



## **Comunicación accesible: El papel del traductor de significantes en la inclusión de personas sordas en la sociedad científica y cultural**

*Accessible communication: The role of the signifier translator in the inclusion of deaf people in the scientific and cultural society*

**John Fredy Montes Mora**

Docente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Ibagué, Colombia  
ORCID\_0000-0003-0466-3437

**Diego Fernando Castiblanco Franco**

Docente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Ibagué, Colombia  
ORCID\_0000-0001-6847-1659

## RESUMEN

La comunicación accesible es esencial para la inclusión de personas sordas en la sociedad científica y cultural. La barrera lingüística que enfrentan las personas sordas al tratar de acceder al español escrito puede limitar su autoeficacia y su capacidad para participar plenamente en la sociedad. Sin embargo, la tecnología de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y la Inteligencia Artificial ofrecen una solución innovadora: la aplicación de un traductor de significantes en español a la Lengua de Señas Colombiana (LSC).

Esta herramienta permite a las personas sordas comprender su entorno en español de manera autónoma, lo que fomenta la inclusión y la participación activa en la sociedad científica y cultural. La aplicación de la tecnología OCR en la detección, lectura y conversión de la lengua de señas colombiana es fundamental con el propósito de brindar mejores condiciones de vida a las personas que enfrentan discapacidad auditiva y para acercar dos culturas que tradicionalmente han estado alejadas por la barrera lingüística. En este artículo se describen las etapas de desarrollo del aplicativo móvil, la tecnología que se utiliza y el papel del traductor de significantes en la promoción de la comunicación accesible y que las personas sordas sean partícipes en una sociedad científica y cultural.

## ABSTRACT

Accessible communication is essential for the inclusion of deaf people in scientific and cultural society. The language barrier that deaf people face when trying to access written Spanish can limit their self-efficacy and their ability to participate fully in society. However, Optical Character Recognition (OCR) technology and Artificial Intelligence offer an innovative solution: the application of a Spanish signifier translator to Colombian Sign Language (CSL). This tool allows deaf people to understand their environment in Spanish in an autonomous way, which promotes inclusion and active participation in the scientific and cultural society. The application of OCR technology in the detection, reading, and conversion of Colombian Sign Language is essential to provide better living conditions for people with hearing disabilities and to bring together two cultures that have traditionally been distanced by the language barrier. This article describes the stages of development of the mobile application, the technology used, and the role of the sign language translator in promoting accessible communication and the participation of deaf people in a scientific and cultural society.

### PALABRAS CLAVE:

discapacidad auditiva, Lengua de Señas Colombiana, traductor de significantes, tecnología de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), comunicación accesible, Inclusión social.

### KEYWORDS:

hearing impairment, Colombian Sign Language, Translator of signifiers, Optical Character Recognition (OCR) technology, accessible communication, social inclusion.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación “Cerrando brechas, aproximando culturas: Desarrollo de una aplicación para la traducción de significantes a Lengua de Señas Colombiana (LSC) como estrategia de comunicación inclusiva sordo - oyente en Ibagué” correspondiente a la convocatoria 008 de 2019 trabajó con la comunidad sorda de la ciudad de Ibagué, las cuales tienen una percepción muy baja de su capacidad de comprensión de textos escritos en español. Además, se ha identificado que el rol del intérprete de LSC es vista como el canal a través del cual se puede comprender de forma tácita lo que se encuentra en un letrero o documento. Sin embargo, cuando las personas sordas no cuentan con este servicio o apoyo del intérprete, buscan alternativas digitales libres o de pago para entender el texto escrito. Resultado de lo anterior, se identifica que muchas personas sordas recurren a Google Imágenes para comprender el significado de las palabras contenidas en esos letreros o avisos. Asimismo, en reuniones con personas oyentes, los sordos intentan lograr comunicación alguna sin el apoyo del intérprete, utilizando señas o movimientos comunes, que es diferente al LSC, ya que utilizan expresiones corporales y viso gestuales. En estos casos, la respuesta del oyente comúnmente es escribir el mensaje en una hoja de papel para lograr que la persona sorda lo pueda comprender. Sin embargo, lo que es común, es que el sordo no entienda lo que el oyente ha plasmado en la hoja de papel.

En la investigación también se han explorado los recuerdos que las personas sordas tienen de su esfuerzo por comprender textos escritos, y se ha encontrado que la mayoría de ellos se remonta a su educación primaria y secundaria, donde se les transmitía directa o indirectamente que no eran lo suficientemente

hábil en español. Es importante destacar que las personas sordas no tienen dificultades para aprender a leer, sino que las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes no han sido las más adecuadas. La verdadera discapacidad no está en las personas sordas, sino en la falta de capacitación en LSC que se ha podido encontrar en algunas las instituciones educativas y docentes. Asimismo, es importante comprender que las personas con discapacidad auditiva acceden al español de manera diferente, ya que, al no poder oír, no han podido asociar los sonidos con las letras, lo que hace que la lectura sea un ejercicio memorístico más que de relación o de conceptos asociados, como comúnmente se ocurre en las personas auditivas.

Esto ha llevado a un aumento en la inseguridad de las personas sordas al intentar comprender el texto escrito, lo que indica que su autoeficacia resulte afectada, que de forma directa logra que la autoestima se debilite y no permita que la persona sorda tenga la capacidad suficiente para enfrentar este tipo de comunicación, diferentes al lenguaje que conocen. Para superar este condicionamiento negativo, es necesario propiciar la exposición de las personas sordas al español, sin depender del intérprete de LSC, pero sí con un aplicativo móvil que les permita identificar, entender y comprender en su propio LSC los textos escritos en español. Este aplicativo, al ser portable, genera autonomía e independencia, es asequible, se adapta al contexto a través de la inteligencia artificial y es fácil de usar. Además, puede tener otros beneficios, como propiciar en las personas oyentes el interés por aprender la lengua de señas, cerrar brechas lingüísticas entre sordos y oyentes y generar una lectura accesible móvil.

