Lengua de Signos Colombiana con el fin de fortalecer el modelo bilingüe bicultural de la comunidad sorda con la comunidad auditiva”. [11]

Este artículo aporta sobre el lenguaje de señas colombiano y de su reconocimiento de voz para los oyentes y de los no oyentes mediante reconocimiento de lenguaje escrito

Automatic method for Recognition of Colombian Sign Language for vowels and numbers from zero to five by using SVM and KNN

“En este trabajo se presenta una técnica para la clasificación de imágenes y reconocimiento de vocales y números del 0 al 5 de la Lengua de Señas Colombiana (CSL). Este trabajo consta de seis etapas: construcción del conjunto de datos, procesamiento previo, extracción de características, muestreo, clasificación y reporte de resultados. La etapa de clasificación se realiza utilizando Support Vector Machines (SVM) con Kernel RBF y K-Nerther Neighbor (KNN)”. [12]

Este trabajo aporta sobre el uso del lenguaje de señas colombiano y el uso de machine learning para el reconocimiento de imágenes correspondientes a números y vocales del lenguaje de señas colombiano

Inteligencia Artificial:

AI at the Edge for Sign Language Learning Support

“Este artículo describe un método para el reconocimiento del alfabeto ASL usando Redes Neuronales Convolucionales (CNN), que permite monitorear el progreso de aprendizaje del usuario. El reconocimiento del alfabeto del lenguaje de señas americano (ASL) por visión computarizada es una tarea difícil debido a la complejidad en los signos de ASL, las altas similitudes entre clase, las grandes variaciones intraclases y las oclusiones constantes. Producimos un modelo robusto que clasifica las letras correctamente en la mayoría de los casos”. [13]

Este artículo habla sobre el reconocimiento del alfabeto de lenguaje de señas mediante redes neuronales convolucionales que clasifica correctamente cada signo con la letra correspondiente

Texto a imagen

Research of a Sign Language Translation System Based on Deep Learning

“Se estudia la localización manual y el reconocimiento del lenguaje de señas del lenguaje de señas común basado en la red neuronal, se habla de reconocimiento de vídeos y además se habla de la combinación de localización manual, la red de extracción de características 3D CNN y la codificación y decodificación LSTM para construir el algoritmo de reconocimiento”. [14]

Este artículo trabaja el reconocimiento del lenguaje de señas mediante videos para traducirlos a texto mediante el uso de deep learning.

Web Service framework to translate text into sign language

“Esta investigación presenta un nuevo marco utilizando servicios web para traducir texto a un GIF animado de lenguaje de señas. Cuando los usuarios entran en una oración, el servicio web analizará la frase utilizando las palabras más largas de un

diccionario, luego produce una serie de imágenes por palabra e integra todas las imágenes en un GIF animado”. [15]

Este artículo nos aporta la implementación de los servicios web para traducir un texto a un GIF animado que hace uso del lenguaje de señas esto haciendo uso del machine learning al analizar la cantidad de palabras y produciendo imágenes por palabra e integrando todo en un GIF animado

American Sign Language Recognition using Deep Learning and Computer Vision

“El objetivo de este trabajo es crear una aplicación basada en la visión que ofrezca traducción del lenguaje de señas al texto, ayudando así a la comunicación entre los firmantes y los no firmantes. El modelo propuesto toma secuencias de vídeo y extrae entidades temporales y espaciales de ellas. Luego usamos Inception, una CNN (Convolutional Neural Network) para reconocer entidades espaciales. A continuación, usamos un RNN (Red neuronal recurrente) para entrenar en características temporales. El conjunto de datos utilizado es el conjunto de datos de lenguaje de señas americano”. [16]

Este artículo utiliza el deep learning para el reconocimiento de lenguaje de señas para pasarlo a texto mediante el uso de redes neuronales convolucionales

Voz a Texto:

Translation system of voice and text to language of signs

“Este artículo describe la primera etapa de una investigación en la que el desarrollo de un sistema de traducción de texto a voz y lenguaje de signos tiene como objetivo mejorar el proceso de comunicación de personas con discapacidad auditiva con personas sin discapacidad auditiva. Es el software de aplicación para teléfonos móviles, que ha sido probado y validado por un grupo de veinte usuarios sin discapacidad auditiva e interés en aprender lengua de signos, quienes respondieron afirmativamente al funcionamiento y desempeño de la aplicación a través de una

prueba que fue diseñado según la norma ISO 9241-11, que proporciona una guía para medir la calidad de un producto de software”. [17]

Este artículo habla del desarrollo de un aplicativo para la traducción del lenguaje de señas traduciendo el texto a voz y a lenguaje de señas.

WordNet Based Sign Language Machine Translation: from English Voice to ISL Gloss

“La comunicación es a parte esencial de la vida humana. Para la persona con discapacidad auditiva y del habla, es inconveniente comunicarse con otras personas. En este documento, se propone un sistema de extremo a extremo para convertir la voz en inglés al lenguaje de señas indio (ISL) glosado (forma escrita del lenguaje de señas) que ayudará a los sordos a comunicarse con otros y viceversa. Este sistema acepta la voz en inglés como entrada y la convierte en texto mediante el reconocimiento de voz. A partir del texto en inglés reconocido, el brillo de ISL se genera utilizando la base de datos léxica denominada WordNet”. [18]

Este artículo habla de un sistema p2p para traducir de voz a texto mediante reconocimiento de voz y de texto al lenguaje de señas indu

6. Marco teórico

6.1. Visual Studio Code:

“Visual Studio Code es un editor de código fuente que permite trabajar con diversos lenguajes de programación, admite gestionar tus propios atajos de teclado y refactorizar el código. Es gratuito, de código abierto y nos proporciona una utilidad para descargar y gestionar extensiones con las que podemos personalizar y potenciar esta herramienta”. [19]

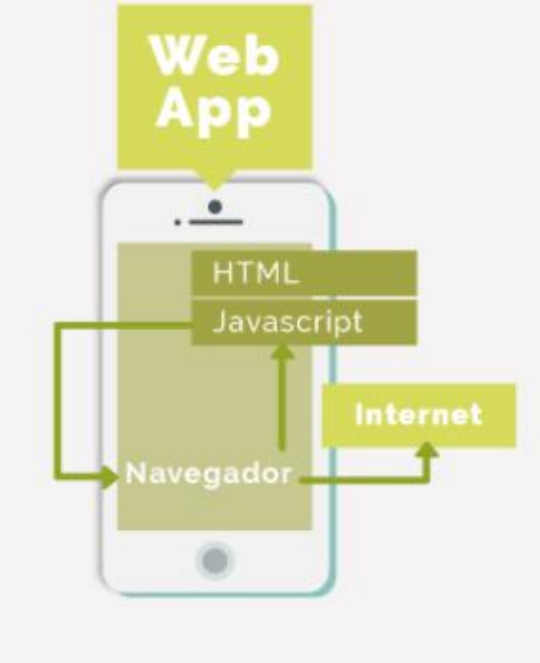
6.2. App Nativa

“Una aplicación nativa es la que se desarrolla de forma específica para un determinado sistema operativo, llamado Software Development Kit o SDK. Cada una de las plataformas, Android, iOS o Windows Phone, tienen un sistema diferente, por lo que si quieres que tu app esté disponible en todas las plataformas se deberán de crear varias apps con el lenguaje del sistema operativo seleccionado”. [20]

Fuente: “Cadenas, R. (2020). ¿Que necesito? ¿Web Apps, App Nativa o App Híbrida? - GSoft., from https://www.gsoft.es/articulos/que-necesito-web-apps-app-nativa-o-app-hibrida”

6.3. App Web

“Una aplicación web o web App es la desarrollada con lenguajes muy conocidos por los programadores, como es el HTML, JavaScript y CSS. La principal ventaja con respecto a la nativa es la posibilidad de programar independientemente del sistema operativo en el que se usará la aplicación. De esta forma se pueden ejecutar en diferentes dispositivos sin tener que crear varias aplicaciones.
Las aplicaciones web se ejecutan dentro del propio navegador web del dispositivo a través de una URL. Por ejemplo en Safari, si se trata de la plataforma iOS. El contenido se adapta a la pantalla adquiriendo un aspecto de navegación APP”. [21]



Fuente: “Cadenas, R. (2020). ¿Que necesito? ¿Web Apps, App Nativa o App Híbrida? - GSoft., from https://www.gsoft.es/articulos/que-necesito-web-apps-app-nativa-o-app-hibrida ”

6.4. Flutter:

“Flutter es un framework de código abierto desarrollado por Google para crear aplicaciones nativas de forma fácil, rápida y sencilla. Su principal ventaja radica en que genera código 100% nativo para cada plataforma, con lo que el rendimiento y la UX es totalmente idéntico a las aplicaciones nativas tradicionales”. [22]

Fuente: “”APA

6.5. Speech to Text:

“Transcribe audio de forma rápida y precisa en más de 40 idiomas y variantes. Personalice los modelos para mejorar la precisión de la terminología específica de cada dominio. Obtenga más valor del audio hablado habilitando la búsqueda o el análisis en el texto transcrito o facilitando acciones, todo ello en el lenguaje de programación que prefiera”. [23]

6.6. Text to Speech:

“Convierte texto en voz que suena natural con una API basada en las tecnologías de IA de Google. Esta tecnología es capaz de recibir un texto y reproducirlo con una voz artificial sintetizada.
Dependiendo del avance y grado de madurez de la solución de síntesis, se podrá percibir una voz metálica robotizada o una voz muy natural”. [24]

6.7. Firebase:

“Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles de Google con potentes funciones para desarrollar, gestionar y mejorar aplicaciones

La plataforma está subida en la nube y está disponible para diferentes plataformas como iOS, Android y web”. [25]

6.8. Sordos:

“Se denomina sordera o hipoacusia al déficit funcional que ocurre cuando una persona pierde capacidad auditiva en menor o mayor grado. Puede presentarse en forma unilateral, cuando afecta a un solo oído, o bilateral, cuando afecta ambos oídos. Existen diferentes tipos de sordera, entre los cuales tenemos”:

- “Sordera congénita: Este tipo de sordera, sea parcial o total, es la que se presenta desde el nacimiento, con el agravante que, en algunos casos, es detectada de forma tardía y pocas veces antes de los primeros seis meses de vida”
- “Hipoacusia conductiva: Este tipo de hipoacusia, conocido también como de transmisión, se da por una alteración en el oído externo o el oído medio que no permite que las ondas sonoras lleguen al oído interno”.
- “Hipoacusia neurosensorial: Tanto la pérdida sensorial que implica al oído interno como la pérdida neuronal relacionada con el nervio auditivo son formas de hipoacusia neurosensorial”.
  [26]

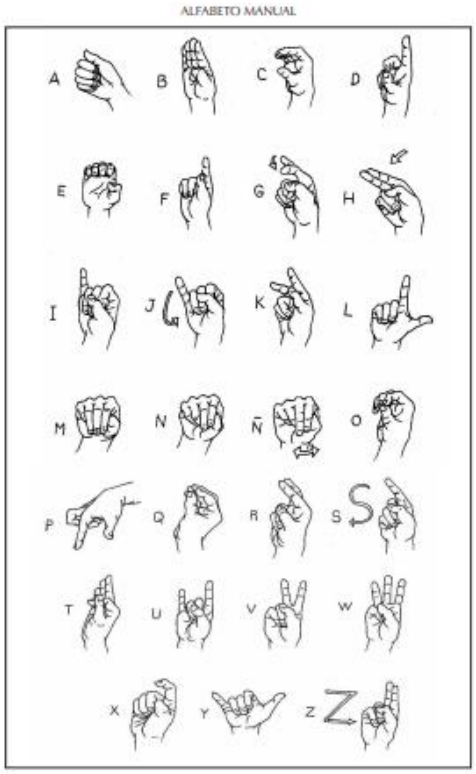
6.9. Lenguaje de señas

“Es la que se expresa en la modalidad viso-manual. Es el código cuyo medio es el visual más que el auditivo. Como cualquiera otra lengua tiene su propio vocabulario, expresiones idiomáticas, gramáticas, sintaxis diferentes del español. Los elementos de esta lengua (las señas individuales) son la configuración, la posición y la orientación de las manos en relación con el cuerpo y con el individuo, la lengua también utiliza el espacio, dirección y velocidad de movimientos, así como la

expresión facial para ayudar a transmitir el significado del mensaje, esta es una lengua viso gestual”. [5]

6.10. Lenguaje de Señas en Colombia

“La investigación sobre la lengua de señas en Colombia es casi reciente. Se inició aproximadamente hace 10 años cuando investigadores, universidades y asociaciones emprendieron algunos estudios básicos sobre aspectos para la enseñanza y el aprendizaje de la lengua de señas y otros sobre el funcionamiento lingüístico de esta. Poco a poco la descripción y estudio de la lengua de señas colombiana se han venido consolidando gracias a entidades como el Instituto Nacional para Sordos, INSOR, que con su publicación periódica El bilingüismo de los sordos y con el impulso a proyectos de investigación ha logrado que diferentes entidades, como el INSTITUTO CARO Y CUERVO y la Universidad del Valle se vinculen a estas actividades. También la Federación Nacional de Sordos, FENASCOL, ocupa un lugar destacado en este proceso”. [27]



Fuente: ‘‘Instituto Nacional para Sordos (INSOR), & Instituto Caro y Cuervo (ICC). (2006). Diccionario básico de la lengua de señas colombiana”.

