



ANÁLISIS DE PRUEBAS DE USABILIDAD EN PERSONAS SORDAS PARA UNA APLICACIÓN DEL ENTORNO MÉDICO: CASO DIALOGAPP

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
INFORMÁTICO

Felipe Nicolás Fuentes Villegas

Profesora guía: Claudia López Moncada

Profesor correferente: Andrea Vásquez



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: **Análisis de pruebas de usabilidad en personas sordas para una aplicación del entorno médico: Caso DialogApp**

Nombre del candidato(a): **Felipe Nicolás Fuentes Villegas**

Carrera / Grado: **Ingeniería Civil Informática**

Campus: Casa Central Departamento: **Informática**

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Claudia López Moncada, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

1. He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
2. El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 22 Enero 2026

Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 21 de enero, 2026

Firma: _____



Dedicatoria

Este trabajo extenso va dedicado a todas las personas que fueron parte del proceso, familia, amigos, los que están conmigo y los que ya no están.



Agradecimientos

Para comenzar, quisiera agradecer a mi profesora guía, Claudia López, por la oportunidad de llevar este trabajo en conjunto. Cada vez que tuvimos reunión e incluso en las clases, tenía algo para decir para mejorar, ya sea este mismo trabajo de investigación, como también la posibilidad de mejorar como futuro ingeniero.

Agradecer a mi familia, en particular a mi madre, Paula Villegas, por haber estado conmigo en todo el proceso académico y en mi formación como persona. Gracias por estar siempre dispuesta a ayudar, incluso cuando no tienes idea de lo que estoy haciendo, tu compañía siempre ha sido la más importante. También agradecer a mi padre, José Fuentes, ya que toda la vida has sido el ejemplo de que hay que vivir buscando lo que te apasiona, por tus consejos sobre situaciones particulares o esas veces que nos pusimos filosóficos y me enseñaste muchas cosas sobre la vida, que hasta el día de hoy tengo presentes y me han servido para ser resiliente ante cualquier adversidad.

A mis amigos, quienes hicieron este camino universitario más ligero. A Benjamín Cayo, a quien conocí en aquella fila de la JIM, siendo mi primer contacto con esta vida universitaria. Y muy especialmente a quienes conocí a través de extensas jornadas de estudio y juegos en el querido servidor de Discord: Diego Pérez, Angelo Miranda, Martín Ruiz y Diego Aliaga. Es irónico pensar que la pandemia, un evento que nos alejó de la universidad, fue precisamente lo que nos unió y nos permitió forjar este grupo tan unido. Gracias a todos por la compañía, las risas y por demostrar que la amistad trasciende la presencialidad y cualquier circunstancia adversa.

Y finalmente a ti, Millaray Gómez, por ser un pilar fundamental en este cierre de ciclo. Gracias por tu insistencia incansable y por no dejarme decaer, impulsándome siempre a terminar lo que empecé. Tu cariño y compañía fueron mi refugio en los días difíciles. Además, agradecerte y reconocer tu rol vital en esta investigación: fuiste tú quien me abrió las puertas y me conectó con la comunidad Sorda de Marga Marga, un puente sin el cual este trabajo no habría tenido la misma profundidad ni sentido.

Resumen



Esta memoria de título presenta un análisis de la experiencia de usuario de DialogApp, una aplicación móvil diseñada para mediar la comunicación entre pacientes Sordos y profesionales de la salud en Chile. A través de una metodología de Diseño Centrado en la Persona, que incluye la creación de dos perfiles de usuario comparables, pruebas de usabilidad moderadas y el análisis de métricas cuantitativas y cualitativas, se identifican problemas críticos de interacción y se propone un rediseño de interfaz fundamentado en la evidencia. El estudio concluye que la viabilidad de las tecnologías de asistencia como DialogApp no reside únicamente en su precisión algorítmica, sino de manera fundamental en una experiencia de usuario que sea confiable y adaptada a las necesidades de la población Sorda. Se concluye que elementos como la expresividad no manual del avatar y la retroalimentación visual son componentes funcionales esenciales para la usabilidad y la aceptación por parte de la comunidad Sorda, sentando las bases para una herramienta con el potencial de mejorar significativamente la autonomía y la calidad de la atención sanitaria.

Palabras clave – Usabilidad, Visión por computadora, Diseño Centrado en Personas.

Abstract

This thesis presents a comprehensive analysis of the user experience of DialogApp, a mobile application designed to mediate communication between Deaf patients and healthcare professionals in Chile. Through a Person-Centered Design methodology, which includes the creation of user personas, moderated usability testing, and the analysis of quantitative and qualitative metrics, critical interaction issues are identified, and an evidence-based interface redesign is proposed. The study concludes that the viability of assistive technologies like DialogApp does not rely solely on algorithmic accuracy, but fundamentally on a user experience that is intuitive, reliable, and culturally resonant. It is demonstrated that elements such as the avatar's non-manual expressiveness and visual feedback are essential functional components for the usability of DialogApp by the Deaf community, laying the groundwork for a tool with the potential to significantly improve autonomy and the quality of healthcare.

Keywords – Usability, Computer Vision, Person-Centered Design.

1. Introducción

1.1. Contextualización: la brecha comunicacional en la atención sanitaria para la comunidad Sorda en Chile

El acceso equitativo a la atención sanitaria es un derecho fundamental y un pilar para el bienestar de cualquier sociedad. Sin embargo, para la comunidad Sorda en Chile, este acceso se ve sistemáticamente obstaculizado por una profunda brecha comunicacional. Esta barrera no solo representa un inconveniente, sino una falla sistémica que compromete la calidad de la atención, la autonomía del paciente y la privacidad en uno de los contextos más vulnerables de la vida humana.

La legislación chilena, a través de la Ley N° 20.422, establece un marco para la igualdad de oportunidades y la inclusión social de las personas con discapacidad, buscando eliminar cualquier forma de discriminación y asegurar su plena inclusión social (Ley N° 20.422, 2010). A pesar de este marco legal, la realidad en los centros de salud dista de ser inclusiva. Investigaciones y manuales de atención específicos para esta población en Chile revelan una problemática multifacética. Un porcentaje significativo de la población Sorda se encuentra en una situación de vulnerabilidad social, con un 38% de este colectivo ubicado en los segmentos más desfavorecidos, y una dependencia del sistema de salud público (FONASA) que alcanza el 94% (Universidad de Chile, 2018).

Esta dependencia se agrava por las dificultades comunicacionales directas: el personal de salud no comprende las necesidades expresadas por los pacientes Sordos, y a su vez, los pacientes no logran entender plenamente las indicaciones médicas (Quiroga & Echeverría, 2018). Esta situación deriva en malentendidos que pueden conducir a errores en la medicación, falta de adherencia a los tratamientos y, en última instancia, a peores resultados de salud, como lo documentan estudios que señalan que un 33% de las personas sordas se sienten inseguras sobre las instrucciones médicas recibidas (Universidad de Chile, 2018).

La dependencia de un intérprete de Lengua de Señas Chilena (LSCh), cuando está disponible, resuelve parcialmente el problema de la comprensión, pero introduce una nueva complicación: la vulneración de la privacidad. En consultas de alta sensibilidad, como las ginecológicas o urológicas, la presencia de un tercero —a menudo un familiar o amigo— puede generar incomodidad y cohibir al paciente, limitando la franqueza necesaria para un diagnóstico y tratamiento adecuados. Además, la escasez de intérpretes calificados, especialmente con conocimiento de terminología médica en LSCh, es una barrera logística y económica persistente (Quiroga & Echeverría, 2018).