La tecnología de reconocimiento de caracteres en imágenes ha sido ampliamente

utilizada en la inteligencia artificial. Gracias a los algoritmos de aprendizaje profundo y las redes neuronales, la inteligencia artificial puede reconocer y extraer texto de imágenes con una alta precisión. Esta tecnología tiene aplicaciones en diversos campos, como la automatización de procesos empresariales, el análisis de documentos y la detección de fraudes. En el caso de las personas sordas, la tecnología de reconocimiento de caracteres en imágenes puede ser de gran ayuda para traducir el texto en imágenes a la lengua de señas. Al utilizar una herramienta de reconocimiento de caracteres en imágenes, se puede extraer el texto y, junto con la tecnología de traducción, se puede generar una representación visual de la información en lengua de señas, lo que facilita la comprensión para las personas sordas.

En la actualidad, existen aplicaciones móviles que utilizan la tecnología de reconocimiento de caracteres en imágenes, como: Google Lens, OCR Space, y Tesseract Open Source para traducir texto a la lengua de señas. Estas aplicaciones funcionan mediante el reconocimiento del texto en imágenes a través de la cámara del teléfono y su posterior traducción a lengua de señas, lo que permite a las personas sordas acceder a información que antes les resultaba inaccesible. Además, estas aplicaciones suelen contar con la supervisión de intérpretes de lengua de señas para garantizar la calidad de las traducciones y la comprensión adecuada de la información.

De acuerdo con la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es más que la ausencia de enfermedad, sino que también incluye la capacidad de un individuo para adaptarse y equilibrarse en su entorno. En este sentido, el aplicativo traductor de significantes a la lengua de señas colombiana cumple con este propósito para las personas sordas, quienes han enfrentado una historia de exclusión y frustración con

relación al español, lo que ha afectado su autoeficacia y calidad de vida. Ahora, con esta herramienta a su disposición, las personas con discapacidad auditiva tendrán mayores oportunidades de inclusión y participación plena en la sociedad, lo que les permitirá desarrollarse y adaptarse de manera más efectiva en su entorno.

## MARCO TEÓRICO

La accesibilidad en la comunicación es una necesidad crucial y una valiosa oportunidad que promueve la inclusión social y cultural de las personas con discapacidad auditiva. De acuerdo con la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas, se reconoce el derecho fundamental a la comunicación accesible, el cual debe ser asegurado tanto por los estados como por la sociedad en general. En este sentido, el rol del intérprete o mediador lingüístico adquiere gran importancia al facilitar y mediar en la comunicación entre personas sordas y oyentes en diversos contextos, incluyendo ámbitos científicos y culturales.

El trabajo del intérprete de lenguaje visual se centra en la interpretación y traducción de los componentes no verbales de la comunicación, tales como gestos, expresiones faciales y corporales, y otros elementos visuales que forman parte integral del lenguaje de señas utilizado por las personas con discapacidad auditiva. Según López (2017), el traductor de significantes debe tener un conocimiento profundo de la lengua de signos y la cultura sorda para poder transmitir de manera efectiva las ideas y conceptos de una lengua a otra.

En el ámbito científico, la comunicación accesible es esencial para lograr plenamente la participación plena y equitativa de las personas sordas en la investigación y el

desarrollo de nuevas tecnologías. Según Gómez y Moreno (2014), la traducción de significantes es una herramienta clave para superar las barreras que impiden la inclusión de las personas sordas en la comunidad científica, ya que permite la transmisión de información y conocimientos de manera efectiva y precisa.

*En la actualidad, existen aplicaciones móviles que utilizan la tecnología de reconocimiento de caracteres en imágenes, como: Google Lens, OCR Space, y Tesseract Open Source para traducir texto a la lengua de señas.*

En el ámbito cultural, la comunicación accesible es clave para proveer acceso a la información y el disfrute de las expresiones artísticas y culturales por parte de las personas sordas. Según Martínez y Gómez (2016), la labor del traductor de significantes en el ámbito cultural es esencial para garantizar la accesibilidad a eventos como obras de teatro, conciertos y exposiciones, y para promover la igualdad de oportunidades y la inclusión social y cultural de las personas sordas.

La inteligencia artificial ha sido utilizada en varios campos, incluyendo la medicina, la educación, la manufactura, la logística, la seguridad y muchas otras áreas. La capacidad de la IA para procesar altos volúmenes de datos y realizar análisis complejos en tiempo real ha permitido avances significativos en la toma de decisiones, la automatización de procesos, la optimización de recursos y la creación de nuevas soluciones. En este sentido, la IA se ha convertido en una herramienta clave para mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad en muchas industrias. La Inteligencia artificial (IA) se ha instaurado de forma sistemática en la mayoría

de los contextos relacionados con desarrollos tecnológicos gracias a sus facultades, que la constituyen en un medio novedoso de afrontar problemas complejos que requieren “atributos de carácter cognitivo análogos a los que se ejecutan en el ser humano” (Badaro, S., Ibañez, L. J., y Agüero, M.)

Adicionalmente, la inteligencia artificial (IA) ofrece una oportunidad para mejorar la calidad de los servicios de interpretación en lengua de signos. Según investigaciones realizadas por Zhang et al. (2020), se ha demostrado que la IA puede ser empleada en el desarrollo de sistemas capaces de reconocer y comprender el lenguaje gestual en tiempo real, lo cual facilitaría a los intérpretes realizar su trabajo con mayor efectividad y precisión. Asimismo, la IA también podría contribuir en la creación de sistemas destinados al entrenamiento y evaluación de intérpretes, promoviendo así mejoras tanto en la calidad como eficiencia del servicio.