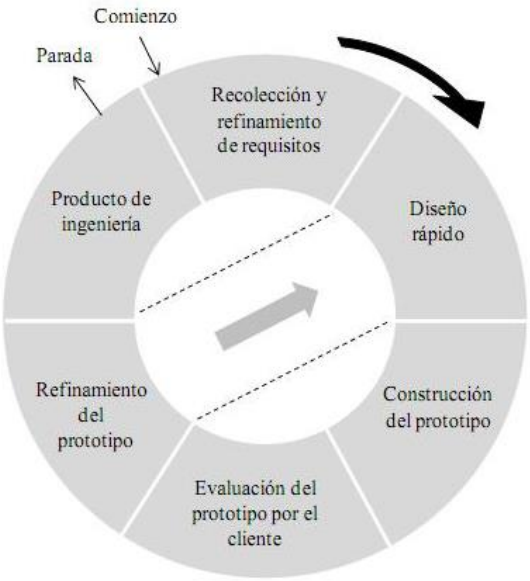
6.11. Metodologías de Desarrollo

“Es un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información. En un proyecto de desarrollo de software la metodología ayuda a definir: Quién debe hacer Qué Cuándo y Cómo debe hacerlo”.

“La metodología para el desarrollo de software es un modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito. Una metodología para el desarrollo de software comprende actividades a seguir para idear, implementar y mantener un producto de software desde que surge la necesidad del producto hasta que se cumple el objetivo por el cual fue creado”. [28]

6.12. Evolutivo

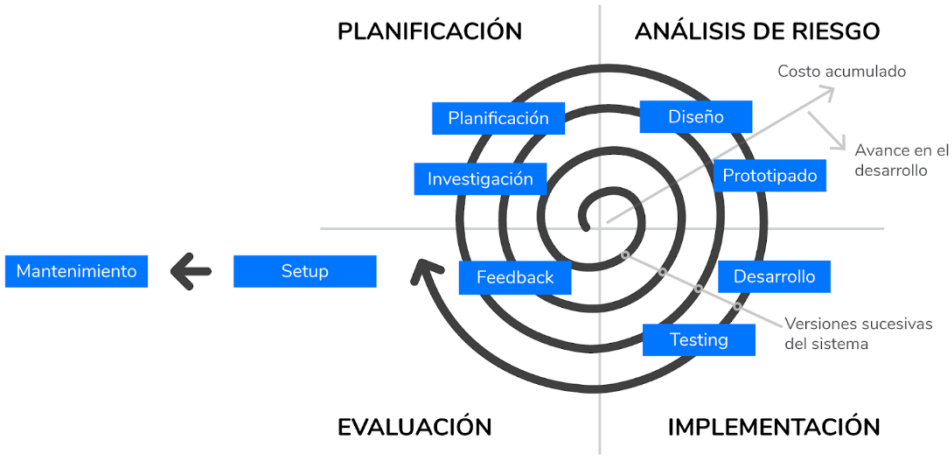
“También conocido como desarrollo con prototipación o modelo de desarrollo evolutivo, se inicia con la definición de los objetivos globales para el software, luego se identifican los requisitos conocidos y las áreas del esquema en donde es necesaria más definición. Este modelo se utiliza para dar al usuario una vista preliminar de parte del software. Este modelo es básicamente prueba y error ya que si al usuario no le gusta una parte del prototipo significa que la prueba fallo por lo cual se debe corregir el error que se tenga hasta que el usuario quede satisfecho. Además, el prototipo debe ser construido en poco tiempo, usando los programas adecuados y no se debe utilizar mucho dinero pues a partir de que este sea aprobado nosotros podemos iniciar el verdadero desarrollo del software”. [29]



Fuente: Gunczler, S. (2008). Modelos Evolutivos

6.13. Espiral

"El modelo en espiral consiste en seguir ciclos crecientes de cuatro fases cada uno, que se van realizando, siguiendo una forma de espiral. En cada ciclo se pasa por dichas fases bien definidas, como en el modelo de cascada, pero con capacidad de evolucionar su complejidad con cada ciclo. Por tanto, se trata de un modelo evolutivo que, conforme avancen los ciclos, aumentará el tiempo de ejecución, así como el volumen de código fuente desarrollado y la complejidad de la gestión de riesgos y de la planificación. Las fases por las que pasa cada ciclo de la espiral son: Planificación, Análisis de Riesgo, Implementación, Evaluación". [30]



Fuente: El modelo de desarrollo en espiral como mezcla de cascada e iterativo. (2020)

Metodología Seleccionada

Desarrollo en Cascada:

“En este modelo cada etapa representa una unidad de desarrollo con un pequeño descanso en el medio. Por lo tanto, cada siguiente etapa inicia tan pronto como la anterior haya culminado, y esos descansos son usados para confirmaciones del lado del cliente. Las fases por las que pasa esta metodología son: Análisis de Requisitos, Diseño del Sistema, Implementación, Verificación, Mantenimiento”.

“Se presenta un modelo iterativo incremental en el que cada una de las fases se basa en la anterior y verifica los resultados de esta. Se describe el modelo que va a estar definido en 5 fases”:

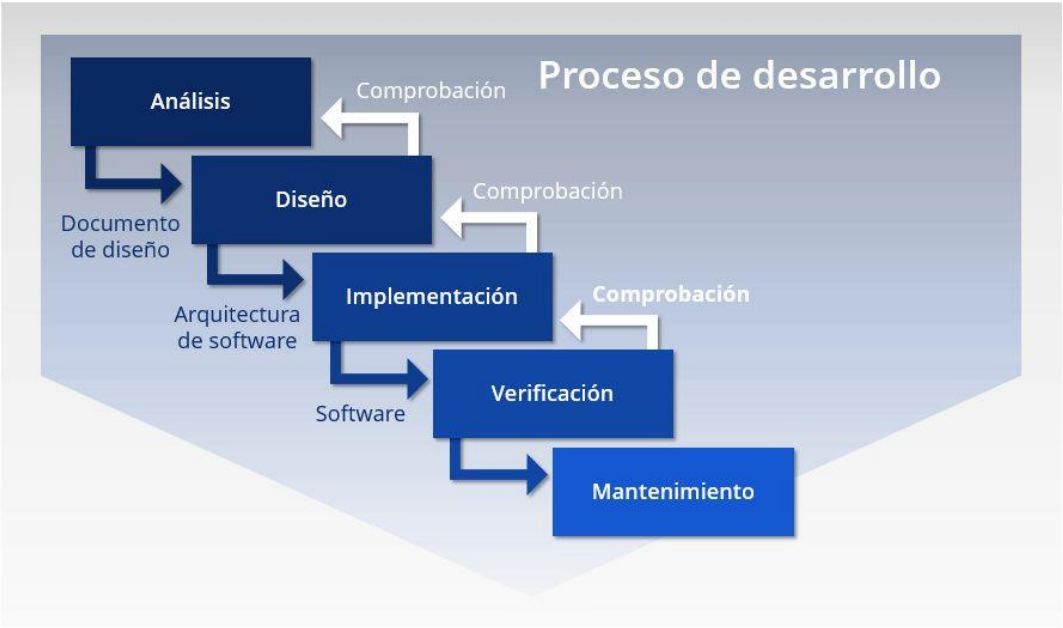
“Análisis: planificación, análisis y especificación de los requisitos.

Diseño: diseño y especificación del sistema.

Implementación: programación y pruebas unitarias.

Verificación: integración de sistemas, pruebas de sistema y de integración.

Mantenimiento: entrega, mantenimiento y mejora”. [31]



Fuente: “Ionos. (2019). Modelo en cascada”

7. Desarrollo del proyecto

7.1. Caracterización del lenguaje de señas colombiano

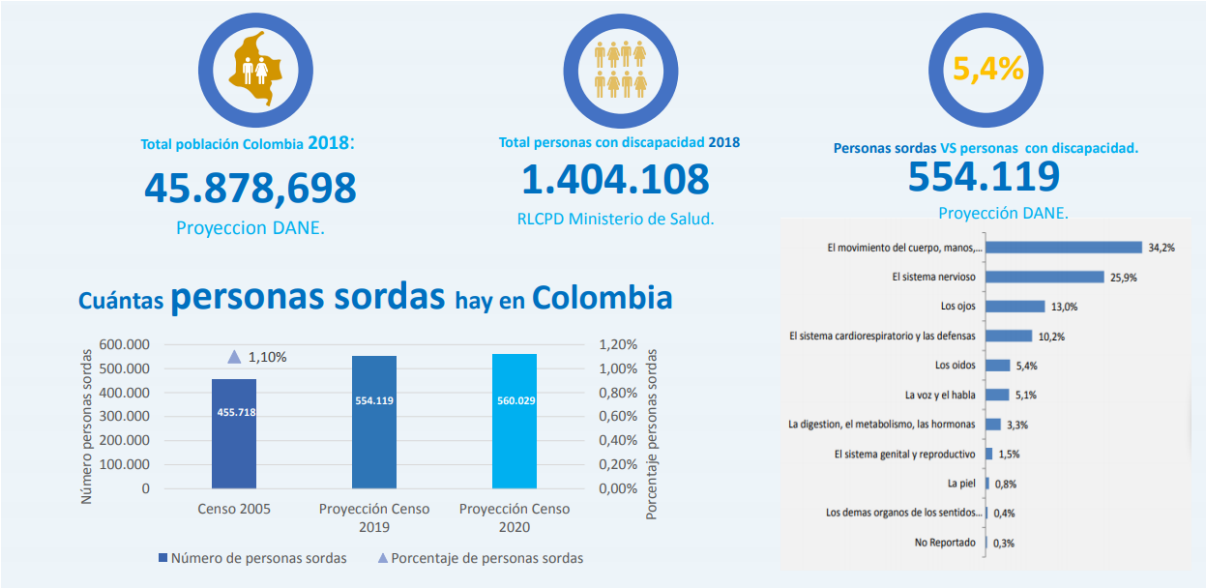
“La lengua de señas es la lengua natural de las personas Sordas. Una lengua que como cualquier otra, posee y cumple todas las leyes lingüísticas y se aprende dentro de la comunidad de usuarios a quienes facilita resolver todas las necesidades comunicativas y no comunicativas propias del ser humano, social y cultural”. [32]

“La investigación sobre la lengua de señas en Colombia es casi reciente. Se inició aproximadamente hace 10 años cuando investigadores, universidades y asociaciones emprendieron algunos estudios básicos sobre aspectos para la enseñanza y el aprendizaje de la lengua de señas y otros sobre el funcionamiento lingüístico de esta” [2]. “Poco a poco la descripción y estudio de la lengua de señas colombiana se han venido consolidando gracias a entidades como el Instituto Nacional para Sordos” [2]

“Para caracterizar el lenguaje de señas colombiano, primero es necesario indicar que el lenguaje de señas no es universal, de hecho, en el caso de américa latina en gran parte del continente se habla español, pero todos tienen su propio lenguaje de señas” [33]. “En Colombia se habla el lenguaje de señas colombiana (LSC), en el caso de Venezuela se habla el lenguaje de señas venezolana (LSV), en Ecuador se habla el lenguaje de señas ecuatoriana (LSE), todas estas tienen su propio lenguaje de señas ya que alrededor del mundo se reúnen en sus países y dialogan la lengua de señas, ahí surge las diferentes señas en relación a sus experiencias y propia cultura” [33]. “No existe una lengua de signos por cada lengua oral, ya que han ido evolucionando de forma natural a través del contacto entre personas, no necesariamente de forma paralela a la lengua hablada, las lenguas forman parte de una cultura, por tanto, es lógico que haya diversidad. Las lenguas de signos, de la misma forma que las orales, han ido evolucionando de acuerdo con las necesidades de cada cultura” [33].

“En Colombia, según el “Plan estratégico institucional 2019-2022 INSOR” en la proyección del censo 2020 se estima que hay 560.029 personas sordas en Colombia representando así el 1,1% de la población total del país” [2] . “En aspectos como la educación, gran parte de las personas con discapacidad auditiva afirma no

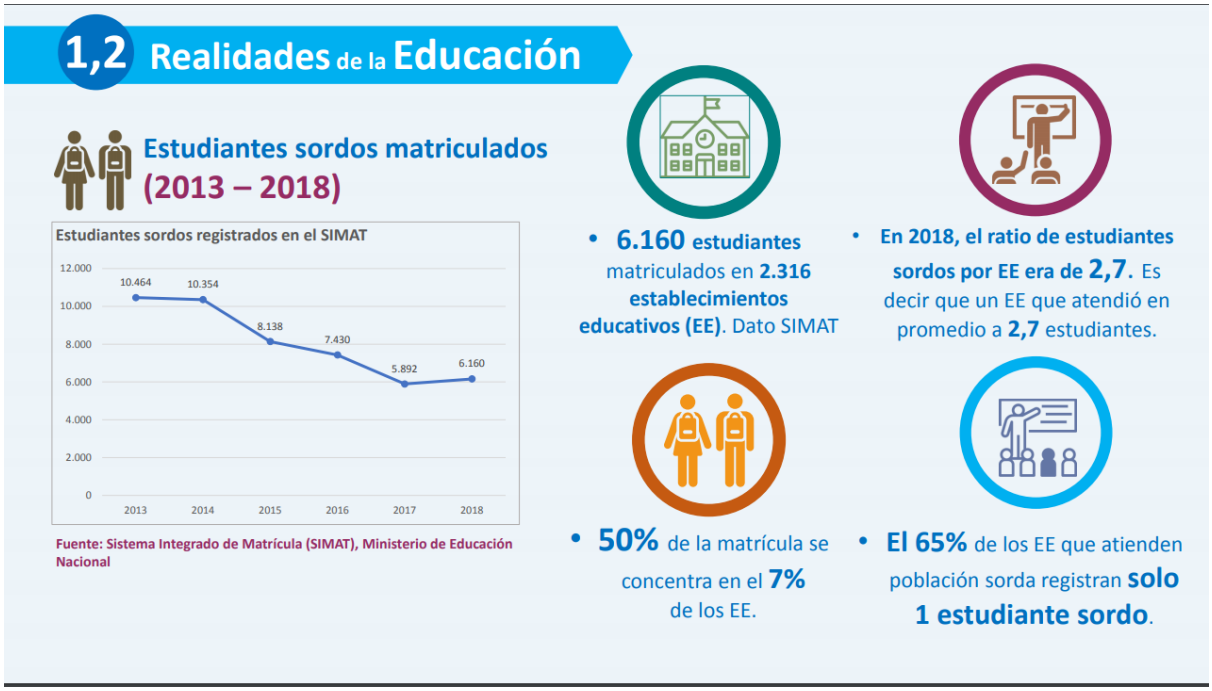
encontrarse vinculado a ninguna institución educativa, por otra parte los estudiantes con sordera presentan dificultades para el aprendizaje y apropiación de los conceptos” [2]. “Ser sordo en Colombia no solo representa dificultades para la comunicación y el aprendizaje, también lleva consigo repercusiones en ámbitos económicos, laborales y sociales” [34]. “El INSOR reporta que el 70% de personas sordas registradas en el RLCPD (registro para la localización y caracterización de personas con discapacidad) se encuentran en un nivel de pobreza o vulnerabilidad de igual manera indica que solo el 15% de las personas con discapacidad auditiva en edad productiva reporta estar vinculado laboralmente 11.198 Hombres (73,66%) y 4,005 mujeres (26,34%)” [34].