La problemática, por lo tanto, no es meramente lingüística. Constituye una violación de los

derechos fundamentales a la salud, la privacidad y la autonomía, contraviniendo los principios de la Ley N° 20.422. La brecha evidencia una desconexión histórica entre la intención legislativa generalista y la realidad vivida por la comunidad Sorda. El marco legal inicial, si bien bienintencionado, resultó insuficiente al no abordar explícitamente la dimensión lingüística como un pilar de la inclusión. Esta insuficiencia fue reconocida y abordada posteriormente con la promulgación de la Ley N° 21.303, que reconoce la LSCh como lengua oficial, estableciendo un nuevo paradigma en el que se inserta la propuesta de esta tesis (Ley N° 21.303, 2021).

1.2. Presentación de la solución: DialogApp, una intervención tecnológica para la autonomía y privacidad del paciente

En respuesta a las barreras sistémicas identificadas, surge DialogApp, una aplicación móvil diseñada como una intervención tecnológica para restaurar la autonomía y la privacidad del paciente Sordo en el entorno médico. DialogApp es una herramienta de traducción bidireccional en tiempo real que permite la comunicación entre la Lengua de Señas Chilena (LSCh) y el español hablado o escrito, sin necesidad de un intérprete humano presente.

La aplicación integra dos funcionalidades tecnológicas clave: la traducción de texto a seña mediante un avatar 3D, y la traducción inversa de seña a texto utilizando algoritmos de visión por computadora. Esta combinación permite una comunicación fluida donde el avatar actúa como intérprete visual para el paciente, mientras que la cámara del dispositivo captura y transcribe sus respuestas para el profesional de la salud. Es importante destacar que, en su fase actual, el reconocimiento de señas se limita al abecedario dactilológico debido a la alta complejidad que implica la generación de un *dataset* robusto para señas completas, esto es un desafío bien documentado en el campo de la visión por computadora para el reconocimiento de lenguas de señas (Microsoft, 2018).

El proyecto centra su desarrollo y validación en la V Región de Valparaíso, una decisión metodológica fundamentada en la reconocida variación de la LSCh a lo largo de Chile (Acuña et al., 2009). Al enfocar los modelos de inteligencia artificial en las variantes específicas de la región, se busca maximizar la precisión y, por ende, la efectividad de la herramienta para sus usuarios locales.

El valor fundamental de DialogApp reside en su potencial para empoderar al paciente Sordo, permitiéndole gestionar su comunicación de manera independiente y confidencial, especialmente en consultas médicas donde la privacidad es un factor crítico.

1.3. Planteamiento del problema de investigación y objetivos

A pesar de la sofisticación tecnológica de DialogApp, su capacidad para resolver la brecha comunicacional en salud depende de manera crítica de su usabilidad y accesibilidad para la comunidad Sorda. Una herramienta funcionalmente correcta pero con una interfaz de usuario confusa, poco intuitiva o que no considera las particularidades cognitivas y culturales de sus usuarios, no solo fracasará en su objetivo, sino que podría reforzar la exclusión digital que pretende combatir. La eficacia de la traducción mediante inteligencia artificial es nula si el usuario no puede interactuar con la aplicación de manera eficiente y confiable.

Por lo tanto, el problema central de esta investigación se formula de la siguiente manera: ¿Cuáles son los principales problemas de usabilidad que enfrentan las personas Sordas de la V Región al interactuar con las funcionalidades principales de DialogApp, y cómo pueden estos hallazgos informar un rediseño de la interfaz que mejore significativamente la experiencia de usuario en el contexto médico?

Para responder a la pregunta de investigación, se establecen los siguientes objetivos:

Objetivo General: Analizar la experiencia de usuario de la interfaz de DialogApp mediante pruebas con personas Sordas, con el fin de identificar problemas de usabilidad y proponer mejoras de rediseño que optimicen la interacción en un contexto médico.

Objetivos Específicos:

3. Definir los criterios clave de usabilidad y accesibilidad para personas Sordas en aplicaciones móviles, basándose en la literatura especializada y los estándares de la industria.
4. Diseñar y aplicar un conjunto de pruebas de usabilidad con usuarios Sordos de la V Región para evaluar las funcionalidades centrales de DialogApp: traducción de texto a seña y de seña a texto.
5. Identificar, a través de los resultados de las pruebas, los problemas de usabilidad y los patrones de interacción recurrentes, detectando áreas críticas de mejora en la experiencia de usuario.
6. Desarrollar y prototipar recomendaciones concretas de rediseño de la interfaz, basadas en la evidencia recopilada, para mejorar la accesibilidad, la eficiencia y la satisfacción del usuario.

2. Marco conceptual y teórico

2.1. El usuario Sordo: perspectivas culturales, lingüísticas y de interacción tecnológica

Para diseñar una herramienta tecnológica efectiva para una comunidad específica, es necesario ir más allá de una visión puramente técnica y adoptar un entendimiento profundo del usuario en su contexto integral. Esta sección establece el marco conceptual para

comprender al usuario Sordo, no como un receptor pasivo de tecnología, sino como un individuo perteneciente a una comunidad con una cultura, una lengua y unas características cognitivas y psicosociales propias que influyen directamente en la interacción humano-computadora.

2.1.1. La comunidad Sorda en Chile y la cultura Sorda

Es fundamental iniciar con una distinción terminológica que refleja un cambio de paradigma: la diferencia entre "sordo" y "Sordo". El término con minúscula, "sordo", se asocia a una perspectiva clínica o médica, que define la condición desde el déficit auditivo y la patología. En contraste, el término con mayúscula, "Sordo", emana de una perspectiva socio-antropológica y de derechos, reconociendo a la persona como miembro de una comunidad con una identidad, una cultura y una lengua propias. Adoptar esta última nomenclatura es un acto de respeto y un requisito para un diseño verdaderamente centrado en la persona. Esta distinción está formalmente reconocida en la legislación chilena a través de la Ley N° 21.303, que define a la "Persona sorda" y a la "Comunidad Sorda" en términos de identidad cultural y lingüística.

La Comunidad Sorda en Chile es reconocida como una minoría lingüística y cultural. Esta comunidad no se define únicamente por la ausencia de audición, sino por un conjunto compartido de experiencias, valores, tradiciones y, fundamentalmente, por el uso de la Lengua de Señas Chilena (LSCh) como principal vehículo de comunicación e identidad. En términos demográficos, según datos del Segundo Estudio Nacional de la Discapacidad (ENDISC II) de 2015, en Chile existen 712,005 personas con algún grado de pérdida de audición, de las cuales se estima que 179,268 tendrían sordera total (Ministerio de Desarrollo Social, 2015). Es crucial señalar que las cifras pueden presentar inconsistencias entre diferentes estudios, lo que refleja la dificultad de caracterizar a esta población.