También es importante destacar que una arquitectura TI robusta en el desarrollo de aplicaciones móviles, es capaz de soportar las cargas de trabajo esperadas, la cual es escalable para adaptarse a las necesidades cambiantes y que es segura para proteger los datos de los usuarios. La arquitectura TI robusta para aplicaciones móviles debe tener en cuenta los siguientes factores:

**Carga de trabajo:** La arquitectura debe ser capaz de soportar las cargas de trabajo esperadas de la aplicación. Esto significa que debe ser capaz de manejar un número suficiente de usuarios concurrentes, así como un volumen suficiente de datos.

**Escalabilidad:** La arquitectura debe ser escalable para adaptarse a las necesidades cambiantes de la aplicación. Esto significa que debe ser capaz de agregar nuevos recursos o cambiar la configuración para aumentar el rendimiento o la capacidad.

**Seguridad:** La arquitectura debe ser segura para proteger los datos de los usuarios. Esto significa que debe implementar medidas de seguridad para proteger los datos contra el acceso no autorizado, el uso indebido y la divulgación.

Entre otros elementos importantes para el desarrollo de la arquitectura robusta para aplicaciones móviles son:

*Una base de datos escalable:* la base de datos debe ser capaz de manejar un volumen creciente de datos.

*Un servidor web escalable:* el servidor web debe ser capaz de manejar un número creciente de usuarios concurrentes.

*Un servicio de almacenamiento en la nube:* el servicio de almacenamiento en la nube puede proporcionar una capa adicional de escalabilidad y seguridad.

*Un servicio de mensajería:* el servicio de mensajería puede utilizarse para la comunicación entre los componentes de la aplicación.

Por lo tanto, una arquitectura TI robusta es esencial para el éxito de cualquier aplicación móvil. Al implementar una arquitectura robusta, los desarrolladores pueden asegurarse de que sus aplicaciones puedan soportar las cargas de trabajo esperadas, escalar para adaptarse a las necesidades cambiantes y proteger los datos de los usuarios.

*También es importante destacar que una arquitectura TI robusta en el desarrollo de aplicaciones móviles, es capaz de soportar las cargas de trabajo esperadas.*

## METODOLOGÍA

### LA TECNOLOGÍA ASISTIVA COMO HERRAMIENTA DE INCLUSIÓN CULTURAL

En este estudio de enfoque cualitativo, se ha adoptado la metodología fenomenológica con el objetivo de obtener una comprensión clara de las subjetividades y percepciones tanto de la comunidad sorda como de aquellos que interactúan con ella. Para el estudio participaron diez (10) personas en condición de discapacidad auditiva registrados en la base de datos de la Asociación de Sordos del Tolima (ASORTOL) y que utilizan los servicios de la Asociación Tolimense de Intérpretes de Lengua de Señas (ATILS) y diez (10) familiares, docentes y pares educativos pertenecientes al círculo social de interacción primaria de las personas sordas vinculadas al proyecto.

Los métodos utilizados para recopilar información, como son entrevistas abiertas a la comunidad sorda con el apoyo del intérprete de LSC (Figura 1) y a los familiares mediante encuesta con preguntas cerradas (Figura 2), han permitido explorar cómo las personas sordas experimentan el idioma español, así como las experiencias pasadas que pueden haber influido en esas percepciones. Además, se ha investigado cómo los familiares y seres queridos se relacionan con el acceso al español para las personas con discapacidad auditiva.

Los resultados de la investigación han logrado identificar la necesidad de crear un aplicativo móvil que contribuya a la autoeficacia de las personas sordas en lo que respecta al manejo del español. También se ha tomado conciencia de la importancia de que los familiares y allegados aprendan la lengua de señas a través de la aplicación móvil para superar la barrera lingüística que representa el español.

Figura 1. Formato Entrevista aplicada a la persona sorda



ENTREVISTA – PROYECTO SORDOS

Preguntas:

1. ¿Cómo considera que es su desempeño en el uso del Castellano y qué aspectos cree que han influido en dicho proceso?
2. Describa su experiencia frente al uso del castellano en los siguientes ámbitos:
  - Ciudad:
  - Salud:
  - Educación:
  - Social:
3. ¿Qué estrategias ha desarrollado para facilitar la comprensión del castellano escrito en su contexto cotidiano? ¿Le han funcionado?
4. De acuerdo con su experiencia ¿Qué implicaciones tiene en su autoeficacia la comunicación inclusiva?
5. ¿Cuáles considera usted que podrían ser los beneficios de un aplicativo que traduzca mensajes del castellano a la LSC y que sea usado por Sordos y Oyentes?
6. Si tuviera que escoger entre un dispositivo portátil y un intérprete para acceder al Castellano escrito ¿Por cuál se decidiría y por qué?

Gracias por su atención.

**Nota.** Es importante precisar que la entrevista contó con el apoyo de un intérprete LSC adscrito a ATILS.  
**Fuente:** Autores

Figura 2. Formato Entrevista aplicada a familiares de personas sordas

PARA FAMILIARES

1. Cuando observa a su familiar Sordo usar el aplicativo percibe usted que: ¿Los vídeos expresan claramente la traducción del texto que el sordo desea entender?

Marqué con una X la casilla de su única respuesta	
• SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
• CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
• ALGUNAS VECES	<input type="checkbox"/>
• CASI NUNCA	<input type="checkbox"/>
• NUNCA	<input type="checkbox"/>

2. Cuando observa a su familiar Sordo usar el aplicativo percibe usted que: ¿Las señas utilizadas son acordes al vocabulario que conocen los sordos?