Fuente: “INSOR. (2019). PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2019-2022”

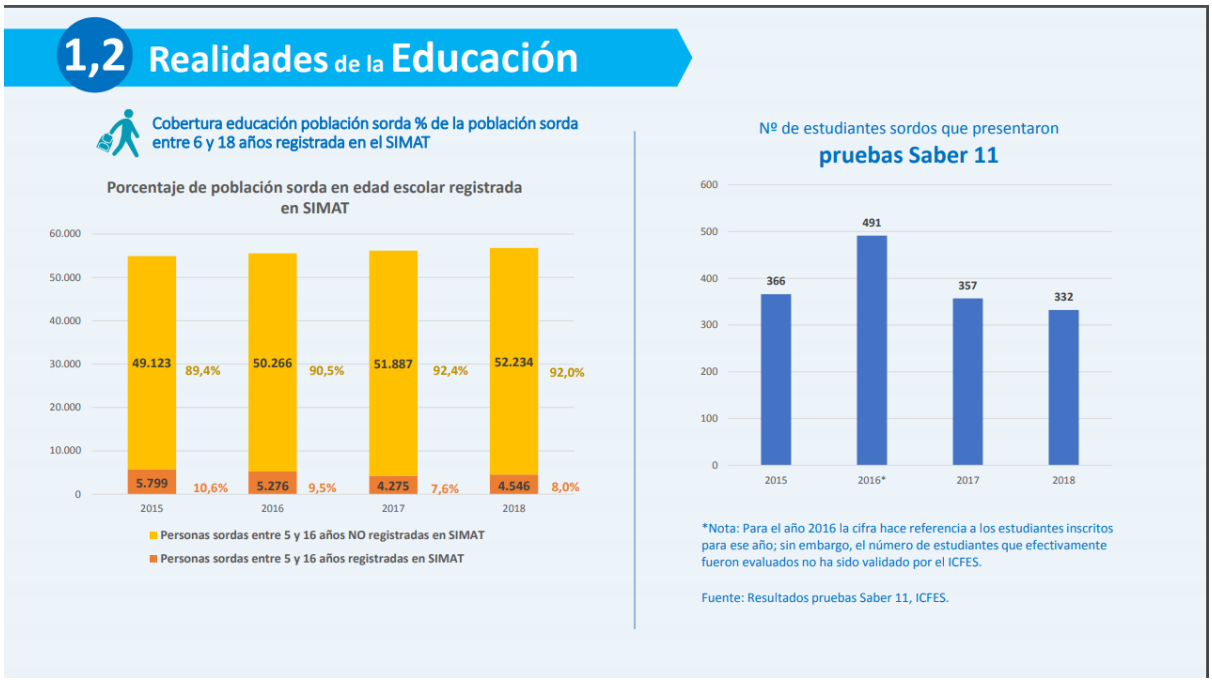
“Actualmente se está dando importancia a la problemática desde la primera infancia hasta la adolescencia gestionando herramientas y estrategias en el sistema educativo” [2]. “Según datos del INSOR, a día de hoy 17 instituciones educativas son asesoradas pedagógicamente para la enseñanza a menores con estas dificultades, se estima que más de 60 contenidos educativos accesibles para esta población son producidos y divulgados por año, más de 2331 estudiantes sordos son beneficiarios de procesos de acompañamiento escolar , se estima también que más de 500 intérpretes presentan la evaluación nacional de intérpretes de lengua de señas colombiana cada año y se estima que 370 estudiantes con discapacidad

auditiva presentan la Prueba saber 11 adaptada y traducida en 4 áreas de conocimiento por año” [2].



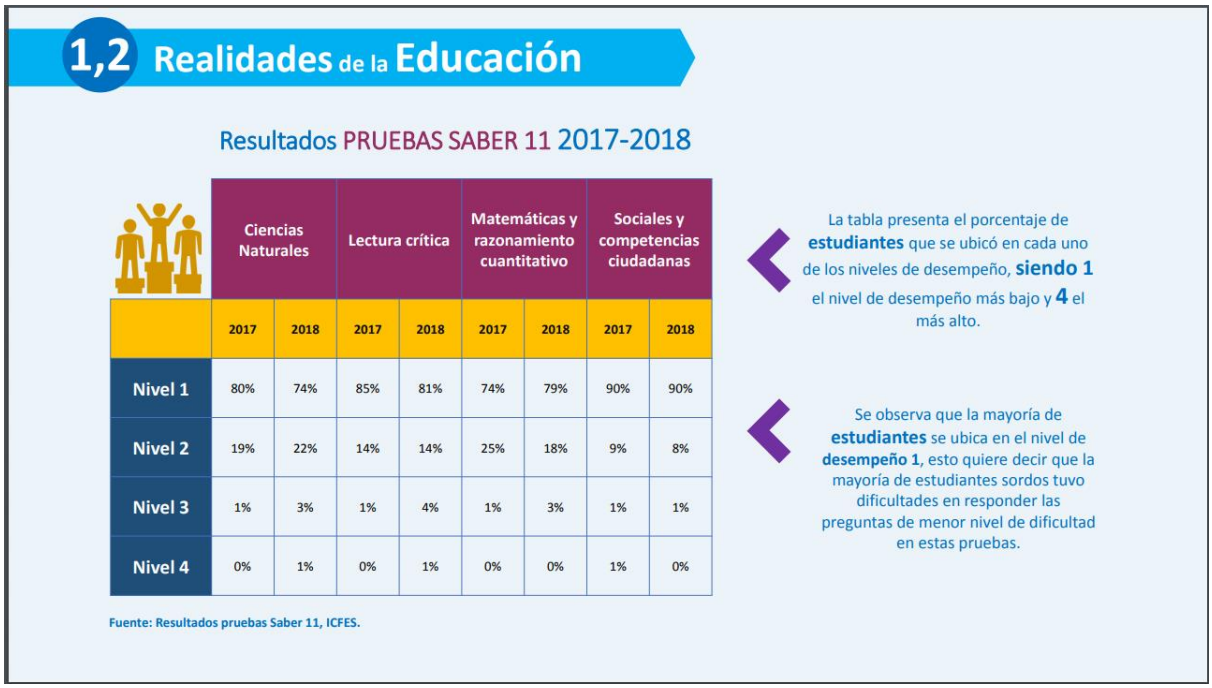
Fuente: “INSOR. (2019). PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2019-2022”

“A nivel educativo, el 98% de las universidades privadas en Colombia no tienen contemplado dentro de sus políticas internas la admisión de estudiantes sordos y, por lo tanto, la contratación de intérpretes de lengua de señas, así que, cuando un sordo es admitido en una universidad privada debe asumir además del costo normal del semestre académico, el costo de su intérprete de lengua de señas, que fácilmente equivale al valor de otro semestre, todo porque estas instituciones se excusan en que el derecho al acceso a la educación superior de una persona con discapacidad auditiva está cubierto con otorgarles la admisión y, por lo tanto, hasta ahí llega su papel, lo que es totalmente falso, porque el derecho se está garantizando a medias, dándole una carga económica adicional al estudiante sordo” [4] .



Fuente: "INSOR. (2019). PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2019-2022"

"De modo que, son un 5% de los sordos con bachillerato culminado que pueden acceder a la educación superior, porque los demás no tienen cómo pagarlo [1] . Así que, debido a este fenómeno se percibe que el derecho de acceso a la educación superior de los sordos en Colombia, es un derecho alineados a personas de clase alta lo cual limita el concepto de inclusión" [1].



1,2 Realidades de la Educación

Resultados PRUEBAS SABER 11 2017-2018

	Ciencias Naturales		Lectura crítica		Matemáticas y razonamiento cuantitativo		Sociales y competencias ciudadanas	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Nivel 1	80%	74%	85%	81%	74%	79%	90%	90%
Nivel 2	19%	22%	14%	14%	25%	18%	9%	8%
Nivel 3	1%	3%	1%	4%	1%	3%	1%	1%
Nivel 4	0%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	0%

Fuente: Resultados pruebas Saber 11, ICFES.

La tabla presenta el porcentaje de **estudiantes** que se ubicó en cada uno de los niveles de desempeño, **siendo 1** el nivel de desempeño más bajo y **4** el más alto.

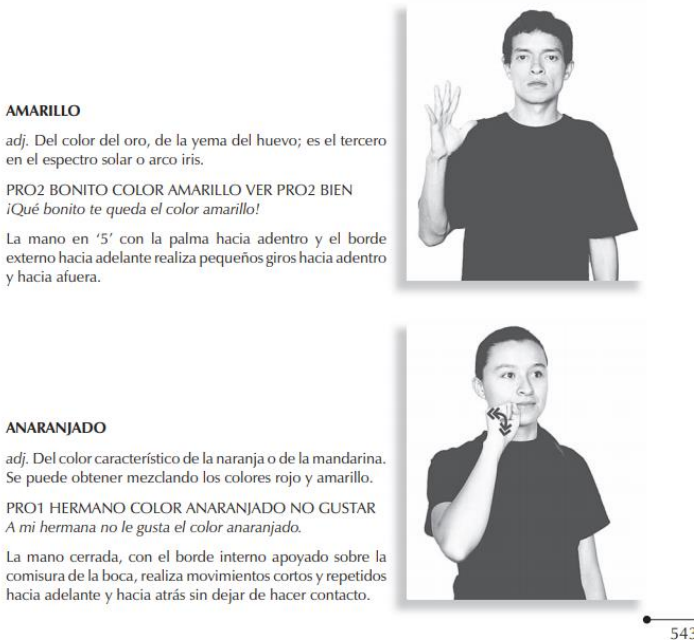
Se observa que la mayoría de **estudiantes** se ubica en el nivel de **desempeño 1**, esto quiere decir que la mayoría de estudiantes sordos tuvo dificultades en responder las preguntas de menor nivel de dificultad en estas pruebas.

Fuente: "INSOR. (2019). PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2019-2022"

"Actualmente, en Colombia hay instituciones como: El Instituto Nacional para Sordos INSOR, que es una entidad pública de orden nacional adscrita al Ministerio de Educación Nacional, que tiene por objeto fundamental promover desde el sector educativo, el desarrollo e implementación de políticas públicas para la inclusión social de la población sorda de Colombia" [1]. "Uno de los grandes aportes que ha ofrecido el INSOR es la creación del Diccionario Básico de la Lengua de Señas Colombiana" [35]. "Este instrumento lexicográfico es el primer paso a la estandarización de esta lengua, en la medida en que recoge la identidad y sentido de pertenencia de la comunidad sorda colombiana, y se convierte también en el primer gran compendio léxico que facilitará los procesos comunicativos y educativos de la comunidad sorda del país, en tanto que constituye una herramienta de trabajo para docentes, intérpretes de lengua de señas, modelos lingüísticos y demás profesionales vinculados en los procesos de formación de las personas sordas" [35].

"En las lenguas de señas hay tanto señas de origen arbitrario como señas de origen icónico. Tomemos como ejemplo las señas de la LSC que indican colores. No parece existir, en los casos de entradas como amarillo, anaranjado, azul, gris, morado y verde, una relación entre el color significado y la forma de la seña" [35] . "Ellas pueden ser tomadas como ejemplo de señas arbitrarias. Las formas de las

señas blanco, negro y rojo. Sin embargo, parecen guardar alguna relación de semejanza con lo que significan: BLANCO, se articula como mostrando el rostro (el color del rostro de una persona blanca, pálida, podría pensarse); NEGRO, señalando una ceja (que usualmente tienen pelos obscuros); rojo, se articula señalando con un dedo los labios, cuyo color es rojo. Como vemos, existe en todas estas últimas señas una relación entre forma y significado que podemos llamar icónica" [35]. "A estas alturas de nuestro razonamiento podemos abordar ya el tema de las variaciones de forma experimentadas por las señas de la LSC para expresar cambios en la intensidad de un significado" [35]



AMARILLO

adj. Del color del oro, de la yema del huevo; es el tercero en el espectro solar o arco iris.

PRO2 BONITO COLOR AMARILLO VER PRO2 BIEN
¡Qué bonito te queda el color amarillo!

La mano en '5' con la palma hacia adentro y el borde externo hacia adelante realiza pequeños giros hacia adentro y hacia afuera.

ANARANJADO

adj. Del color característico de la naranja o de la mandarina. Se puede obtener mezclando los colores rojo y amarillo.

PRO1 HERMANO COLOR ANARANJADO NO GUSTAR
A mi hermana no le gusta el color anaranjado.

La mano cerrada, con el borde interno apoyado sobre la comisura de la boca, realiza movimientos cortos y repetidos hacia adelante y hacia atrás sin dejar de hacer contacto.