2.1.2. La Lengua de Señas Chilena (LSCh) y sus variaciones regionales

La Lengua de Señas Chilena (LSCh) es una lengua natural, con una estructura gramatical, sintáctica y morfológica propia y compleja, que difiere significativamente del español. No es una simple codificación del español hablado a través de señas, sino un sistema lingüístico completo, visual y gestual. Su reconocimiento como lengua oficial de las personas Sordas en Chile, a través de la Ley N° 21.303, representa un hito legislativo que valida su importancia cultural e identitaria.

Un aspecto de vital importancia para el desarrollo de DialogApp es la existencia de variaciones dialectales en la LSCh a lo largo del territorio chileno. Investigaciones y la propia historia de las organizaciones Sordas, como la aparición de agrupaciones como ProSordos en la V Región, evidencian estas diferencias regionales (Acuña et al., 2009). Esta variación no es un detalle menor, sino un desafío de ingeniería y usabilidad de primer orden. Los modelos de inteligencia artificial, tanto para el reconocimiento como para la generación de señas, dependen de la consistencia y especificidad de sus datos de entrenamiento. Un modelo entrenado con una

LSCh "genérica" o de otra región, como Santiago, probablemente tendría una tasa de error inaceptablemente alta al ser utilizado por un usuario de Valparaíso, generando frustración y desconfianza en la aplicación. Por lo tanto, el enfoque de DialogApp en la V Región y su colaboración con organizaciones locales como la "Agrupación de sordos de Marga Marga" no es solo una limitación de alcance, sino una decisión metodológica sólida y necesaria para garantizar la validez y efectividad de la herramienta.

2.1.3. Factores psicosociales y cognitivos en la interacción tecnológica

La experiencia de ser una persona Sorda en un mundo predominantemente oyente moldea aspectos psicosociales y cognitivos que son cruciales para el diseño de interfaces. La comunicación y el procesamiento de información de las personas Sordas son eminentemente visuales. Esto implica que una interfaz efectiva debe priorizar una jerarquía visual clara, un diseño minimalista que evite la sobrecarga cognitiva, y el uso de iconografía en lugar de depender excesivamente del texto escrito.

La estructura gramatical de la LSCh es distinta a la del español, lo que puede resultar en un menor nivel de competencia en español escrito para muchos usuarios Sordos, especialmente aquellos cuya primera lengua es la LSCh. Este factor, documentado en estudios sobre la educación de la comunidad Sorda, tiene profundas implicaciones para el diseño de la interfaz de DialogApp: las instrucciones, los menús y la retroalimentación textual deben ser concisos, claros y utilizar un lenguaje sencillo.

Además, no se pueden ignorar los factores psicosociales. La exclusión sistémica puede generar en algunos miembros de la comunidad Sorda sentimientos de desconfianza hacia el mundo oyente, una menor autoestima o una mayor dependencia en ciertas situaciones. Estos factores pueden influir en la adopción y confianza hacia una nueva tecnología, especialmente una que media una interacción tan crítica como la consulta médica.

2.2. El contexto médico: comunicación, privacidad y estigma

El entorno médico es un espacio donde la comunicación precisa, la confianza y la privacidad son primordiales. Para la comunidad Sorda, este entorno se convierte a menudo en un campo de barreras y vulnerabilidades.

Las barreras de acceso a la salud para las personas Sordas en Chile, y por extensión en la V Región, van más allá de la simple dificultad de comunicación. Se traducen en una experiencia de atención fragmentada y a menudo deshumanizante. La dependencia de familiares o amigos como intérpretes improvisados, una práctica común ante la falta de profesionales, viola directamente el derecho a la confidencialidad del paciente, exponiendo información íntima y sensible. Esta situación puede llevar a los pacientes a omitir información crucial para su diagnóstico o a evitar por completo las consultas, especialmente las relacionadas con la salud sexual y reproductiva. La falta de comprensión mutua puede derivar en errores médicos,

diagnósticos tardíos y una baja adherencia a los tratamientos, perpetuando un ciclo de inequidad en salud.

Para abordar la definición del problema, es fundamental analizar las soluciones tecnológicas existentes y su percepción en la comunidad. Una de las tecnologías más prominentes, y a la vez controvertidas, es el implante coclear. Un implante coclear es un dispositivo electrónico que estimula directamente el nervio auditivo, proporcionando una sensación de sonido, pero no restaura la audición normal. En Chile, los implantes cocleares están cubiertos por políticas de salud como el programa de Garantías Explícitas en Salud (GES) y la Ley Ricarte Soto, siendo promovidos desde un modelo médico como una intervención beneficiosa.

Sin embargo, su uso está cargado de un complejo estigma social y cultural dentro de la comunidad Sorda. Desde una perspectiva socio-antropológica, la sordera no es una enfermedad que necesite ser "curada", sino una característica identitaria. La opción por un implante coclear puede ser interpretada por algunos miembros de la comunidad como un rechazo a la identidad y cultura Sorda, una sumisión a la norma oyente. El estudio (Lo et al., 2024) discute explícitamente la ansiedad y el estigma negativo que puede generar la visibilidad de los implantes cocleares, identificando dos construcciones de identidad claras, aquellos que exhiben orgullosamente su dispositivo e identidad, por otra parte, existen aquellos usuarios que buscan invisibilizar su condición para que pase desapercibida.

Este debate es crucial para el diseño de DialogApp. La población de usuarios será heterogénea: algunos pueden ser Sordos señantes que rechazan los implantes, otros pueden ser usuarios de implantes cocleares o pueden tener hipoacusia sin usar ninguna ayuda técnica (Quiroga & Echeverría, 2018). DialogApp, al centrarse en la LSCh, se alinea con el modelo socio-cultural, respetando la lengua y la identidad Sorda. No obstante, su diseño de interfaz no debe presuponer un tipo de usuario único. La tensión entre servir a la identidad cultural Sorda y ser una herramienta útil para toda la diversidad de la comunidad, incluidos los usuarios de implantes, es un desafío central. El éxito de la aplicación dependerá de su capacidad para ser una herramienta de comunicación inclusiva, no una declaración de identidad excluyente. Esto refuerza la necesidad crítica de una caracterización detallada de los usuarios a través de la metodología de DCP, para asegurar que el diseño final no excluya a segmentos importantes de su público objetivo.

2.3. Fundamentos del diseño para la accesibilidad: un enfoque centrado en la persona

La creación de una aplicación como DialogApp exige un marco metodológico que vaya más allá de la simple funcionalidad para abrazar la usabilidad y una buena experiencia de usuario. El Diseño Centrado en la Persona (DCP) proporciona este marco.

2.3.1. Definición y principios del Diseño Centrado en la Persona (DCP)

El Diseño Centrado en la Persona (o Diseño Centrado en el Humano) es una metodología

aplicada en un proceso de diseño en el que las necesidades, deseos y limitaciones de los usuarios finales de un producto, servicio o proceso reciben una atención prioritaria en cada etapa del ciclo de vida del diseño. A diferencia de los enfoques que se centran primero en las capacidades de la tecnología, el DCP parte de un profundo entendimiento del usuario. Sus principios fundamentales, como se describen en la norma internacional ISO 9241-210:2019, incluyen:

- **Comprensión explícita de los usuarios, sus tareas y sus entornos:** Se basa en la investigación directa, no en suposiciones.
- **Participación activa de los usuarios:** Los usuarios no son sujetos de prueba pasivos, sino colaboradores en el diseño y desarrollo.
- **Proceso iterativo:** El diseño es impulsado y refinado por una evaluación continua y centrada en el usuario.
- **Enfoque en la experiencia de usuario completa:** Aborda no solo la funcionalidad sino también la emoción, la satisfacción y el valor percibido.
- **Equipo de diseño multidisciplinario:** Integra diversas perspectivas (ingeniería, diseño, psicología, etc.).