Marqué con una X la casilla de su única respuesta	
• SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
• CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
• ALGUNAS VECES	<input type="checkbox"/>
• CASI NUNCA	<input type="checkbox"/>
• NUNCA	<input type="checkbox"/>

3. Cuando observa a su familiar Sordo usar el aplicativo percibe usted que: ¿La interpretación utilizada contribuye a la apropiación del castellano en la persona sorda?

Marqué con una X la casilla de su única respuesta	
• SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
• CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
• ALGUNAS VECES	<input type="checkbox"/>
• CASI NUNCA	<input type="checkbox"/>
• NUNCA	<input type="checkbox"/>

**Nota.** Fragmento del formato de entrevista aplicada los familiares de las personas sordas.  
**Fuente:** Autores

Por otro lado, se ha utilizado la metodología ágil Mobile-D, creada por Pekka Abrahamsson de Technical Research Centre of Finland, la cual se basa en los principios del desarrollo ágil y está adaptada a las necesidades específicas del desarrollo de aplicaciones móviles. Para abordar las etapas claves en el desarrollo del aplicativo móvil, que incluye la exploración, inicialización, productización, estabilización y pruebas. En la etapa de exploración se ha establecido una planificación que define los alcances y limitaciones del desarrollo, para controlar la construcción del aplicativo en las tareas y su implementación.

El objetivo principal de este proyecto de investigación es desarrollar una aplicación móvil capaz de identificar y leer texto en entornos abiertos, y traducirlo automáticamente a la LSC. De esta manera, se busca mejorar la comunicación de las personas sordas con su entorno, brindándoles una herramienta que les permita entender y ser entendidos de manera más efectiva. La aplicación entregará la traducción en video a LSC para garantizar comprensión, ubicación y espacio para la persona sorda. Es importante destacar que el aplicativo se encuentra en la primera versión de su desarrollo y se espera que, una vez utilizado ampliamente por parte de la comunidad sorda, se amplíe la experiencia del usuario para mejorar su rendimiento y usabilidad en futuras actualizaciones.

En la etapa de inicialización, se realizaron análisis y pruebas en la aplicación móvil a través de la Application Programming Interface (API) como son Tesseract, Google Lens y Google Visionn, las cuales son ampliamente utilizadas para la identificación y reconocimiento de objetos, tratamiento de imágenes y extracción de textos contenidos en imágenes. Estas API, son de pago (Google Vision) y libres (Tesseract y Google Lens), cada una con sus características técnicas, estabilidad en su procesamiento y su tiempo

respuesta en el momento de ejecutar tareas de reconocimiento visual más complejos, que, para el proyecto, se seleccionó Google Vision.

Durante las fases de exploración, inicialización y productización, se describen en detalle los distintos módulos integrados en la aplicación móvil con el fin de garantizar el éxito en los procesos de identificación, reconocimiento y extracción de contenido textual. Estos módulos son fundamentales para proporcionar los insumos necesarios al algoritmo encargado del proceso de traducción a LSC. A continuación, se detallan los principales módulos que forman parte integral de la aplicación móvil:

1. Módulo de reconocimiento de texto: permite la identificación de texto contenido en imágenes para su posterior extracción y traducción a LSC.
2. Módulo de interpretación: se encarga de interpretar los datos extraídos del módulo de reconocimiento de texto y de generar la correspondiente traducción en LSC.
3. Módulo de gráficos: genera los gráficos necesarios para la comprensión de la traducción en LSC.
4. Módulo de visualización de imagen viso-gestual: permite la visualización de la imagen viso-gestual de la traducción en LSC generada por los módulos anteriores.

A continuación, se describe de forma técnica lo que a modo de desarrollo (capas de programación) se implementó y que garantiza el funcionamiento óptimo del aplicativo.

*El objetivo principal de este proyecto de investigación es desarrollar una aplicación móvil capaz de identificar y leer texto en entornos abiertos.*

Tabla 1. Capas de Programación - Aplicativo: Lectura accesible móvil

No.	Capa de programación	Descripción
1	Capa de Interpretación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de 100 significantes LSC en la base de datos.</li> <li>Colección de imágenes vinculadas a los significantes.</li> <li>Repositorio de textos claves para la interfaz gráfica del usuario.</li> </ul>
2	Capa de Interfaz Gráfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfaz gráfica UX/UI del APP.</li> <li>Iconografía y cuadros de diálogo intuitivos.</li> </ul>
3	Capa Inteligencia Artificial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algoritmo de reconocimiento OCR con IA para: recepción, procesamiento, conversión, rastreo, identificación, reconocimiento y resultado)</li> </ul>
4	Capa de Traducción a LSC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación y validación para su traducción del texto a LSC vinculando la imagen para el reconocimiento y comprensión por parte de la persona sorda.</li> </ul>

**Nota.** Descripción de cada uno de los módulos que harán parte del aplicativo móvil LSC.

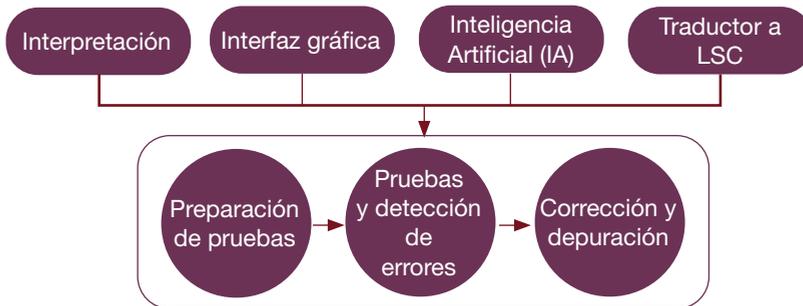
**Fuente:** Autores

La aplicación móvil consta de diversas capas, cada una con una función específica que permite llevar a cabo de manera secuencial el proceso de identificación, reconocimiento, validación y visualización del contenido textual extraído de las imágenes. Estas traducciones son altamente confiables debido a que han sido realizadas por intérpretes certificados por la Asociación Tolimense de Intérpretes de Lengua de Señas Colombiana (ATILS). En consecuencia, la aplicación garantiza un acceso preciso y

de calidad a la información presente en las imágenes para las personas sordas. Se ha puesto especial énfasis en asegurar la precisión y calidad en las traducciones.