543

Fuente: "Instituto Nacional para Sordos (INSOR), & Instituto Caro y Cuervo (ICC). (2006). Diccionario básico de la lengua de señas colombiana".

AZUL

adj. Del color del cielo sin nubes o del mar cuando brilla el sol.

NIÑO OJOS GRANDE AZUL TENER
La niña tiene los ojos grandes y azules.

La mano en 'Y' con la palma hacia atrás y situada a la altura del hombro se mueve repetidamente hacia los lados.

BLANCO

adj. Que tiene un color como el de la leche o la nieve.

PARQUE SILLA ÍNDEX COLOR BLANCO SILLA PINTAR
Pintaron las bancas del parque de blanco.

La mano en 'L' con la palma hacia atrás, el borde externo hacia abajo y el ángulo del índice apoyado debajo del mentón, se mueve hacia arriba y hacia afuera pasando frente a la cara.

CAFÉ

adj. Que tiene el color de las semillas del café cuando están tostadas.

PRO1 CAFÉ VESTIDO PRO1 REGALAR PRO2 USAR POR-QUÉ (?) NO
¿Por qué no te pones el vestido café que te regalé?

La mano con los dedos índice y pulgar unidos por sus yemas, los demás extendidos y el borde externo hacia abajo, coloca la punta de estos dos dedos sobre o cerca de la comisura de la boca y se mueve repetidamente hacia atrás y hacia adelante.

1

Fuente: "Instituto Nacional para Sordos (INSOR), & Instituto Caro y Cuervo (ICC). (2006). Diccionario básico de la lengua de señas colombiana".

COLOR

n. Impresión visual que produce la luz en la superficie de los objetos.

COLOMBIA BANDERA COLOR TENER TRES
La bandera de Colombia tiene tres colores.

La mano en '5' con la palma hacia atrás, toca alternadamente el mentón con las yemas de los dedos anular, medio e índice.

GRIS

adj. Que es del color de la ceniza o del cielo cuando está nublado. Se puede obtener mezclando los colores blanco y negro.

HOY CIELO VER COLOR GRIS
Hoy el cielo está gris.

La mano en 'G' y el borde externo hacia abajo, realiza movimientos cortos y repetidos de adentro hacia afuera.

MORADO

adj. Que es del color que resulta de la combinación de rojo con azul.

ÍNDEX TELA MORADO BONITO
Esa tela morada está muy bonita.

La mano con los dedos pulgar y medio unidos, los demás extendidos, y la palma hacia atrás toca con estos dos dedos el labio inferior y luego se mueve hacia adelante al tiempo que separa los dedos hasta quedar en '5'.

5

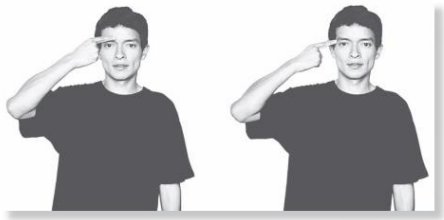
Fuente: "Instituto Nacional para Sordos (INSOR), & Instituto Caro y Cuervo (ICC). (2006). Diccionario básico de la lengua de señas colombiana".

NEGRO

adj. Que tiene un color como el del carbón, el de la noche sin luna o el del petróleo.

PRO2 UNO PANTALÓN NEGRO COMPRAR
Cómprate un pantalón negro.

La mano en '1' desliza la yema del índice desde la ceja hasta la sien.



ROJO

adj. Que tiene un color como el de la sangre.

MI UNIFORME COLOR ROJO
Mi uniforme es de color rojo.

La mano en '1' con la palma hacia abajo desliza repetidamente, de un lado a otro, el borde interno del índice sobre el mentón.

Fuente: "Instituto Nacional para Sordos (INSOR), & Instituto Caro y Cuervo (ICC). (2006). Diccionario básico de la lengua de señas colombiana".

"La mayor parte de cambios experimentados por las señas de la LSC se basan en esquemas visuales que de alguna manera "calcan" algo de la realidad percibida. Esa correspondencia entre algo del mundo y la forma de una seña se conoce como iconicidad. De igual modo, la falta de correspondencia entre un fenómeno de la realidad percibida y la seña que lo designa se llama arbitrariedad" [35].

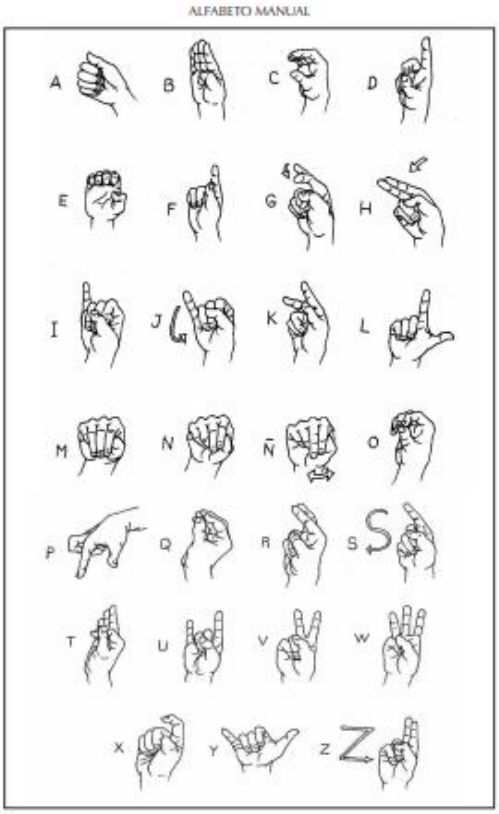
2. Cambios de forma experimentados por las señas

“Cuando se le pregunta a una persona sorda por una determinada seña, articulará siempre una forma básica, que podemos llamar no marcada o neutra. Según su significado, o según ciertas características de su estructura, esa forma neutra podrá cambiar siguiendo patrones regulares. Los cambios son de cinco tipos” [35]:

a. Cambios para señalar personas u objetos en el espacio
b. Cambios para indicar variaciones en la intensidad de un significado
c. Cambios para indicar variaciones de cantidad
d. Cambios para matizar el significado de una acción
e. Cambios para clasificar los objetos implicados en lo predicado

“En general, cuando se habla de las características más importantes de las Lenguas de Señas se pueden recalcar las siguientes [35]:

- Utilizan el canal visual y gestual, frente a las lenguas orales que utilizan el canal auditivo y oral.
- Las manos, los brazos, el tronco y el rostro son los órganos de articulación.
- La palabra o unidad mínima con sentido es el signo.
- La articulación de estos signos está constituida por siete parámetros formacionales:
- La configuración y forma que adoptan las manos,
- El movimiento que realizan,
- La orientación que adoptan,
- El punto de contacto con el cuerpo,
- El lugar de articulación del signo lingüístico,
- El plano en el que se coloca el signo
- Los componentes no manuales (la expresión facial)” [35].



Fuente: "Instituto Nacional para Sordos (INSOR), & Instituto Caro y Cuervo (ICC). (2006). Diccionario básico de la lengua de señas colombiana".

7.2. Diseño de la arquitectura de software de la aplicación

Especificación de requerimientos de software

1. Introducción

1.1. Propósito

El propósito de este documento es por medio de la ingeniería de requerimientos, definir los objetivos y hacerlos más claros, con el propósito de que el equipo de software tengo un conocimiento más amplio sobre el proyecto, y así lograr una mejor descripción de los requerimientos

1.2. Alcance

El alcance del proyecto es determinado, por el propósito del proyecto, los requerimientos y la resolución de los mismos. Por otro lado, este proyecto está enfocado en la comunicación entre oyentes y sordos, y que integre información sobre el lenguaje de señas colombiano, además contendrá espacios y secciones con información referente al lenguaje de señas colombiano, también se tiene en cuenta el sistema y extraer los casos de uso, todo esto, con el fin de hacer el proceso de desarrollo de software correctamente

1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaciones

- ***Visual Studio Code: "****Visual Studio Code es un editor de código fuente que permite trabajar con diversos lenguajes de programación, admite gestionar tus propios atajos de teclado y refactorizar el código. Es gratuito, de código abierto y nos proporciona una utilidad para descargar y gestionar extensiones con las que podemos personalizar y potenciar esta herramienta"*
- ***Flutter: "****Flutter es un framework de código abierto desarrollado por Google para crear aplicaciones nativas de forma fácil, rápida y sencilla. Su principal ventaja radica en que genera código 100% nativo para cada plataforma, con lo que el rendimiento y la UX es totalmente idéntico a las aplicaciones nativas tradicionales"*
- ***Speech to Text: "****El Speech to Text emplea tecnología de reconocimiento de voz con el fin de poder identificar patrones en las ondas sonoras, emparejar*

estos patrones con los fonemas del habla para, finalmente, traducirlos en texto"

- ***Text to Speech: "****Convierte texto en voz que suena natural con una API basada en las tecnologías de IA de Google. Esta tecnología es capaz de recibir un texto y reproducirlo con una voz artificial sintetizada"*
- ***Firebase: "****Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles de Google con potentes funciones para desarrollar, gestionar y mejorar aplicaciones"*

1.4. Descripción

El documento del plan de desarrollo de software contiene información referente al plan dedesarrollo tal como

- *Propósitos del proyecto*
- *Alcance y objetivos*
- *Descripción general*
- *Requerimientos funcionales*
- *Requerimientos no funcionales*
- *Interfaces*
- *Aspectos legales*

2. Descripción general

Prototipo de aplicación móvil que permita la comunicación entre oyentes y sordos, e integre información sobre el lenguaje de señas colombiano

2.1. Requerimientos funcionales

2.1.1. Búsqueda de palabras del LSC

El usuario debe tener permitir un sistema de búsqueda de palabras del LSC

2.1.2. Base de datos preestablecida

La aplicación debe tener una base de datos preestablecida con palabras del LSC

2.1.3. Registro del usuario

El usuario debe poder registrarse de manera exitosa con un correo y una contraseña, además de que podrá registrarse con Google

2.1.4. Ingreso del usuario

El usuario deberá entrar con su correo y contraseña registradas a la aplicación

2.1.5. Aprender con videos

La aplicación contara con un sistema de aprendizaje sobre palabras del LSC por medio de videos explicativos

2.1.6. Descripción texto a voz

El usuario podrá escuchar la descripción del gesto de la palabra

2.2. *No funcionales*

2.2.1. Aplicación móvil solo para Android

La aplicación está limitada solo para dispositivos Android.

2.2.2. Herramienta online

Para el aplicativo corra todos sus módulos, se debe requerir conexión a internet.

2.2.3. Tiempo de respuesta

Los tiempos de respuesta del cambio de pantallas no debe sobrepasar los 5 segundos.

3. Componentes comprados

No aplica

3.1. Interfaces

3.1.1. Interfaces de usuario

- *Pantalla de inicio de sesión y pantallas de palabras, curiosidades y pantalla de aprendizaje*
- *Videos explicativos sobre el lenguaje de señas colombiano.*

3.1.2. Interfaces de hardware

- *Celular Android*

3.1.3. Interfaces de Software

- ***Visual Studio Code:*** *"Visual Studio Code es un editor de código fuente que permite trabajar con diversos lenguajes de programación, admite gestionar tus propios atajos de teclado y refactorizar el código. Es gratuito, de código abierto y nos proporciona una utilidad para descargar y gestionar extensiones con las que podemos personalizar y potenciar esta herramienta"*
- ***Flutter:*** *"Flutter es un framework de código abierto desarrollado por Google para crear aplicaciones nativas de forma fácil, rápida y sencilla. Su principal ventaja radica en que genera código 100% nativo para cada plataforma, con lo que el rendimiento y la UX es totalmente idéntico a las aplicaciones nativas tradicionales".*
- ***Speech to Text:*** *"El Speech to Text emplea tecnología de reconocimiento de voz con el fin de poder identificar patrones en las ondas sonoras, emparejar estos patrones con los fonemas del habla para, finalmente, traducirlos en texto"*
- ***Text to Speech:*** *"Convierte texto en voz que suena natural con una API basada en las tecnologías de IA de Google. Esta tecnología es capaz de recibir un texto y reproducirlo con una voz artificial sintetizada".*
- ***Firebase:*** *"Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles de Google con potentes funciones para desarrollar, gestionar y mejorar aplicaciones"*

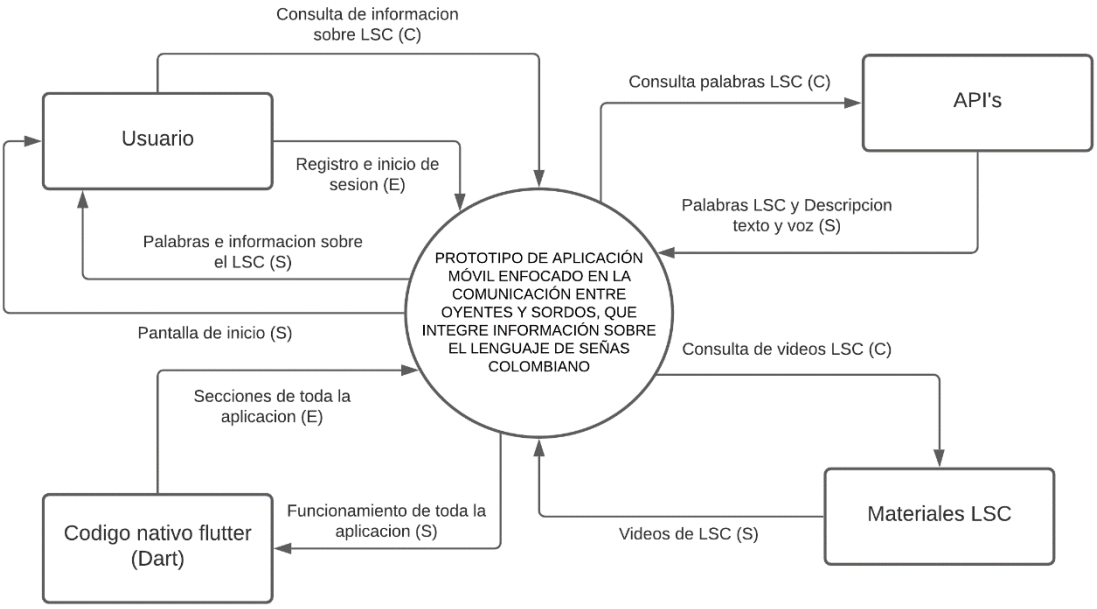
3.2. Requerimientos de Licenciamiento

3.2.1. Visual Studio Code: Licencia propietaria de tipo Freeware
3.2.2. Flutter versión 2.0.5.

3.3. Aspectos Legales

Canal Felipe Betancur Ayudas para Todos: Se pide permiso al propietario del canal para utilizar los videos, a lo cual el propietario dio aprobación a esto