Este enfoque se nutre de metodologías como el Design Thinking, que enfatiza la empatía y la ideación, y el Diseño Universal, que busca crear productos utilizables por el mayor número de personas posible sin necesidad de adaptación (ISO, 2019).

2.3.2. Principios de diseño de interfaz para usuarios Sordos

Si bien el Diseño Centrado en la Persona entrega el marco metodológico para comprender al usuario, la construcción técnica de la interfaz requiere directrices que aseguren la eliminación de barreras de acceso. En este contexto, las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) se establecen como el estándar internacional de referencia. Sin embargo, aplicar el DCP al diseño para usuarios Sordos implica algo más que seguir una lista de verificación; requiere traducir estos principios generales de accesibilidad a estrategias de diseño concretas y culturalmente relevantes. A continuación, se reinterpretan los cuatro pilares fundamentales de las WCAG bajo la óptica de las necesidades visuales y cognitivas de esta comunidad:

- **Perceptible:** La información debe presentarse de forma predominantemente visual. Esto exige un alto contraste entre texto y fondo, tipografías claras y legibles, y el uso de alternativas visuales para cualquier información que normalmente se transmitiría por sonido. La iconografía debe ser clara y universalmente comprensible para reducir la dependencia del texto (Kushalnagar & Yeager, 2019).
- **Operable:** La interfaz debe ser fácil de navegar. Esto incluye botones y elementos interactivos de gran tamaño para facilitar su pulsación, una estructura de navegación simple y lógica, y la provisión de retroalimentación no auditiva para confirmar las acciones del usuario.
- **Comprensible:** El diseño debe ser minimalista para evitar la sobrecarga cognitiva. La

información debe presentarse de manera clara y concisa, evitando el texto excesivo. El lenguaje utilizado debe ser sencillo, considerando que el español puede ser una segunda lengua para muchos usuarios Sordos.

- **Robusto:** La aplicación debe ser compatible con las tecnologías de asistencia que los usuarios puedan emplear y funcionar de manera fiable en diferentes dispositivos y condiciones de red.

Un elemento clave dentro de estos principios es la retroalimentación no auditiva. Dado que las señales sonoras son inaccesibles, la aplicación debe comunicar estados, confirmaciones y errores a través de otros canales sensoriales. La **retroalimentación visual** (cambios de color, animaciones, iconos de estado) es fundamental (Kushalnagar & Yeager, 2019). La correcta implementación de estos mecanismos de retroalimentación es un objetivo central del rediseño propuesto en esta tesis.

3. Propuesta de solución

DialogApp se consolida como una aplicación móvil de asistencia comunicacional diseñada para operar de forma autónoma en consultas médicas, actuando como un intérprete digital bidireccional. Su arquitectura integra módulos de procesamiento de lenguaje natural y visión por computadora para cerrar la brecha lingüística entre el español y la Lengua de Señas Chilena (LSCh), permitiendo una interacción privada y directa sin depender de la disponibilidad de terceros.

La dinámica de uso se estructura en dos flujos complementarios que cubren el ciclo comunicativo. En la modalidad **Texto a Señá**, el profesional de la salud ingresa las indicaciones clínicas vía teclado y orienta el dispositivo hacia el paciente, permitiéndole visualizar la interpretación realizada por un avatar 3D. Inversamente, el flujo **Señá a Texto** permite al paciente iniciar la captura visual mediante la cámara frontal; el sistema reconoce los gestos en tiempo real, ya sea de letreo o señas específicas del *dataset*, y los transcribe en pantalla. Para finalizar su intervención, el usuario puede pausar la captura y activar la reproducción de audio (*Text-to-Speech*), asegurando que el profesional de la salud escuche el mensaje.

3.1. Plataformas de traducción e interpretación basadas en intérpretes humanos

En Chile, se han implementado diversas iniciativas que dependen de intérpretes humanos para facilitar la comunicación. Un ejemplo destacado es el sistema **Vi-sor Web**, impulsado por el Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS), que permite a los usuarios Sordos conectarse a través de videollamada con un intérprete de LSCh para realizar trámites o resolver consultas. De manera similar, la red **ChileAtiende** del Instituto de Previsión Social (IPS) ha integrado en varias de sus sucursales, incluyendo algunas en la Región de Valparaíso, sistemas de video interpretación para atender a usuarios Sordos (SENADIS, 2020).

Estas plataformas son valiosas porque ofrecen la alta calidad y la riqueza contextual que solo

un intérprete humano puede proporcionar. Sin embargo, su principal limitación es la disponibilidad. Operan en horarios restringidos y dependen de la conexión a internet y de la disponibilidad de un intérprete en el momento requerido. No resuelven la necesidad de comunicación espontánea, privada y autónoma en contextos imprevistos o fuera del ámbito de los servicios públicos, como una consulta médica de urgencia. DialogApp se posiciona como un complemento a estos servicios, ofreciendo una solución autónoma y disponible 24/7 directamente en el dispositivo del usuario, sin conexión a internet.

3.2. Análisis comparativo de aplicaciones móviles

El mercado de aplicaciones móviles ofrece diversas herramientas dirigidas a la comunidad Sorda, aunque con enfoques y funcionalidades variadas. Un análisis comparativo permite situar a DialogApp en este ecosistema.

Desde una perspectiva de usabilidad, este análisis es crucial para identificar las fricciones de interacción que las soluciones actuales imponen al paciente. Al contrastar las herramientas vigentes (Tabla 1), se muestra que la mayoría presenta deficiencias al ser unidireccionales, obligan al usuario a interrumpir el flujo comunicativo natural para buscar términos o cambiar de modalidad. Esto reduce la eficiencia de la consulta médica, justificando la necesidad de una herramienta fluida y bidireccional como DialogApp.

Tabla 1: Análisis Comparativo de Soluciones Tecnológicas para la Comunidad Sorda

Aplicación	Plataforma	Funcionalidad Principal	Dirección de Traducción	Tecnología de Señal	¿Soporta LSCh?
DialogApp	Android	Traducción en tiempo real	Texto ↔ Señal (bidireccional)	Avatar 3D, Visión por Computadora	Sí
IncluSeñas	Android	Educación/ Diccionario	Texto → Señal (unidireccional)	Videos de personas reales	Sí
Inlektus	Android	Educación	Texto → Señal (unidireccional)	Imágenes, videos	Sí
Hand Talk	Móvil, Web	Traducción	Texto → Señal (unidireccional)	Avatar 3D	No
Spread Signs	Móvil, Web	Diccionario colaborativo	Búsqueda de palabras	Videos de personas reales	No

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Identificación de brechas y oportunidades para DialogApp

El análisis comparativo revela una brecha significativa en el mercado tecnológico que DialogApp está posicionada para llenar. Las principales conclusiones son:

- **Falta de soluciones bidireccionales:** La mayoría de las aplicaciones existentes son unidireccionales, ya sea de texto a seña (como diccionarios o traductores con avatar) o de voz a texto. Ninguna de las soluciones analizadas ofrece una traducción bidireccional integrada en tiempo real, que es esencial para una conversación fluida.
- **Enfoque educativo o general:** Las aplicaciones chilenas como IncluSeñas e Inlektus tienen un enfoque educativo, no están diseñadas para la comunicación dinámica. Las herramientas internacionales carecen de soporte específico y preciso para la LSCh y sus variantes.
- **Ausencia de enfoque médico y de privacidad:** No se identificó ninguna aplicación que aborde específicamente el nicho de la comunicación médico-paciente para la comunidad Sorda en Chile, un contexto que, como se ha establecido, presenta desafíos únicos de privacidad, terminología y urgencia.
- **Innovación tecnológica:** La combinación de un avatar 3D para la generación de señas y un modelo de visión por computadora para el reconocimiento, todo operando en un dispositivo móvil, representa una innovación técnica significativa en el contexto de las aplicaciones de asistencia para la LSCh.