En consecuencia, en la figura 3 se muestran los detalles del modelo de planificación de pruebas que se describe lo que internamente ocurre en el momento de utilizar el aplicativo móvil (Productización, Estabilización y Pruebas del aplicativo).

Figura 3. Modelo de pruebas y detección de errores



**Nota.** Elementos que componen el modelo de pruebas y detección de errores utilizados en el procesamiento de imágenes. Elaboración propia

*La aplicación móvil consta de diversas capas, cada una con una función específica que permite llevar a cabo de manera secuencial el proceso de identificación, reconocimiento.*

## RESULTADOS

Inclusión a través de la tecnología: Atendiendo las necesidades de la discapacidad mediante el desarrollo tecnológico

En la etapa de levantamiento de requerimientos para el desarrollo del aplicativo móvil, se ejecutaron una serie de pasos que permitieron el éxito en la validación y prueba de la API seleccionada. Estos pasos incluyeron:

1. Identificar requerimientos con base en las fuentes más relevantes.
2. Realizar entrevistas a la población sorda para entender las necesidades.
3. Verificar implicaciones, problemas no resueltos e inconsistencias con la información para evitar ambigüedades, clarificando las funcionalidades necesarias del aplicativo.
4. Confirmar la comprensión y claridad de los requerimientos del usuario para facilitar la integración del API en el entorno de programación.
5. Sintetizar sentencias apropiadas de los requerimientos para verificar si el aplicativo soporta accesos múltiples por parte de la población sorda.

La completitud de los requerimientos de *software* se agrupa en dos grandes categorías: los técnicos y los relacionados con la naturaleza humana, tal como se describe en la figura 4. De esta manera, se logró un proceso de levantamiento de requerimientos efectivo y preciso para el desarrollo del aplicativo móvil.

Figura 4. Problemas de levantamiento de requerimientos



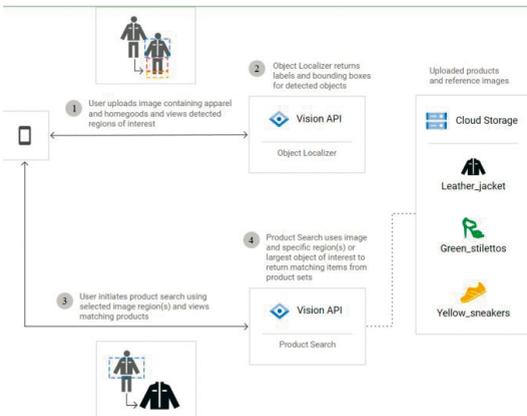
**Nota.** Descripción de los elementos que componen los problemas en el Levantamiento de Requerimientos adaptado: L'Kenfack, Etienne. "Requirements elicitation", Hauptseminar The GlobalSE Game (Applied Software Engineering).

Para el desarrollo del aplicativo móvil para el tratamiento de imágenes en reconocimiento de textos, se evaluó un conjunto de API, considerando aspectos como escalabilidad, seguridad, actualizaciones y soporte técnico. La API seleccionada fue Google Cloud Vision, una plataforma de inteligencia artificial que permite analizar imágenes y reconocer objetos y texto. Google Cloud Vision es una plataforma altamente escalable y personalizable, capaz de procesar grandes cantidades de imágenes en tiempo real. Además, es fácil de integrar con otras herramientas de Google Cloud, como Google Cloud Storage, lo que permite una gestión eficiente de los datos.

Otra ventaja de utilizar esta API es su alta precisión en el reconocimiento de objetos y texto en imágenes. Gracias a los algoritmos de aprendizaje profundo y las redes neuronales, la plataforma es capaz de identificar objetos y

texto con una precisión de hasta el 99%. Esto la hace ideal para aplicaciones en las que se requiere una alta precisión, como la detección de fraudes o la identificación de objetos en imágenes médicas. Además, cuenta con un modelo de aprendizaje automático que se actualiza regularmente con nuevos datos y algoritmos, lo que garantiza una alta precisión en el reconocimiento a lo largo del tiempo. A continuación, una descripción general de cómo funciona:

Figura 5. API de Cloud Vision

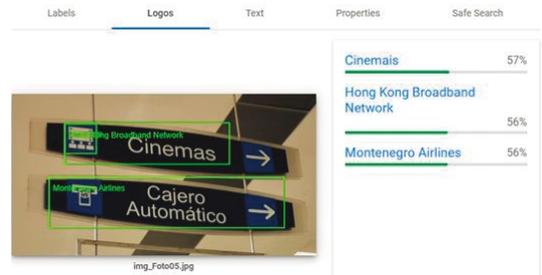


**Nota.** Descripción del funcionamiento del API de Cloud Vision - Cloud Functions. <https://cloud.google.com/vision?hl=es-419>

Es importante resaltar que se realizaron múltiples pruebas utilizando esta API en la nube, la cual posee una arquitectura de tecnología de la información (TI) sólida, estableciendo criterios y especificaciones para la detección de texto en imágenes. El proceso de procesamiento de las imágenes comienza con la identificación y separación de los diferentes colores presentes en ellas (como se muestra en la figura 6). Mediante el entrenamiento de una red neuronal con estos patrones identificados, se logra crear una referencia que puede ser utilizada posteriormente para detectar textos en futuras imágenes.