3.4. Administración de procesos



Fuente: Los autores

Especificación de caso de uso: Registro de usuario

Nombre del caso de uso: Registro de usuario

Descripción breve: *Caso de uso básico de la aplicación que corresponde al requerimiento funcional registro de usuario*

Flujo de eventos

Flujo básico

- *La aplicación capta el texto escrito por el usuario*
- *Dicho texto se verifica que tenga estructura de correo en el registro del correo*
- *También se verifica que la contraseña tenga 8 caracteres y que tenga números y letras*
- *Al verificar estos datos, se crea exitosamente la cuenta*

Actor(es)

Aplicación

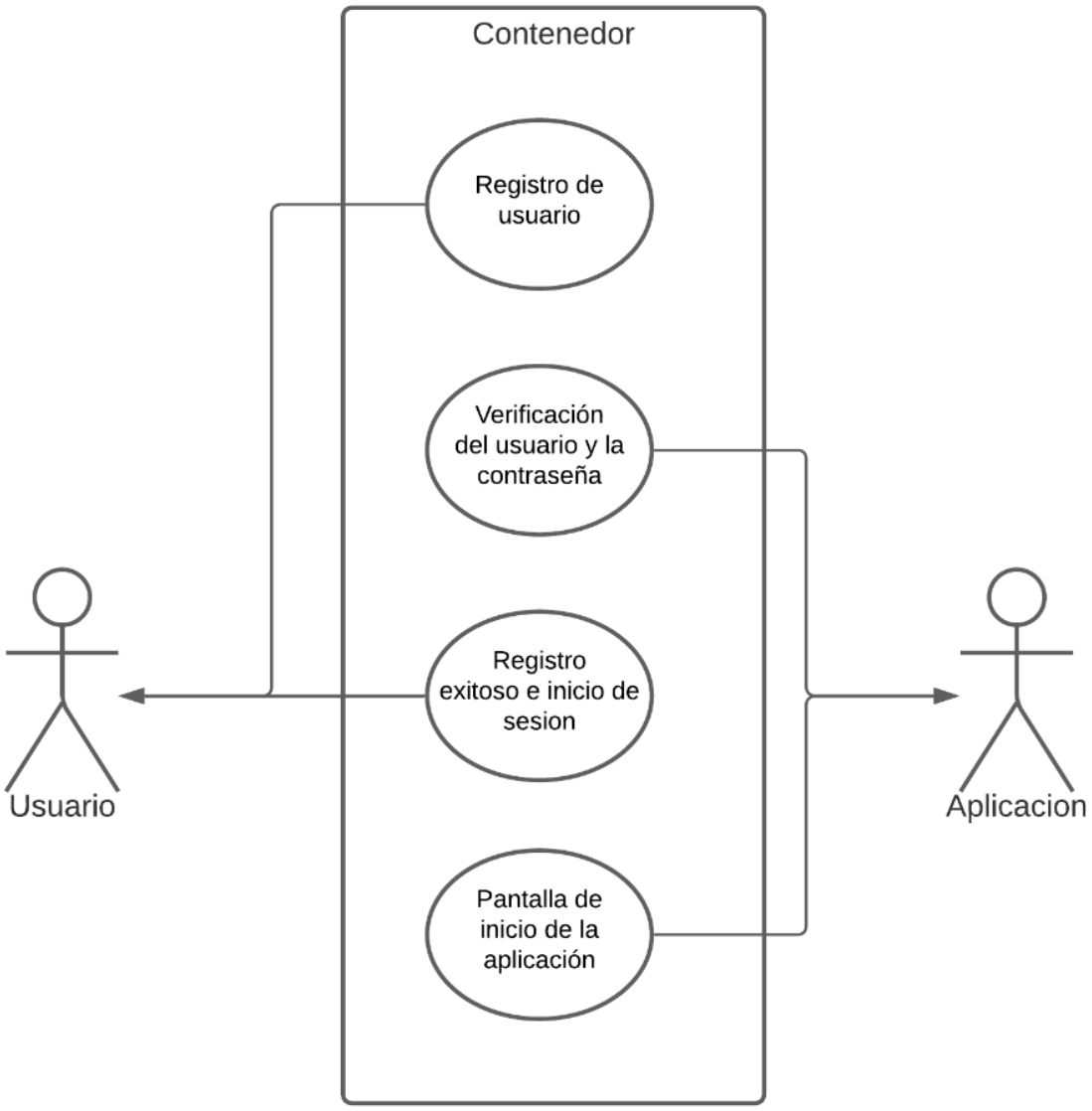
Pre-condiciones

Precondición uno: *Registro de usuario en la aplicación*

Post-condiciones

Postcondición: *Registro exitoso del usuario*

Diagrama de caso de uso:



Fuente: Los autores

Especificación de caso de uso: Aprender con videos

Nombre del caso de uso: Aprender con videos

Descripción breve: *Caso de uso básico de la aplicación que corresponde al requerimiento funcional de aprender con videos*

Flujo de eventos

Flujo básico

- *El usuario abre el apartado de "aprende" dentro de la aplicación*
- *Al abrir el apartado de "aprende" se mostrarán las miniaturas de los videos explicativos*
- *Al reproducir los videos, el usuario puede parar el video, cambiar la velocidad de reproducción, entre otros*

Actor(es)

Aplicación

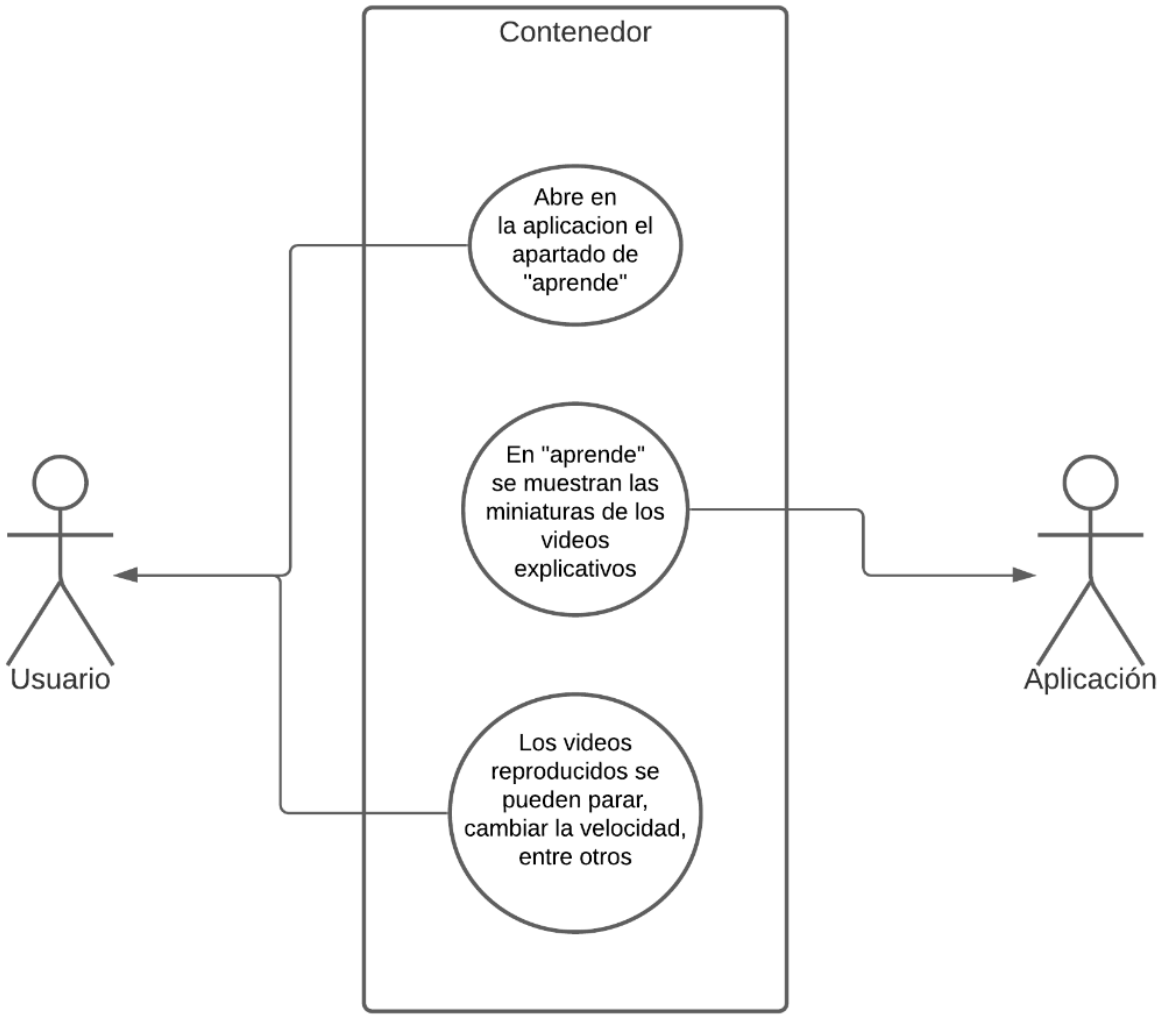
Pre-condiciones

Precondición uno: *Videos explicativos del LSC preestablecidos en la aplicación*

Post-condiciones

Postcondición: *Reproducción de los videos explicativos*

Diagrama de caso de uso:



Fuente: Los autores

Especificación de caso de uso: Búsqueda de palabras

Nombre del caso de uso: Búsqueda de palabras de LSC

Descripción breve: *Caso de uso básico de la aplicación que corresponde al requerimiento funcional buscar palabra*

Flujo de eventos

Flujo básico

- *La aplicación capta el texto escrito por el usuario*
- *Dicho texto se busca en la base de datos de la aplicación*
- *La base de datos arroja la imagen con base al texto escrito*

Actor(es)