En resumen, DialogApp no es simplemente otra aplicación de lengua de señas. Su propuesta de valor es única y responde a una necesidad crítica y desatendida, justificando la definición del problema planteado en esta investigación. Su éxito, sin embargo, dependerá de superar el desafío de la usabilidad, que es el foco central de esta investigación.

4. Diseño y metodología de la evaluación de usabilidad

Esta sección detalla el plan metodológico diseñado para evaluar la usabilidad de DialogApp. La metodología se fundamenta en los principios del Diseño Centrado en la Persona, asegurando que la evaluación sea conducida con y para los usuarios finales. El objetivo es generar evidencia empírica que permita identificar problemas de interacción y guiar un rediseño efectivo de la interfaz.

El proceso consistió en 2 grandes fases, en la primera sesión se realizó una demostración grupal de la aplicación, el día 19 de octubre de 2024. El objetivo fue observar la interacción natural de la comunidad con la tecnología móvil, en base a esto crear *User Persona* representativos y que sirvan de comparación en el uso de la aplicación por parte de usuarios Sordos con alto manejo y con bajo manejo de tecnologías.

En una segunda sesión, llevada a cabo el día 5 de septiembre de 2025, se realizaron las pruebas de usabilidad, habiendo ya identificado a los individuos que pertenezcan a los *User Persona*

previamente definidos.

4.1. Estudio de usuarios: creación de *User Persona* para la comunidad Sorda

Para evitar diseñar y evaluar para un "usuario promedio" inexistente, el primer paso metodológico es la creación de *User Persona*. Los *User Persona* son representaciones semi-ficticias y realistas de los usuarios clave de un producto, basadas en datos empíricos de investigación cualitativa y cuantitativa. Este método, popularizado por Alan Cooper en su obra *The Inmates Are Running the Asylum*, tiene como propósito humanizar a los usuarios, ayudando al equipo de investigación y diseño a mantener la empatía y a tomar decisiones informadas sobre las características y la interfaz de la aplicación (Cooper, 1999).

En la primera sesión, se identificaron dos patrones de comportamiento polarizados que justificaron la creación de dos *User Persona* diferenciados. El primero es "**Javier**" (referenciado visualmente en el **Anexo C, Figura C.1**), quien representa al **Nativo Digital**. Javier es un joven de 24 años, estudiante de diseño gráfico en Viña del Mar, que posee sordera profunda congénita. Posee un nivel nativo de la LSCh, por lo que, aunque tiene un nivel funcional de español escrito, le fatiga leer textos extensos. Su competencia tecnológica es alta; está habituado a interfaces complejas y busca, ante todo, privacidad e independencia en la consulta médica, evitando depender de su madre como intérprete. Su principal frustración radica en las aplicaciones saturadas de texto que no respetan su lengua natural.

En contraposición se encuentra el *User Persona 2* "**Marta**" (referenciado visualmente en el **Anexo C, Figura C.2**), quien encarna a la **Adulta Oralizada**. Marta es una dueña de casa de 58 años de Quilpué que adquirió hipoacusia severa en la adultez. A diferencia de Javier, ella se comunica oralmente apoyada en la lectura labial y el uso de audífonos, teniendo un conocimiento moderado de la LSCh. Su competencia tecnológica es baja, restringida al uso instrumental de WhatsApp, y siente un marcado nerviosismo ante nuevas aplicaciones por miedo a cometer errores. Su meta principal no es la privacidad, sino la seguridad y comprensión de las indicaciones de sus citas médicas.

Tabla 2: Perfiles de *User Persona* para DialogApp

Característica	Persona 1: Javier, Nativo Digital	Persona 2: Marta, Adulta Oralizada
Datos Demográficos	24 años, estudiante universitario de diseño gráfico. Vive en Viña del Mar.	58 años, dueña de casa. Vive en Quilpué.
Perfil de Sordera	Sordera profunda congénita	Hipoacusia severa adquirida
Tecnología	Alta. Adopción autónoma y rápida	Baja. Uso básico y guiado.
Metas	Privacidad e independencia comunicativa	Comprensión de indicaciones médicas

Frustración	Exceso de texto en español	Interfaces complejas
Cita Clave	"La LSCh es mi idioma. Una app que la use bien me daría independencia."	"Yo leo los labios, pero necesito apoyo. Una ayuda visual sería ideal."

Fuente: Elaboración propia, fundamentada en la metodología de Cooper y la diversidad de la comunidad Sorda.

4.2. Plan de pruebas de usabilidad: entorno, participantes y procesos

La evaluación se llevó a cabo mediante **pruebas de usabilidad** moderadas y presenciales. Este método se elige porque permite la observación directa de las interacciones, incluyendo el lenguaje no verbal (expresiones de duda, frustración), y la posibilidad de realizar preguntas de sondeo para profundizar en la experiencia del usuario, aspectos que son difíciles de capturar en pruebas remotas o no moderadas (Nielsen, 2012). Para asegurar la consistencia de los datos recolectados bajo este enfoque, se definió una estructura metodológica estandarizada que abarca los siguientes elementos y procesos:

- **Entorno de la prueba:** Las sesiones se realizaron en un espacio físico controlado. El entorno fue silencioso para evitar distracciones y bien iluminado para facilitar la comunicación visual y el correcto funcionamiento de la cámara de la aplicación. El equipamiento consistió en un smartphone de gama media con la última versión de DialogApp instalada.
- **Reclutamiento de participantes:** Se reclutaron un total de 6 participantes, tres por cada *User Persona* definida en la sección anterior, los cuales decidieron participar de forma anónima, es por esto que nos referimos a ellos como pertenecientes a *User Persona 1* o *User Persona 2*.
- **Protocolo de la sesión:** Cada sesión, de aproximadamente 30 minutos, siguió un protocolo estandarizado para garantizar la consistencia de los datos.
 - **Recepción de participantes:** Se recibió a cada participante y se le explicó el propósito del estudio, indicando que es con fines de rediseño para la misma aplicación, a nivel de funcionamiento e interfaz.
 - **Rol del Intérprete:** Un intérprete profesional de LSCh estuvo presente durante la sesión. Su función fue exclusivamente facilitar la comunicación en la fase de introducción. Durante la ejecución de las tareas con la aplicación, el intérprete no interviene más allá de corregir la postura del usuario, para no sesgar la interacción natural del usuario con la interfaz.
 - **Guión de la prueba:** Se utilizó un guión detallado que incluye:
 - Preguntas pre-test: Para confirmar datos demográficos y de perfil, y para indagar sobre su experiencia previa con tecnologías similares.