De esta manera, se consigue un proceso de rastreo más eficiente y preciso en el reconocimiento de texto en imágenes. El procesamiento será más ágil depurando las zonas que son oscuras, claras o gradientes, acelerando las tareas de conversión y detección. Aquí se muestra una prueba realizada a un letrero en un centro comercial de la ciudad de Ibagué:

Figura 6. Segregación Escala de Grises



**Nota.** Descripción del reconocimiento de textos en Aviso CC La Estación. (16 de abril de 2022).

**Fuente:** Autores

Tras llevar a cabo la segmentación basada en colores, el sistema es capaz de reconocer los bloques de texto presentes en las imágenes. Estos bloques representan áreas donde se identifica la presencia de palabras o frases relacionadas con actividades comerciales o sociales específicas dentro del amplio conocimiento almacenado por el motor inferencial. De esta manera, se logra una detección precisa y eficiente del texto contenido en las imágenes, asociándolo adecuadamente a su contexto correspondiente para mejorar la comprensión y utilización por parte del usuario final.

Una vez que los caracteres han sido agrupados en una o dos líneas, el sistema procede a buscar en la base de datos tanto los caracteres alfabéticos como no alfabéticos para extraer el contenido presente en la imagen capturada. Una vez identificado

el texto, se realiza una búsqueda del video correspondiente que contiene la traducción a Lengua de Señas Colombiana (LSC) y este es mostrado en la pantalla de la aplicación móvil. De esta manera, se facilita la interacción de las personas con discapacidad auditiva con su entorno al proporcionarles una herramienta capaz de brindar un acceso más accesible e inclusivo a la información disponible.

En las figuras 7 y 8 se presentan los diferentes significantes que ya contiene el aplicativo móvil y que hacen parte de los 100 elementos que fueron validados por las personas sordas que hicieron parte del proyecto y cuyo respaldo también fue corroborado por un intérprete de LSC que hace parte de Asociación de Intérpretes Traductores y Guías Intérprete del Tolima – ATILS. Con este proceso, se busca que las personas con discapacidad auditiva puedan comprender y tomar decisiones en tiempo real en su vida diaria, tanto en espacios cerrados como abiertos.

Figura 7. Significante Capturar - LSC



**Nota.** Traducción a LSC del significante Capturar. (16 de abril de 2022). **Fuente:** Autores

Figura 8. Significante Urgencias - LSC



**Nota.** Traducción a LSC del significante Urgencias. (16 de abril de 2022). **Fuente:** Autores

La aplicación móvil ha sido cuidadosamente desarrollada considerando los requisitos del usuario, así como la validación y verificación necesarias para satisfacer las necesidades informativas de las personas con discapacidad auditiva. La elección adecuada de tecnología ha permitido el desarrollo de una aplicación que puede ser aprovechada por usuarios sin importar la versión del sistema operativo de sus dispositivos móviles. Además, se ha diseñado como una aplicación multiplataforma para garantizar su accesibilidad y escalabilidad a lo largo del tiempo.

Durante las fases de exploración, inicialización y productización, se ha puesto un gran énfasis en el diseño de la aplicación móvil para asegurar que sea accesible, escalable y segura en su uso. Se ha trabajado diligentemente en la creación de una interfaz intuitiva que permita a las personas con discapacidad auditiva comprender y tomar decisiones en tiempo real tanto en entornos cerrados como abiertos. El objetivo principal

ha sido proporcionar a los usuarios con discapacidad auditiva una experiencia óptima al interactuar con la aplicación, facilitando un acceso fluido e inclusivo a través de una interfaz amigable y funcional.

## DISCUSIÓN

El aplicativo móvil contiene tan solo 100 significantes en su primera versión (Figura 9),

pero se proyecta realizar una segunda fase del proyecto incluyendo más descriptores que no solo sea la traducción de palabras claves, sino que incluya frases de comunicación convencional entre las personas en condición de discapacidad auditiva, así como las que son de uso frecuente y registradas por los miembros de la Asociación Tolimense de Intérpretes de Lengua de Señas Colombiana.

Figura 9. Relación de significantes para el aplicativo

Significantes para personas sordas - Uso de LSC		
<p><b>Espacios Físicos Bancario</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventanilla de pago</li> <li>• Asesor</li> <li>• Oficina de Gerente</li> <li>• Caja</li> <li>• Asesor Comercial</li> <li>• Atención al Usuario</li> <li>• Oficina Subgerente</li> <li>• Sala de Espera</li> <li>• Cajero Automático</li> </ul>	<p><b>Espacios Físicos Bancario</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de Espera</li> <li>• Sala</li> <li>• Consulta Externa</li> <li>• Urgencias</li> <li>• Admisión</li> <li>• Almacén</li> <li>• Administración</li> <li>• Entrada a Urgencias</li> <li>• Cuidados Intensivos</li> <li>• Radiología</li> <li>• Citaciones</li> <li>• Farmacia</li> <li>• Morgue</li> <li>• Rehabilitación</li> <li>• Esterilización</li> <li>• Cafetería</li> <li>• Unidad de Pediatría</li> <li>• Laboratorio</li> </ul>	
<p><b>Espacios Físicos Bancario</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baños</li> <li>• Entrada Principal</li> <li>• Ascensores</li> <li>• Escaleras</li> <li>• Plazoleta de Comidas</li> <li>• Parqueadero</li> <li>• Escaleras eléctricas</li> <li>• Zona Bancaria</li> <li>• Administración</li> <li>• Cinema</li> <li>• Gimnasio</li> </ul>	<p><b>Espacios Físicos Bancario</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rectoría</li> <li>• Biblioteca</li> <li>• Registro y Control</li> <li>• Parqueadero</li> <li>• Auditorio</li> <li>• Sala de Sistemas</li> <li>• Recepción</li> <li>• Cafetería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de comunicaciones</li> <li>• Talento Humano</li> <li>• Secretaría</li> <li>• ECSAH</li> <li>• ECBTI</li> <li>• ECEDU</li> <li>• ECISA</li> <li>• ECAPMA</li> <li>• INVIL</li> </ul>