Aplicación

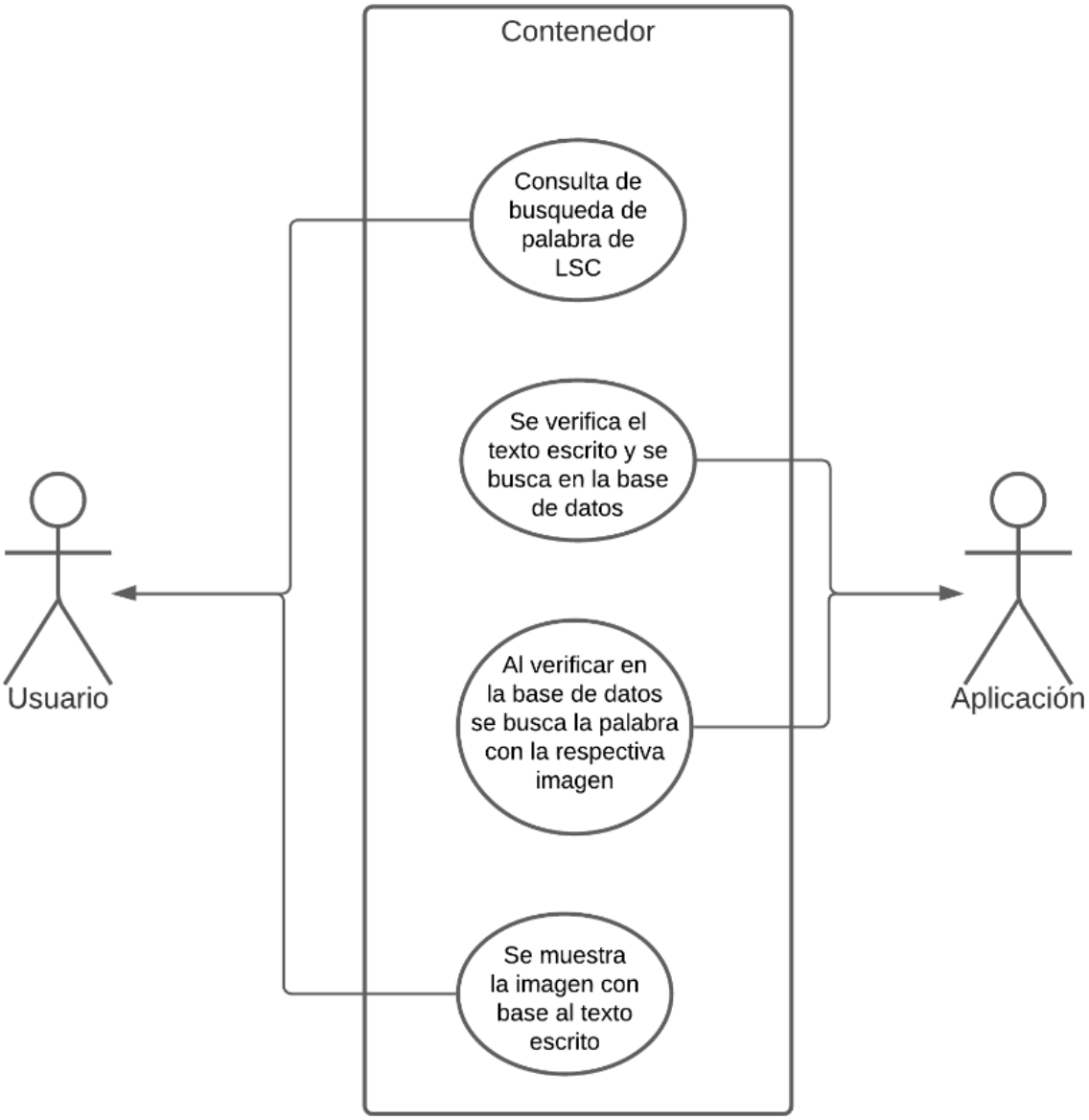
Pre-condiciones

Precondición uno: *Buscar la palabra en la aplicación*

Post-condiciones

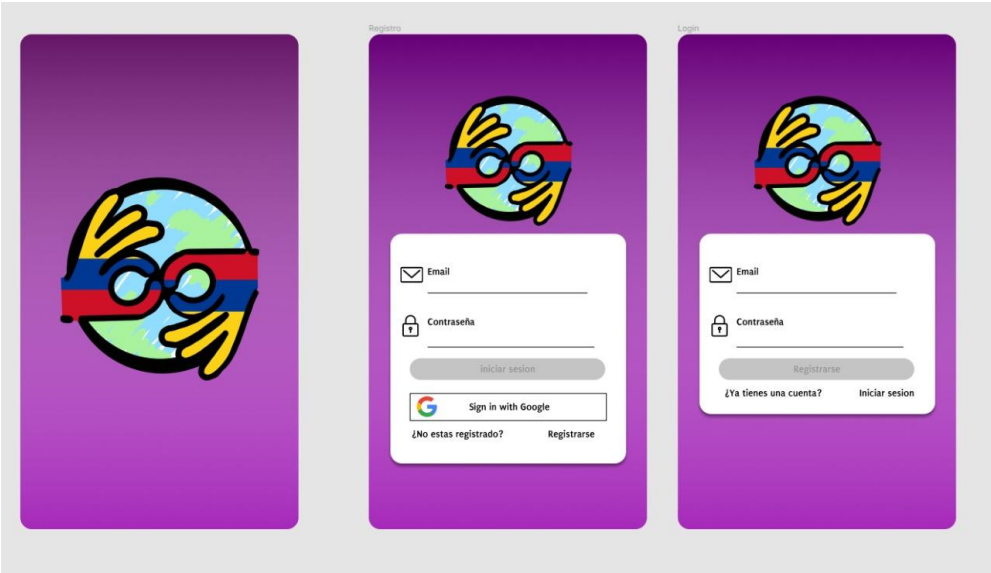
Postcondición: *Palabra buscada exitosamente*

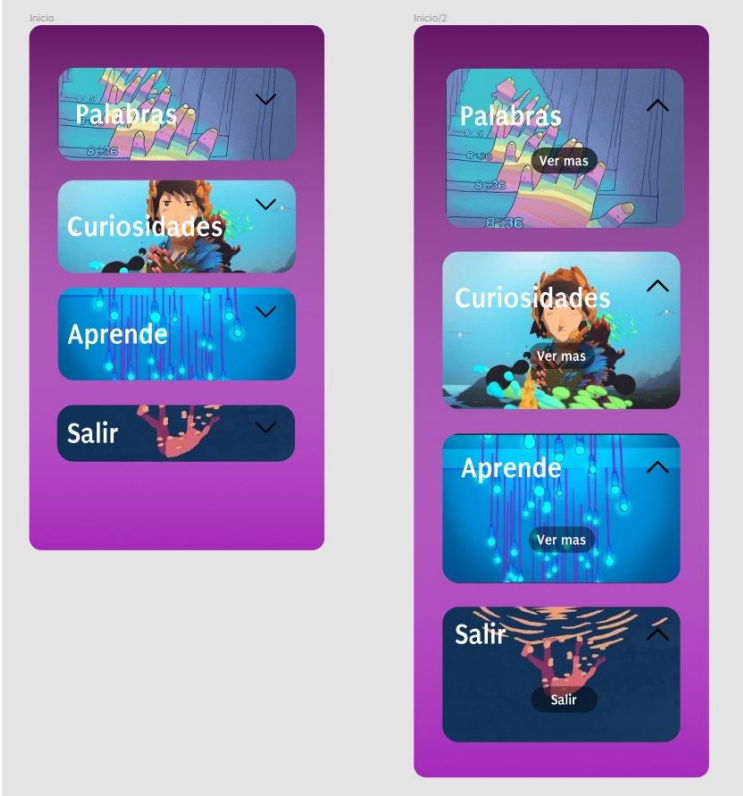
Diagrama de caso de uso:

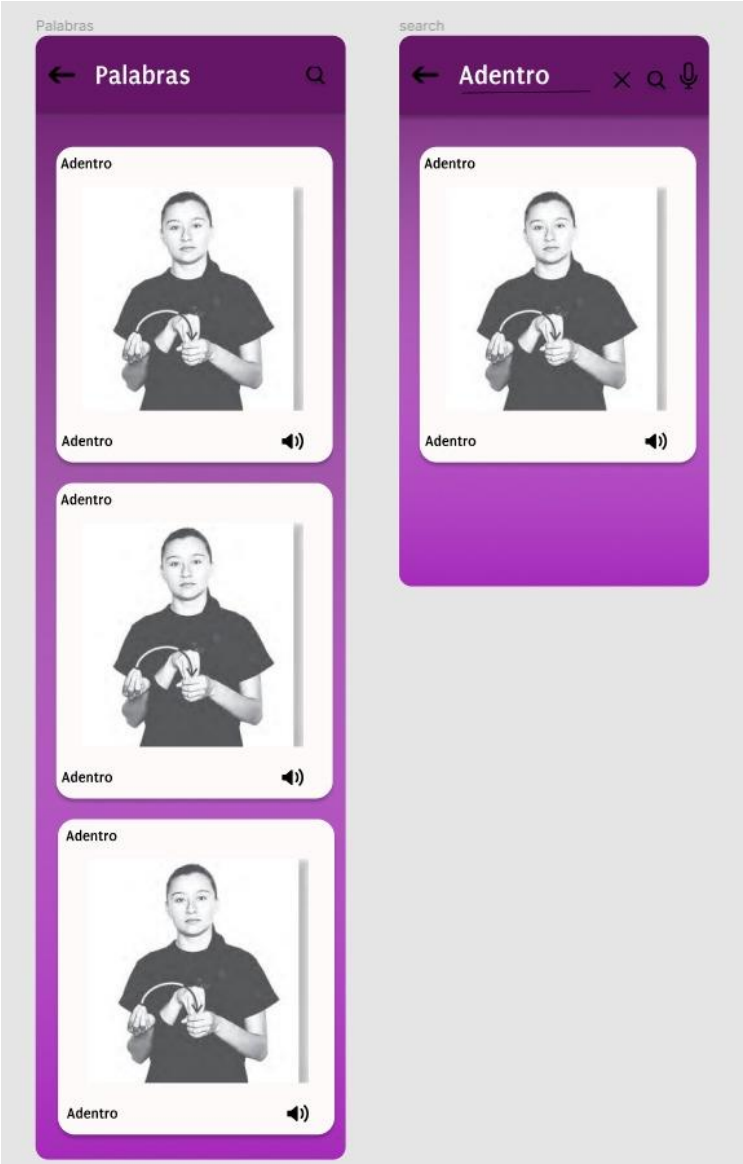


Fuente: Los autores

7.3. Construcción del prototipo de aplicación móvil

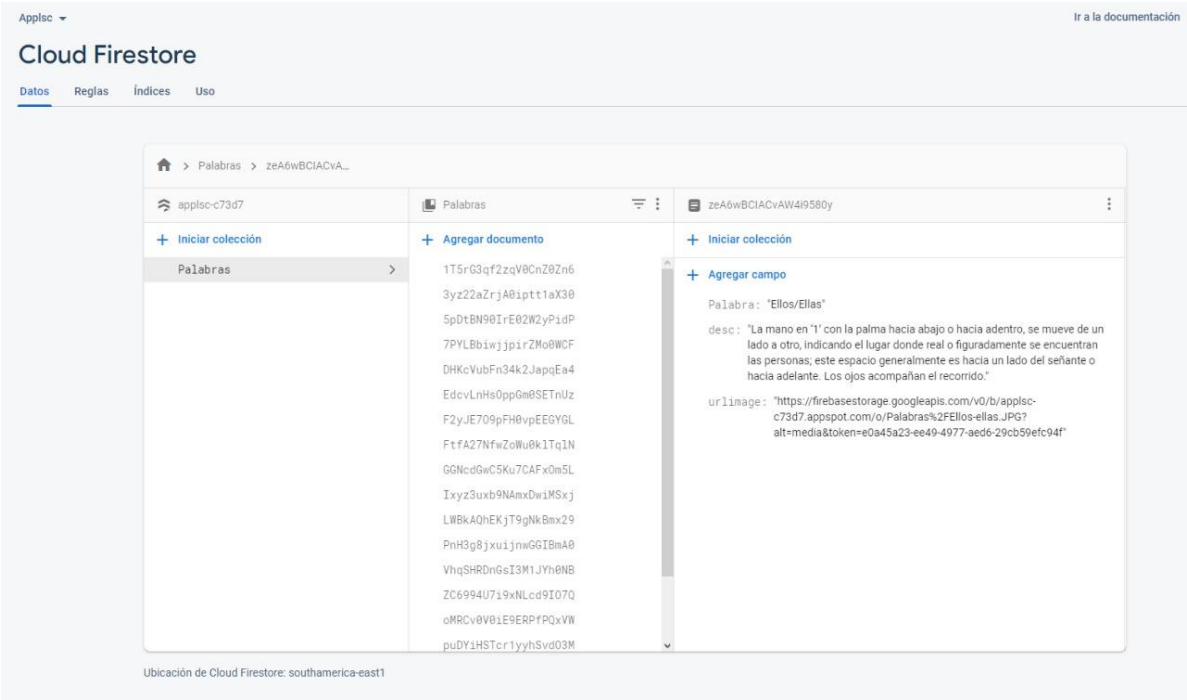


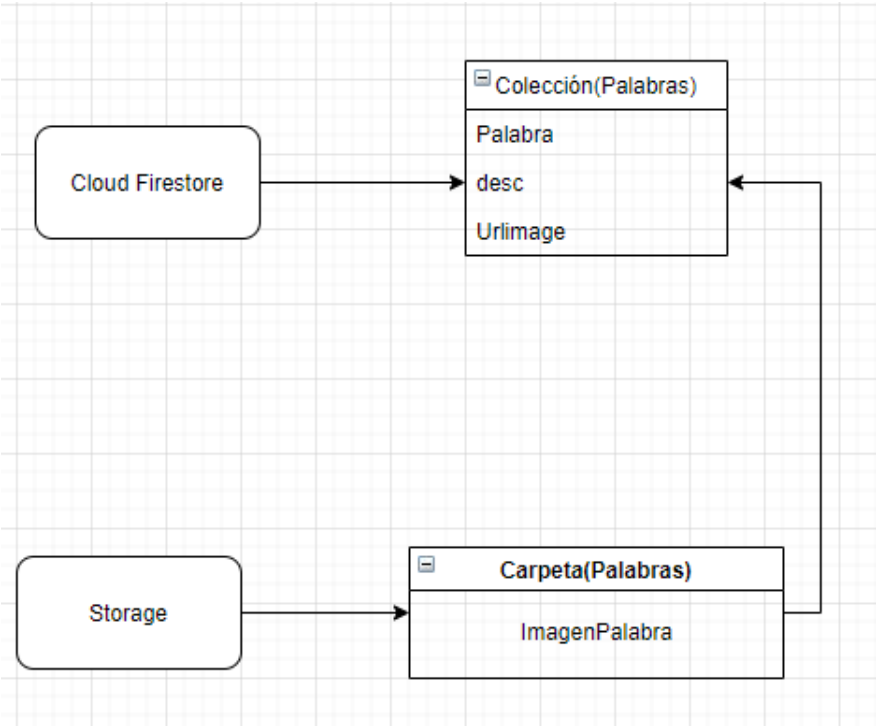



Palabras
Palabras
Adentro
Adentro
Adentro
Adentro
Adentro
Adentro
search
Adentro
Adentro
Adentro

Curiosidades
Curiosidades
AMIGOVIO
EL TIEMPO
Estuvo prohibida y cambia por país: ...
Cinco secretos de esta forma de comunicación, a propósito del día nacional de las lenguas nativas.
AMIGOVIO
EL TIEMPO
Estuvo prohibida y cambia por país: ...
Cinco secretos de esta forma de comunicación, a propósito del día nacional de las lenguas nativas.
AMIGOVIO
EL TIEMPO
Estuvo prohibida y cambia por país: ...
Cinco secretos de esta forma de comunicación, a propósito del día nacional de las lenguas nativas.
Aprende
Aprende

Esquema de base datos:

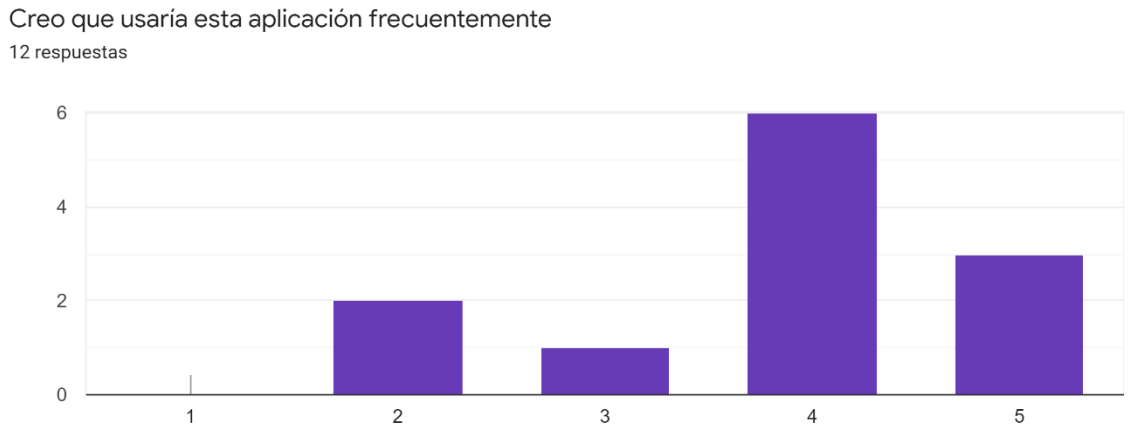




Fuente: Los autores

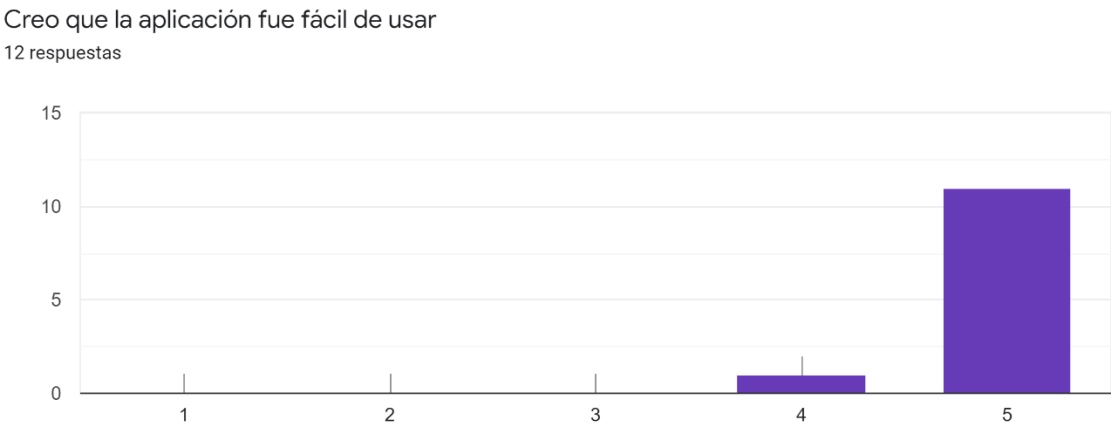
7.4. Evaluar la usabilidad del prototipo de aplicación móvil mediante el System Usability Scale (SUS)

Para las pruebas de usabilidad utilizamos el cuestionario de preguntas del Sistema de escala de usabilidad (SUS), con el que contamos con 12 respuestas las cuales fueron contestadas por personas mayores de edad y jóvenes de los cuales todos eran familiares y amigos de los autores. A continuación, presentamos los resultados del cuestionario (Anexo 1):

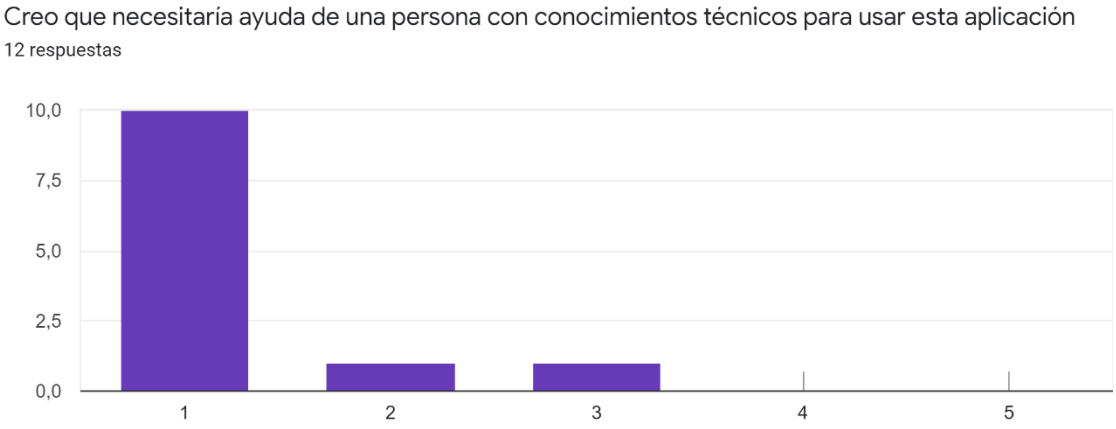


1. "Figura 1: Pregunta 1 del cuestionario"

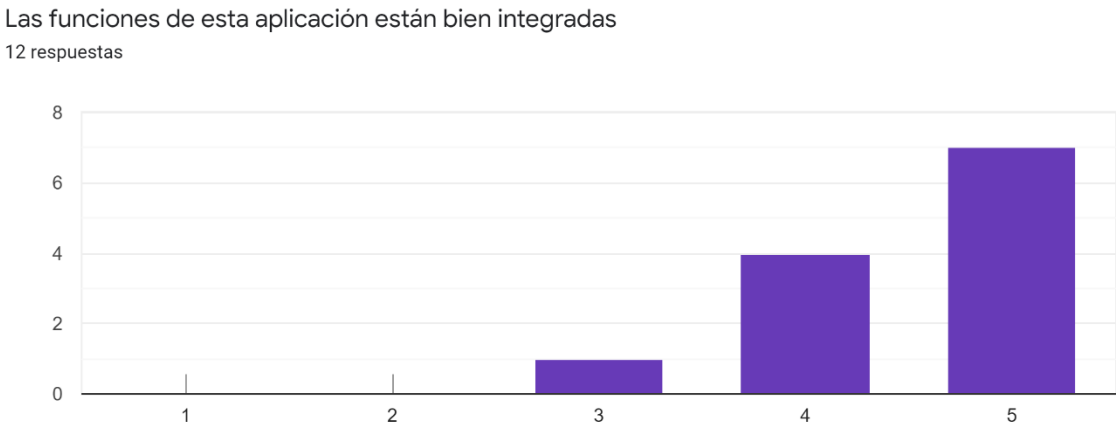
2. "Figura 2: Pregunta 2 del cuestionario"



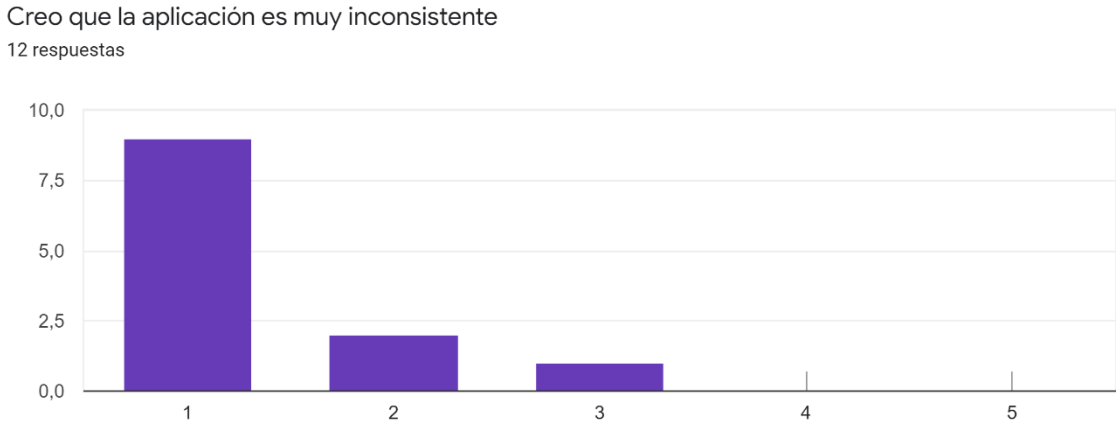
3. "Figura 3: Pregunta 3 del cuestionario"



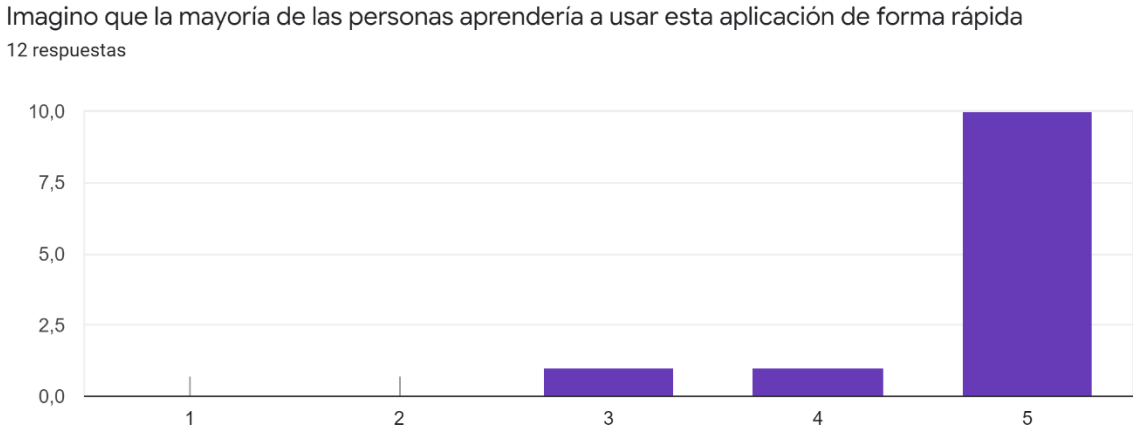
4. "Figura 4: Pregunta 4 del cuestionario"



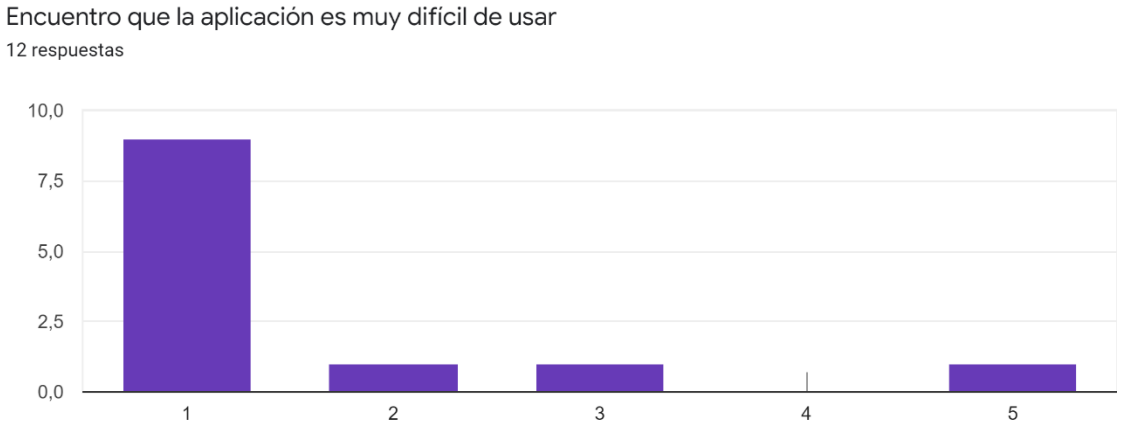
5. "Figura 5: Pregunta 5 del cuestionario"



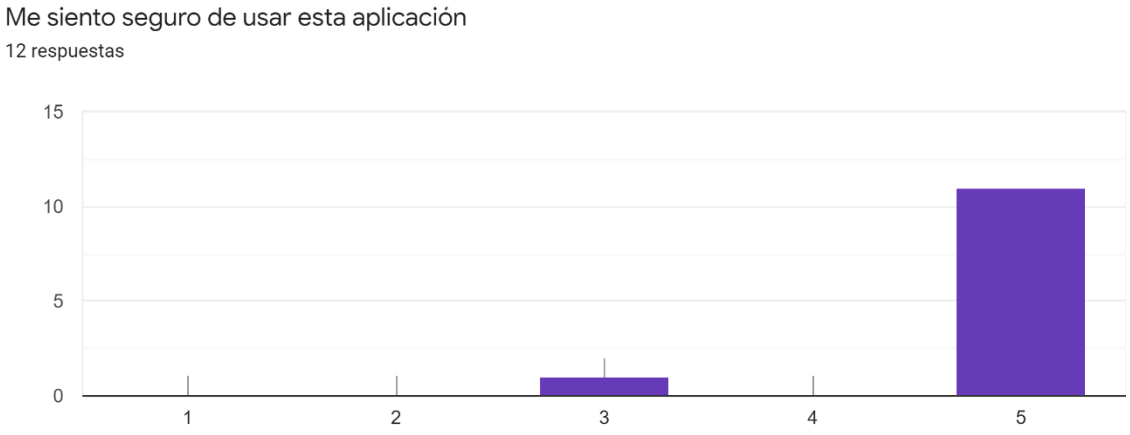
6. "Figura 6: Pregunta 6 del cuestionario"



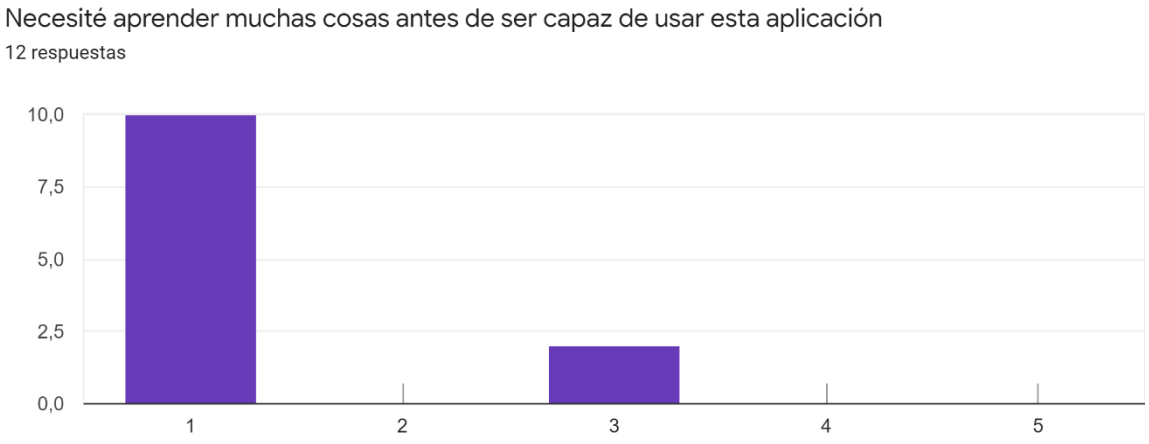
7. "Figura 7: Pregunta 7 del cuestionario"