- Instrucción de tareas: Se darán las instrucciones para cada tarea de forma clara y precisa.
- Observación: Se animó al participante a expresar sus pensamientos y sensaciones mientras realizaba las tareas.
- Entrevista post-test: Se realizaron preguntas abiertas sobre su experiencia general y se administró el cuestionario SUS.

4.3. Diseño de tareas de evaluación para las funcionalidades clave

Las tareas fueron diseñadas para simular un flujo de consulta médica realista, evaluando las capacidades de DialogApp tanto en la interpretación de mensajes (Texto a Señal) como en la captura de información (Señal a Texto). Cabe precisar que, para la ejecución de las tareas de interpretación (T1, T2 y T5), tuve que asumir el rol del personal de salud, encargándome de ingresar los mensajes de texto en el dispositivo. Esta dinámica se adoptó para suplir la ausencia de un profesional de la salud en el entorno de prueba, permitiendo focalizar la evaluación exclusivamente en la capacidad del usuario Sordo para comprender el mensaje representado por el avatar 3D.

Bajo esta modalidad de interpretación visual asistida, la **Tarea 1 (T1)** inicia el ciclo con el saludo *"Hola, soy médico"*, cuyo criterio de éxito es la validación por parafraseo, asegurando que el usuario identifique el rol profesional sin ambigüedades. Esta frase se compone de 3 palabras, de las cuales *"Hola"* y *"médico"* poseen su animación respectiva de la señal, sin embargo, *"soy"* no se encuentra animada actualmente. Posteriormente, la **Tarea 2 (T2)** evalúa el entendimiento del deletreo del avatar mediante el fármaco *"Paracetamol"*; se busca que el usuario distinga el término exacto de otros genéricos. El desafío aumenta en la **Tarea 5 (T5)**, que presenta una instrucción mixta: *"Debe guardar reposo"*; aquí se mide la integración semántica, verificando si el usuario logra comprender la instrucción completa sin perder el hilo de entendimiento con los términos que se deletrean, *"Debe"* y *"guardar"* antes de que se realice la señal de la palabra *"reposo"*, cuya señal sí pertenece al *dataset*.

Por otra parte, para evaluar la captura de señas realizadas directamente por el participante de la prueba, la **Tarea 3 (T3)** solicita confirmar su identidad deletreando su nombre, estableciendo un criterio de éxito de cero errores o un margen corregible de una letra. Finalmente, la **Tarea 4 (T4)** simula la declaración de antecedentes críticos como una posible alergia deletreando la palabra *"PENICILINA"*, donde el éxito se mide por la legibilidad del resultado capturado por la aplicación ante las señas del usuario.

A continuación, la Tabla 3 resume la estructura operativa de estas pruebas:

Tabla 3: Plan Detallado de Tareas de Usabilidad



ID	Escenario	Funcionalidad evaluada	Criterio de éxito
T1	Saludo/Rol: Se introduce texto: <i>"Hola, soy médico"</i>	Texto a seña	Validación por Parfraseo: El usuario reconoce la seña correctamente indicando el rol del interlocutor sin ambigüedades.
T2	Receta / Fármaco Deletreo del avatar: <i>"Paracetamol"</i>	Texto a seña	Precisión de Identificación: El usuario identifica el fármaco exacto <i>"Paracetamol"</i>
T3	Presentación paciente Usuario Sordo deletrea su nombre.	Seña a texto	Precisión de Transcripción: La aplicación transcribe el nombre con 0 errores o con un margen de error corregible de 1 letra.
T4	Indicación de Alergia Usuario sordo deletrea una alergia	Seña a texto	Legibilidad: La aplicación transcribe la palabra clave de forma que sea legible para un médico.

T5	Diagnóstico Se le indica al usuario que “Debe guardar reposo”	Texto a seña	Integración Semántica: El usuario es capaz de explicar la instrucción completa sin omitir el término deletreado “reposo” que posee su animación respectiva de la seña.
----	---	--------------	---

Fuente: Elaboración propia, siguiendo principios de diseño de tareas de usabilidad (Nielsen, 2012)

4.4. Métricas de evaluación: instrumentos cuantitativos y cualitativos

Para obtener una visión de la usabilidad de DialogApp, se combinarán métricas cuantitativas, que miden el rendimiento, y cualitativas, que explican el porqué del rendimiento.

Métricas Cuantitativas:

- **Tasa de Éxito por Tarea:** Se registró como una métrica binaria (1 = Éxito, 0 = Fallo) para cada tarea, según los criterios definidos en la Tabla 3.
- **Tiempo en Tarea:** Se cronometró el tiempo en segundos que tarda cada participante en completar cada tarea.
- **Satisfacción Subjetiva (SUS):** Al final de la sesión, se administró la **Escala de Usabilidad del Sistema (System Usability Scale)**, un cuestionario estandarizado de 10 ítems desarrollado por John Brooke (1986). Esta herramienta proporciona una puntuación global de la usabilidad percibida en una escala de 0 a 100 y es considerada un estándar en la industria por su fiabilidad y validez. Las preguntas fueron interpretadas a LSCh para asegurar su entendimiento.

Métricas Cualitativas:

- **Observación directa y Comunicación no verbal:** Se tomarán notas detalladas sobre el comportamiento del usuario: vacilaciones, expresiones faciales de confusión o satisfacción, caminos de navegación inesperados, etc.
- **Validación por parafraseo:** Para las tareas médicas (T1, T2, T5), se implementó un protocolo de verificación donde se solicita al usuario expresar, en sus propias palabras o señas, la instrucción que acaba de recibir. Esta técnica permite corroborar si la traducción del avatar fue realmente comprendida a nivel semántico.

5. Análisis de la interfaz para el rediseño

El objetivo de esta investigación no es solo evaluar la usabilidad de DialogApp, sino también analizar críticamente su interfaz actual para fundamentar una propuesta de rediseño. Este análisis se centra en los componentes de la aplicación que los participantes utilizaron durante las pruebas de usabilidad, permitiendo que las recomendaciones de rediseño (detalladas en la

Sección 7) surjan directamente de la interacción real del usuario con la herramienta existente.

Las pruebas se centraron en las dos funcionalidades principales, cuyas interfaces se describen a continuación:

- **Texto a Señal (Traducción con avatar 3D):** Esta pantalla presenta al avatar 3D en la mitad superior, ocupando el espacio principal. En la sección inferior, se encuentra un área de ingreso de texto con la indicación "*Escribe acá*". Debajo de esta área, tres botones controlan la funcionalidad: "*Stop*", "*Pausa*" y un icono de menú (tres líneas horizontales). La distribución busca separar claramente el área de visualización (avatar) del área de control (texto y botones). Esta disposición prioriza la visibilidad del avatar en la zona superior para facilitar su lectura por parte del paciente, mientras agrupa todos los controles operativos en la zona inferior para el acceso rápido del profesional.