**Nota.** Relación de los significantes incluidos en el aplicativo móvil.

**Fuente:** Autores

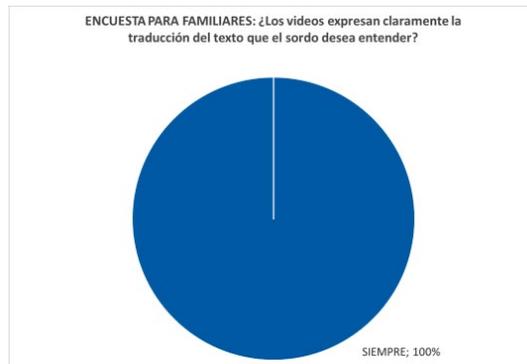
La colaboración con la comunidad sorda y de intérpretes de la lengua de señas es crucial para garantizar que las aplicaciones y tecnologías sean efectivas y relevantes para las necesidades de los usuarios. Según Choi y Lee (2019), la colaboración con los usuarios finales durante el proceso de diseño y desarrollo de tecnologías de accesibilidad es fundamental para garantizar

que las tecnologías sean accesibles, útiles y satisfactorias para los usuarios.

Como evaluación de experiencia de usuario por parte de las personas sordas y familiares, se describen algunos de los resultados obtenidos:

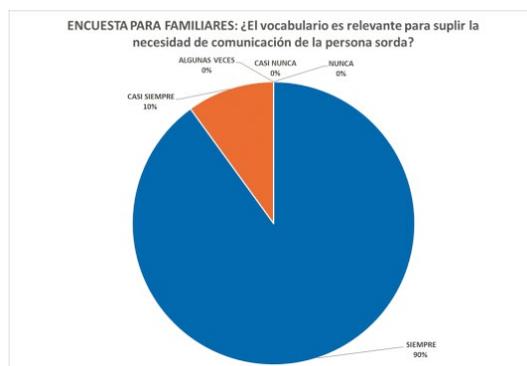
Para el caso de los familiares (Figura 10 y 11), se obtuvo que:

Figura 10. ¿Los videos expresan claramente la traducción del texto que el sordo desea entender?



**Nota.** De acuerdo con el gráfico anterior, frente a la pregunta ¿Los videos expresan claramente la traducción del texto que el sordo desea entender?, el 100% de los familiares de la comunidad sorda responden que los videos son claros y que el sordo entiende perfectamente.

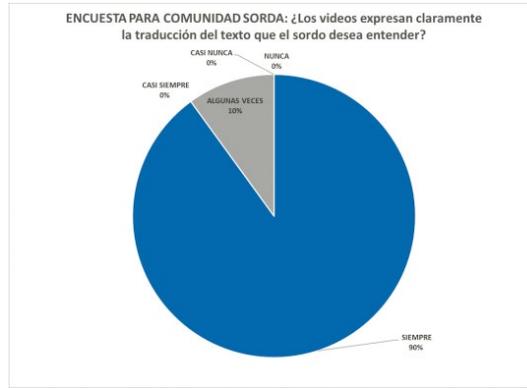
Figura 11. ¿El vocabulario es relevante para suplir la necesidad de comunicación de la persona sorda?



**Nota.** El gráfico de la pregunta, ¿El vocabulario es relevante para suplir la necesidad de comunicación de la persona sorda?, el 90% de los familiares de los sordos afirman que el vocabulario es relevante y permite suplir la comunicación con la persona sorda y el 10% restante casi siempre el vocabulario es relevante para suplir la necesidad de comunicación.

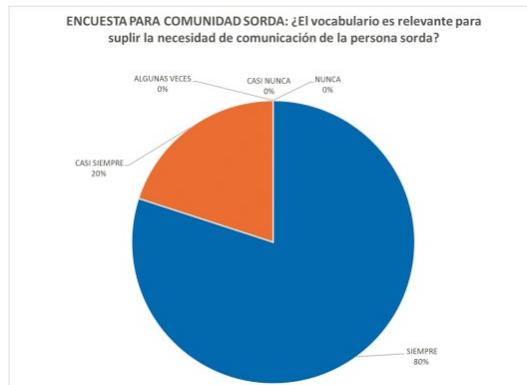
Para el caso de las personas sordas (Figura 12 y 13), se obtuvo que:

Figura 12. ¿Los videos expresan claramente la traducción del texto que el sordo desea entender?



**Nota.** De acuerdo con la gráfica anterior, frente a la pregunta, ¿Los videos expresan claramente la traducción del texto que el sordo desea entender?, el 90% de los sordos afirman que los videos son claros y la traducción es correcta a LSC y el 10% restante algunas veces los videos expresan claramente la traducción de texto a la lengua que el sordo comprende.

Figura 13. ¿El vocabulario es relevante para suplir la necesidad de comunicación de la persona sorda?



**Nota.** De acuerdo con la pregunta ¿El vocabulario es relevante para suplir la necesidad de comunicación de la persona sorda?, el 80% de los sordos afirman que el vocabulario suplir la comunidad de los sordos y el 20% restante de los sordos mencionan que casi siempre.

En el caso específico de las aplicaciones de traducción de lengua de señas, la colaboración con la comunidad de intérpretes de la lengua

de señas es esencial para garantizar la calidad y precisión de las traducciones. Según López (2017), los intérpretes de la lengua de señas

tienen un conocimiento profundo de la lengua y la cultura sorda, lo que los convierte en expertos en la traducción de significantes y en la adaptación de la comunicación a las necesidades de las personas sordas.