8. "Figura 8: Pregunta 8 del cuestionario"



9. "Figura 9: Pregunta 9 del cuestionario"



10. "Figura 10: Pregunta 10 del cuestionario"

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	PG
R1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
R2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	97,5
R3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	95
R4	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	55
R5	4	3	4	3	4	4	3	0	4	2	77,5
R6	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	97,5
R7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
R8	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	92,5
R9	1	2	4	4	3	3	4	4	4	4	82,5
R10	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	95
R11	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4	87,5
R12	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	92,5

11. "Figura 11: Tabla de datos transformados"

Para la realización de esta tabla “se determina la contribución al puntaje de cada elemento, que esta en un rango de 0 a 4. Para los ítems con reacción positiva (números impares), la contribución a la puntuación es la posición de la escala menos 1, es decir, (xi - 1). Para los elementos reaccionados negativamente (números pares), la contribución de la puntuación es 5 menos la posición de la escala, es decir, (5 - xi). Para obtener el puntaje general del SUS, se multiplico la suma de las contribuciones al puntaje del elemento por 2.5. Por lo tanto, los puntajes generales del SUS varían de 0 a 100 en incrementos de 2.5 puntos”. [36]

Como podemos ver en la figura 11, a excepción del valor bajo del puntaje general, la mayoría de las respuestas tuvo valores altos, se promedia los valores y da como resultado un valor general promedio de 89,375

Table 8.5 Percentile Ranks for Raw SUS Scores

Raw SUS Score	Percentile Rank	Raw SUS Score	Percentile Rank
5	0.3%	69	53%
10	0.4%	70	56%
15	0.7%	71	60%
20	1%	72	63%
25	1.5%	73	67%
30	2%	74	70%
35	4%	75	73%
40	6%	76	77%
45	8%	77	80%
50	13%	78	83%
55	19%	79	86%
60	29%	80	88%
65	41%	85	97%
66	44%	90	99.8%
67	47%	95	99.9999%
68	50%	100	100%

"Fuente: James R. Lewis (2016). Quantifying the user experience"

"De acuerdo con la tabla 8.5 del libro "Quantifying the user experience" se proporciona una "escala de clasificación" para su interpretación, esta habla así y cito: "En general, calificaría la facilidad de uso de este producto como:" (de izquierda a derecha) "Lo peor imaginable; Horrible; Pobre; OK; Bien; Excelente; Mejor imaginable"). Desarrollaron una escala de calificación en la que SUS puntuaciones por debajo de 60 eran una "F", entre 60 y 69 eran una "D", entre 70 y 79 eran una "C", entre 80 y 89 eran una "B", y 90 y más eran una "A"". [36]

Al compararlo la tabla con el resultado del valor general promedio de 89,375, podemos clasificarlo en el rango de usabilidad de un 99 %. Por consiguiente, concluimos que el prototipo de aplicación es muy usable.

Anexo 1: Cuestionario usabilidad prototipo de aplicación móvil

Cuestionario usabilidad prototipo de aplicación móvil LSC

Conteste las siguientes preguntas donde 1 es muy en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo

*Obligatorio

Creo que usaría esta aplicación frecuentemente *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Encuentro esta aplicación innecesariamente compleja *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Creo que la aplicación fue fácil de usar *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta aplicación *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Las funciones de esta aplicación están bien integradas *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Creo que la aplicación es muy inconsistente *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Imagino que la mayoría de las personas aprendería a usar esta aplicación de forma rápida *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Encuentro que la aplicación es muy difícil de usar *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Me siento seguro de usar esta aplicación *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar esta aplicación *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	○	○	○	○	○	Totalmente de acuerdo

Enviar

Anexo 2: Aprobación de uso material audiovisual

Uso de material audiovisual Recibidos x

EDWARD MIGUEL AFANADOR ACEVEDO <eafanador691@unab.edu.co> lun, 8 mar 16:26
para accesibilidaddigital

Tengan un cordial saludo.

me dirijo a ustedes para solicitar el permiso de uso del material audiovisual disponible en su canal de youtube "[redacted]" ya que me encuentro realizando mi tesis de grado que consta de un traductor del español al lenguaje de señas y este material facilita trabajo del mismo.

Quedo atento ante cualquier novedad.

Edward Miguel Afanador Acevedo
estudiante de ingenieria de sistemas UNAB

Ayudas Para Todos <accesibilidaddigital@gmail.com> lun, 8 mar 16:29
para mí

Saludos si es reproducirlo en línea desde nuestra cuenta si, descargarlo y usarlo aparte no

...

El lun., 8 de marzo de 2021 4:26 p. m., EDWARD MIGUEL AFANADOR ACEVEDO <eafanador691@unab.edu.co> escribió:

> Tengan un cordial saludo.
>
> me dirijo a ustedes para solicitar el permiso de uso del material audiovisual disponible en su canal de youtube "[redacted]" ya que me encuentro realizando mi tesis de grado que consta de un traductor del español al lenguaje de señas y este material facilita trabajo del mismo.
>
> Quedo atento ante cualquier novedad.
>
> Edward Miguel Afanador Acevedo
> estudiante de ingenieria de sistemas UNAB

OK. GRACIAS! Ah ok.

8. Conclusiones

El proyecto realizado contribuye a la disminución de la brecha digital existente para las personas Sordas en Colombia. Aún hoy día la lengua de señas es un tema al cual no se le da la importancia que amerita e incluso estuvo prohibida durante algunos años en el país, por tal razón , es primordial poder identificar aquellos factores que impiden el correcto desarrollo de las personas sordas en el país, encontrando soluciones que se ajusten a las necesidades de esta población, en pocas palabras, quedan puntos importantes en los que pensar y muchos otros en los que se debe trabajar más a fondo para un correcto despliegue una solución.

Para el correcto desarrollo de este proyecto, consideramos importante caracterizar la lengua de señas colombiana, identificar sus diferencias con las demás lenguas de señas en el mundo y demás características dentro de su uso por personas con o sin discapacidad auditiva, de manera que pudiésemos conocer la lengua de señas colombiana y de qué manera haciendo uso de una aplicación móvil podemos disminuir la brecha social que existe entre las personas con sordera y personas del común.

Así mismo es importante resaltar que son muchas las cosas aprendidas durante el desarrollo del proyecto, sin embargo, consideramos que la más importante de todas es el trabajo en equipo y la planeación que se requiere para el buen desarrollo de la tesis

9. Recomendaciones

Para la continuación de este proyecto se presentan algunas sugerencias que pueden desarrollarse y que no han podido ser tratadas en su totalidad. Entre las posibles mejoras se destacan:

- Ampliación de la base de datos de palabras, con palabras más complejas en cuanto a su seña y uso dentro del lenguaje.
- Mejorar la interfaz de usuario añadiendo más opciones en las que el usuario pueda encontrar información sobre el lenguaje de señas colombiano.
- Ampliar el uso del aplicativo no solo para personas sin discapacidad sino también para personas con sordera.
- Incluir dentro de la fase de pruebas del prototipo a las personas sordas

10. Referencias

[1] O. M. A. Mejía, «Los Sordos y la legislación educativa para minorías lingüísticas,» 2018. [En línea]. Available: https://grupogeard.com/co/blog/concursos-docentes/legislacion-educativa-minorias-linguisticas/.

[2] «INSOR,» 2019. [En línea]. Available: http://www.insor.gov.co/bides/experiencia-universidad-ecci/. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].

[3] «PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2019-2022 INSOR,» INSOR, 2019.

[4] L. Rojas, «Colombia: Acceder a la educación superior no es tarea fácil para las personas sordas,» *LATINAMERICAN POST,* p. 1, 28 11 2019.

[5] *Ley 324 de 1996,* Bogotá, 1996.

[6] N. R. Melo, «red de portales instituto caro y cuervo,» [En línea]. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].

[7] S. K. ,. A. K. ,. S. K. Yash Patil, AI-Enabled Real-Time Sign Language Translator, Singapore: Springer Singapore, 2020.

[8] V. M. N. P. Nagori, «Communication Interface for Deaf-Mute People using Microsoft Kinect,» de *2016 International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT)*, 2016, pp. 640-644.

[9] C.-K. Y. Q.-V. T. Vi N. T. Truong, «2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics,» de *A translator for American sign language to text and speech*, 2016, pp. 1-2.

[10] A. J. M. G. M Mahesh, «2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI,» de *Sign language translator for mobile platforms*, 2017, pp. 1176-1181.

[11] D. A. C. M. A. Á. R. A. S. Sindey Carolina Bernal Villamarin, «2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE),» de *Application design sign language colombian for mobile devices VLSCApp (Voice Colombian sign language app) 1.0*, 2016, pp. 1-5.

[12] E. M. G. J. B. Gabriel Jiménez, «Automatic method for Recognition of Colombian Sign Language for vowels and numbers from zero to five by using SVM and KNN,» de *2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingenieria (CONIITI)*, 2019, pp. 1-6.

[13] M. D. G. S. V. Pietro Battistoni, «AI at the Edge for Sign Language Learning Support,» de *2019 IEEE International Conference on Humanized Computing and Communication (HCC)*, 2019, pp. 16-23.

[14] S. He, «Research of a Sign Language Translation System Based on Deep Learning,» de *2019 International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacturing (AIAM)*, 2019, pp. 392-396.

[15] P. W. Teranai Vichyaloetsiri, «Web Service framework to translate text into sign language,» de *2017 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*, 2017, pp. 180-184.

[16] Y. X. Kshitij Bantupalli, «American Sign Language Recognition using Deep Learning and Computer Vision,» de *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2019, pp. 4896-4899.

[17] R. R. C. C. C. H. Verónica Tapia, «Translation system of voice and text to language of signs,» de *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 2017, pp. 1-5.

[18] S. S. S. Krunal Saija, «WordNet Based Sign Language Machine Translation: from English Voice to ISL Gloss,» de *2019 IEEE 16th India Council International Conference (INDICON)*, 2019, pp. 1-4.

[19] «Aitana,» [En línea]. Available: https://blog.aitana.es/2018/10/16/visual-studio-code/. [Último acceso: 24 Abril 2021].

[20] «Ceupe,» [En línea]. Available: https://www.ceupe.com/blog/aplicaciones-moviles-tipos-ventajas-e-inconvenientes.html. [Último acceso: 9 Septiembre 2020].

[21] «Lancetalent,» [En línea]. Available: lancetalent.com/blog/tipos-de-aplicaciones-moviles-ventajas-inconvenientes/#:~:text=Una%20aplicación%20web%20o%20webapp,que%20se%20usará%20la%20aplicación.. [Último acceso: 9 Septiembre 2020].

[22] «QualityDevs,» [En línea]. Available: https://www.qualitydevs.com/2019/07/05/que-es-flutter/. [Último acceso: 3 Mayo 2021].

[23] «Google Cloud,» [En línea]. Available: https://cloud.google.com/speech-to-text/. [Último acceso: 10 Septiembre 2020].

[24] «Innovan.do,» [En línea]. Available: https://innovan.do/2015/04/18/que-es-text-to-speech-sintesis-del-habla-definicion/. [Último acceso: 11 Mayo 2021].

[25] «Back4App,» [En línea]. Available: https://blog.back4app.com/es/que-es-firebase/. [Último acceso: 8 Mayo 2021].

[26] «Clinica Barcelona,» [En línea]. Available: https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/sordera/definicion. [Último acceso: 10 Septiembre 2020].

[27] «Universidad de San Buenaventura Cali,» [En línea]. Available: https://www.usbcali.edu.co/node/6624. [Último acceso: 10 Septiembre 2020].

[28] Enríquez Ruiz, José Luis , Farías Palacín, Elías , Flores Flores, Eder , Honores Solano, Cesar, Llanos Muñoz, Roger , López Cordero, William , Medina Luna, Victoria Oscar, Olivos Colchado, Carlos, Torres Quito, Carlos , Velásquez Soto, Gilmer,Zúñiga Ángel, «METODOLOGÍA DE DESARROLLO,» Universidad Católica de los Ángeles Chimbote, Perú, 2017.

[29] «EcuRed,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Modelo_de_prototipos. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].

[30] «AspGems,» 5 Abril 2019. [En línea]. Available: https://aspgems.com/metodologia-de-desarrollo-de-software-iii-modelo-en-espiral/. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].

[31] «IONOS,» 11 Marzo 2019. [En línea]. Available: https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/#:~:text=El%20desarrollo%20en%20cascada%20. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].

[32] C. Sorda, «cultura-sorda.org,» 2011. [En línea]. Available: https://cultura-sorda.org/lengua-de-senas/. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].

[33] I. E. Colombia, Dirección, *La lengua de señas no es universal_Lenguaje en Lengua de Señas Colombiana_Contenido Corto.* [Película]. Colombia: Insor Educativo Colombia.

[34] INSOR, De la garantía a la realizacion del derecho a la salud en las personas sordas: análisis dificultades y oportunidades.

[35] I. N. p. s. (. Instituto Caro y Cuervo, Diccionario basico de la lengua de señas colombiana, 2011.

[36 J. R. Lewis, Quantifying the user experience, ELSEVIER, 2016.
]