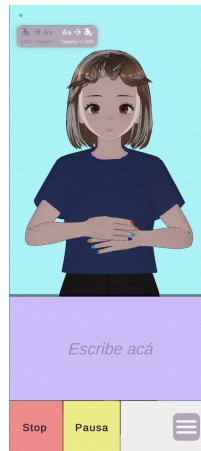


Figura 1: Interfaz Texto a Señal. DialogApp.

- **Señal a Texto (Reconocimiento con cámara):** Esta interfaz dedica la mayor parte de la pantalla a la vista de la cámara, permitiendo al usuario encuadrar sus manos. En la parte superior, se ubican los iconos para cambiar la dirección de la traducción. En la zona inferior, un panel de retroalimentación muestra la "*Letra detectada*", la "*Traducción*" acumulada y botones de control como "*Reproducir texto*", borrar y el menú.

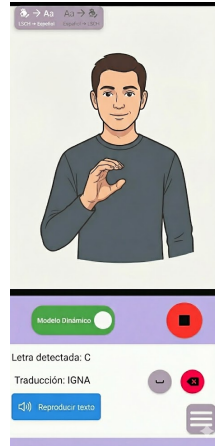


Figura 2: Interfaz Seña a Texto. DialogApp. Dibujo de la persona generada por IA.

Previo a la ejecución de las pruebas con usuarios, se realizó una inspección técnica de la interfaz contrastándola con los principios de accesibilidad descritos en la sección 2.3.2 y las características de la tecnología empleada. Este ejercicio permitió definir los siguientes focos de atención para la observación empírica:

Foco en la expresividad del avatar: Dado que el avatar 3D de la versión actual carece de marcadores no manuales (expresiones faciales y corporales), y considerando que la literatura define estos elementos como componentes gramaticales de la LSCh, el estudio buscará determinar si esta condición técnica es suficiente para el contexto médico o si, por el contrario, la falta de estos rasgos impacta negativamente en la comprensión del mensaje y la naturalidad percibida por el usuario reflejándose.

Foco en la retroalimentación del encuadre y estado de captura: La funcionalidad Seña a Texto delega en el usuario la responsabilidad de mantener sus manos dentro del campo de visión efectivo de la cámara para el correcto funcionamiento del algoritmo. La inspección preliminar sugiere que, al carecer de guías visuales explícitas (como marcos delimitadores o indicadores de estado activo/inactivo), podría generarse ambigüedad sobre si el sistema está procesando el movimiento efectivamente. Las pruebas buscarán observar si la vista de cámara simple es suficiente para que el usuario se auto-regule espacialmente, o si esta ausencia de *feedback* directivo induce a errores de posicionamiento y tiempos de incertidumbre al iniciar o finalizar la ejecución de las señas.

Esta definición de variables observables, sumada a los datos cuantitativos y cualitativos que se recopilarán (Sección 6), constituirá la base empírica necesaria para formular las recomendaciones de rediseño presentadas en la Sección 7.

6. Validación: resultados de las pruebas de usabilidad

Esta sección presenta un análisis de los datos recopilados durante las sesiones de prueba con los seis participantes. Para garantizar la validez interna del estudio, los resultados se han segmentado según los dos usuarios definidos en la metodología: *User Persona 1* ("Javier": nativo digital) y *User Persona 2* ("Marta": baja alfabetización digital).

El análisis triangula tres fuentes de información: el rendimiento métrico en las cinco tareas (eficacia y eficiencia), la percepción subjetiva de usabilidad (escala SUS) y, fundamentalmente, los patrones conductuales observados *in situ*, los cuales revelaron fricciones de interacción que los datos numéricos por sí solos no logran explicar.

6.1. Síntesis y procesamiento de datos cuantitativos

El análisis cuantitativo se centra en medir la eficiencia y la eficacia de la interfaz actual. Los datos numéricos brutos —tasa de éxito, tiempo en tarea y las puntuaciones de la escala SUS— fueron sometidos a análisis para concluir patrones o comportamientos que indiquen una futura mejora para la versión actual de DialogApp.

A continuación, se detallan las características demográficas de la muestra utilizada para el estudio:

User Persona 1 - "Javier": Compuesto por **U1** (24 años, estudiante de Diseño), **U2** (24 años, reponedor de supermercado) y **U3** (25 años, ilustrador freelance). Todos presentan sordera profunda congénita, son usuarios nativos de LSCh y poseen un alto dominio de dispositivos móviles.

User Persona 2 - "Marta": Compuesto por **U4** (58 años, dueña de casa), **U5** (62 años, jubilada) y **U6** (55 años, dueña de casa). Este grupo presenta hipoacusia severa adquirida en la adultez, utiliza audífonos y su competencia tecnológica se limita al uso básico de mensajería instantánea.

Al examinar las tareas de interpretación visual (Texto a Señal), el comportamiento de los usuarios fue distinto en algunos casos. En la **Tarea 1**, por ejemplo, el participante **U4** (*User Persona 2*) logró entender el rol de "médico", pero falló en la sintaxis completa debido a la confusión generada por el verbo conector "soy" que no tiene animación desarrollada actualmente, lo que sugiere una necesidad crítica de ampliar el vocabulario del *dataset*. El caso más extremo fue la **Tarea 5**, donde la mezcla de animación y deletreo para "Guardar reposo" confundió a los usuarios; mientras **U1** (*User Persona 1*) logró identificar parcialmente el concepto, la mayoría de los usuarios del *User Persona 2* perdieron la atención por completo, resultando en una tasa de éxito nula para ese segmento.

En contraste, las tareas de captura gestual (Seña a Texto) revelaron resultados interesantes. En la **Tarea 3**, el usuario **U2** (*User Persona 1*) experimentó fallos técnicos repetidos al realizar las señas a una velocidad natural que excedía la capacidad de procesamiento de la *app*. Irónicamente, **U5** (*User Persona 2*), al ser tecnológicamente más insegura, deletreó su nombre de forma lenta y pausada, sincronizándose perfectamente con la ventana de captura y logrando un éxito inmediato. Finalmente, en la **Tarea 4**, aunque ambos grupos lograron deletrear "Penicilina", usuarios como **U6** requirieron casi el doble de tiempo debido a dificultades constantes para mantener la mano dentro del encuadre de la cámara, un problema no observado en los usuarios con mayores habilidades en tecnología digitales.

Tabla 4: Matriz comparativa de rendimiento por tarea

Tarea	<i>User Persona 1: Javier</i> Tasa de Éxito / Tiempo	<i>User Persona 2: Marta</i> Tasa de Éxito / Tiempo
T1 - Saludo/Rol: Se realiza seña: "Hola, soy médico"	100% / 60 [seg]	67% / 120 [seg]
T2 - Receta / Fármaco Deletreo del avatar: "Paracetamol"	100% / 60 [seg]	100% / 90 [seg]
T3 - Presentación paciente Usuario Sordo deletrea su nombre.	95% / 180 [seg]	100% / 120 [seg]
T4 - Indicación de Alergia Usuario sordo deletrea una alergia	100% / 60 [seg]	80% / 100 [seg]
T5 - Diagnóstico Se le indica al usuario que debe "guardar reposo"	33% / 120 [seg]	0% / 180 [seg]

Fuente: Elaboración propia, en base a los registros de las sesiones de prueba.