Por lo tanto, es importante que la segunda fase del proyecto de la aplicación móvil involucre una colaboración estrecha con la comunidad de intérpretes de la lengua de señas y con las personas sordas para garantizar que las nuevas funcionalidades sean relevantes, efectivas y satisfactorias para los usuarios. Esto no solo mejorará la calidad de la aplicación, sino que también ayudará a fomentar la inclusión y la participación de las personas sordas en la sociedad.

## CONCLUSIONES

La aplicación de traducción de significados a Lengua de Señas Colombiana se convierte en una herramienta poderosa para promover la inclusión y el aprendizaje tanto de la Lengua de Señas Colombiana como del español escrito. Esto facilita la fluidez lectora en las personas sordas y contribuye a reducir las barreras existentes en la comunicación. No obstante, es importante cuestionarnos si el uso de esta tecnología puede reemplazar completamente la labor del intérprete a largo plazo en la comunicación con las personas sordas, o si simplemente se trata de una herramienta más que puede complementar y mejorar la experiencia comunicativa. En cualquier caso, el desarrollo de este aplicativo es un gran avance en la búsqueda de soluciones tecnológicas inclusivas y accesibles para la comunidad sorda.

Actualmente, los sistemas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), tanto en formato impreso como digital, forman parte de diversas investigaciones que buscan

desarrollar sistemas inteligentes avanzados. Estos sistemas, con una infraestructura robusta y escalable de tecnología de la información, pueden proporcionar soluciones tecnológicas para personas con discapacidad visual y auditiva. Por esta razón, es esencial realizar un levantamiento de requerimientos para identificar las necesidades y construir aplicativos que satisfagan o resuelvan la problemática identificada. En este sentido, la tecnología y la ciencia se convierten en hitos fundamentales para el estudio de la ciencia, tecnología e innovación en los escenarios socioculturales.

Aunque los avances en la tecnología de reconocimiento de voz y traducción de lengua de señas han mejorado significativamente la accesibilidad para las personas sordas, aún existen desafíos técnicos y de diseño que deben ser abordados para garantizar la efectividad y la accesibilidad de estas tecnologías. Según Fernández et al. (2019), algunos de los desafíos incluyen la calidad y la precisión de la traducción automática, la adaptación a las variaciones regionales de la lengua de señas y la adaptación a las necesidades individuales de los usuarios.

La accesibilidad financiera de las tecnologías de asistencia para personas sordas es un tema importante. Estas tecnologías pueden mejorar significativamente la calidad de vida y la inclusión social de las personas sordas, pero pueden ser costosas. Por lo tanto, es importante que se hagan esfuerzos para garantizar la accesibilidad financiera de estas tecnologías y para promover políticas públicas que apoyen a las personas con discapacidad auditiva, fomentando la enseñanza de la LSC como un dispositivo que promueva la comunicación accesible disminuyendo a corto tiempo la brecha comunicacional.

## REFERENCIAS

- Ahn, C. R., Lee, S., Sun, C., Jebelli, H., Yang, K., & Choi, B. (2019). Wearable sensing technology applications in construction safety and health. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(11), 03119007.
- Badaro, S., Ibañez, L. J., y Agüero, M. (2013). Sistemas expertos: Fundamentos, metodologías y aplicaciones. *Ciencia y Tecnología*, 13, 349-364.
- Díaz, D., y Casanova, M. (2020). Uso de inteligencia artificial para mejorar la comunicación entre personas sordas y oyentes. *Revista de Tecnología e Innovación*, 7, 35-48.
- Fernández, J., García, M., y López, E. (2019). Aplicaciones de la inteligencia artificial para mejorar la accesibilidad de contenidos culturales para personas sordas. *Revista de Cultura y Sociedad*, 26, 87-102.
- Gómez, C., y Moreno, J. (2014). El papel del traductor de significantes en la inclusión de personas sordas en la comunidad científica. *Revista de Investigación en Ciencias Naturales y Exactas*, 7, 45-56.
- López, E. (2017). Traducción de significantes en el ámbito de la lengua de signos española. *Revista de Lengua y Literatura*, 18, 227-240.
- Martínez, R., y Gómez, A. (2016). La labor del traductor de significantes en la accesibilidad cultural para personas sordas. *Revista de Cultura y Sociedad*, 23, 87-99.
- Zhang, X., Wang, Y., y Chen, Y. (2020). Aplicaciones de la inteligencia artificial en los servicios de interpretación de la lengua de signos. *Revista de Investigación en Ciencias Naturales y Exactas*, 13, 45-56.

## BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL

- Alekhin, A., Bradski, G., Korniyakov, K., Shabunin, M., y Eruhimov, V. (2020). *Proyecto OpenCV desarrollado por BSD*. <https://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>
- Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas. (2006). <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>
- Google Cod. (2015). Documentación Proyecto Tesseract-OCR. <https://github.com/tesseract-ocr/>
- Gupta, G. (2015). Sistema Android OCR: Aplicación OCR con utilización de cámara del celular. <https://github.com/GautamGupta/Simple-Android-OCR>

- Herrera, L., y Muñoz, D. (2017). Inteligencia artificial y lenguaje natural. *Lenguas Modernas*, 19, 157-165. <https://lenguasmodernas.uchile.cl/index.php/LM/article/view/45790>
- Mariño, S., y Primorac, C. (2016). Propuesta metodológica para desarrollo de modelos de redes neuronales artificiales supervisadas. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 6, 231-245.
- Mendoza Escobar, F. (2018). Cloud visión API para la detección y traducción de objetos físicos-personas con discapacidad visual (Tesis doctoral). Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/17480>
- Romero Gómez, Y. R., Yoo, P. D., y Guun, S. (2019). Plataforma de servicio para la identificación de placas vehiculares que permita la automatización del control de parqueaderos. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25765/1/T-ESPE-044739.pdf>