6.2. Análisis de Satisfacción Subjetiva mediante escala SUS

La evaluación de la satisfacción subjetiva mediante el cuestionario SUS (System Usability Scale) se procesó siguiendo el algoritmo de puntuación estándar de Brooke (1996). El puntaje resultante (0-100) se contrasta con los benchmarks de la industria, donde un puntaje de 68 se considera el umbral de una usabilidad "aceptable" o promedio.

Los resultados se calcularon por separado para aislar el impacto de la brecha digital.

- **Promedio SUS *User Persona 1* (Javier): 95 puntos.** Este puntaje ubica a DialogApp en la categoría de "Excelencia" (Grado A+) para usuarios representados por la *Persona 1*. Las respuestas de este grupo fueron homogéneas (ver Anexo B, SUS), destacando con puntaje máximo (5/5) la seguridad y confianza en el sistema. Su principal crítica se centró en la inconsistencia percibida en la velocidad de respuesta, no en la complejidad de la interfaz.
- **Promedio SUS *User Persona 2* (Marta): 79.2 puntos.** Si bien este puntaje sigue siendo positivo y se considera "Bueno" (Grado B), existe una caída de casi 16 puntos respecto al primer grupo. Al analizar los ítems individuales del cuestionario, se detectó que la baja en el puntaje proviene principalmente de la pregunta 4: "*Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema*". Mientras que el *User Persona 1* calificó este ítem con 1 (Totalmente en desacuerdo), los *User Persona 2* oscilaron entre 2 y 3, indicando una leve dependencia latente y una menor autonomía inicial.

En conclusión al análisis del resultado de la escala SUS, podemos evidenciar que la interfaz actual es altamente usable para quienes tienen una mayor experiencia en tecnología táctil, pero presenta barreras de entrada para el adulto mayor Sordo, quien, aunque confía en la herramienta (seguridad percibida alta), no se siente completamente capaz de manejarla sin asistencia en caso de error, y considerando que DialogApp busca la independencia del usuario, es un ítem que debe tener el puntaje más bajo posible.

6.3. Hallazgos cualitativos y Patrones de interacción

Más allá de los indicadores numéricos, la observación directa de las sesiones reveló cuatro patrones de comportamiento críticos que explican los éxitos y fracasos cuantificados anteriormente.

A. La ausencia de retroalimentación de estado y la incertidumbre temporal Uno de los comportamientos más recurrentes fue la incertidumbre del estado de DialogApp, un fenómeno transversal a ambos perfiles pero crítico en el caso de *User Persona 2*, que se manifestó en la

dificultad para distinguir los límites temporales de las tareas. Al finalizar una traducción de texto a seña, los usuarios mantenían la vista fija en el avatar esperando una señal de cierre explícita, generando "tiempos muertos" e incertidumbre sobre si la información estaba completa. De igual manera, al iniciar la captura de seña a texto, esperaban una validación visual antes de actuar y, al no recibirla, iniciaban el deletreo con dudas y frecuentemente fuera de tiempo. Si bien esta ausencia de retroalimentación no afectó la precisión técnica de la traducción, sí aumentó significativamente la ansiedad del usuario y el tiempo total de la prueba.

B. La paradoja de la competencia en LSCh Se identificó un fenómeno contra-intuitivo en la Tarea 3, en la que el usuario debe deletrear su nombre. Los usuarios con mayor fluidez en Lengua de Señas Chilena (*User Persona 1*) experimentaron más problemas técnicos que los novatos. Esto ocurrió porque los usuarios expertos realizaban las señas a una velocidad natural de conversación (3-5 señas por segundo), superando la capacidad de procesamiento del algoritmo, que estaba configurado con un *framerate* de seguridad para evitar falsos positivos, lo que resultaba en la omisión de letras. En contraste, los *User Persona 2*, debido a su inseguridad, deletreaban lentamente, sincronizándose involuntariamente de manera perfecta con la ventana de captura del sistema. Este hallazgo subraya que la aplicación debe adaptarse a la velocidad del usuario, evitando obligar al experto a "empeorar" su fluidez para ser comprendido por la máquina.

C. El colapso cognitivo por inconsistencia de modalidad (Tarea 5) El fallo masivo en la Tarea 5 (33% de éxito en *User Persona 1* y 0% en *User Persona 2*) no respondió a un error de interfaz, sino a una deficiencia en la arquitectura de contenidos. La frase instruccional "*Debe guardar reposo*" evidenció una inconsistencia modal: el avatar animaba el concepto "*reposo*", pero se detenía previamente para deletrear "debe guardar" letra por letra. Este cambio abrupto de un lenguaje visual-gestual fluido a un deletreo lineal rompió el flujo de comprensión semántica, provocando que los usuarios perdieran el hilo de la oración y su atención. Esto confirma que la completitud del *dataset* de animaciones es un factor crítico de usabilidad y la experiencia del usuario; si el sistema abusa del deletreo para cubrir lagunas de vocabulario, la experiencia se degrada hasta la incompreensión, un problema que puede disminuir conforme se expanda el diccionario de la aplicación.

D. Estrategias de compensación en el encuadre Finalmente, durante las tareas de captura de datos específicos, como el deletreo del nombre (Tarea 3) y la indicación de alergias (Tarea 4), se hicieron evidentes las brechas en el nivel de manejo de tecnologías relacionadas con el uso de la cámara. Los *User Persona 2* tendían a sacar la mano del campo de visión efectivo o a acercarla excesivamente a la cámara, requiriendo instrucciones adicionales por parte del intérprete para corregir su posición. A diferencia del *User Persona 1*, que corregía su postura instintivamente monitoreando su reflejo en la pantalla, este comportamiento demuestra que la interfaz actual opera bajo el supuesto erróneo de que todos los usuarios poseen la habilidad tácita de posar para el reconocimiento de cámara, una competencia ausente en la población

de adultos mayores Sordos.

7. Validación y rediseño de DialogApp

Esta sección representa la culminación del trabajo de investigación, traduciendo los hallazgos del análisis en una propuesta de rediseño concreta y basada en evidencia. A continuación, se detallan las mejoras específicas para la siguiente iteración del prototipo, categorizadas según el hallazgo que buscan resolver:

En primer lugar, para solucionar la incertidumbre sobre los límites temporales de las tareas y los problemas de encuadre detectados en el perfil de usuario 2 (Hallazgos A y D), se implementará un **feedback de estado** mediante un marco visual dinámico alrededor del área de la cámara. Este funcionará como un "*semáforo*" con tres estados diferenciados: gris o transparente cuando el sistema esté "*buscando mano*", verde intenso para indicar que la mano ha sido detectada y encuadrada correctamente, y rojo para señalar que la mano está fuera de los límites o el movimiento no es reconocido. Adicionalmente, se incorporará una señal clara de "*Fin de Transmisión*", como un icono de verificación o un gesto de cierre del avatar, para liberar la atención del usuario al finalizar una traducción.

En segundo lugar, se propone una **calibración adaptativa de velocidad** para mitigar los errores de captura observados en usuarios con mayor dominio de la LSCh (Hallazgo B). A nivel de interfaz, esto implica incorporar un indicador visual de ritmo, similar a un metrónomo sutil, que guíe al usuario hacia la velocidad óptima de captura sin depender de texto. A nivel de configuración, y considerando el carácter público de la aplicación, se añadirá un ajuste de "Sensibilidad de Captura" en el menú. Esto permitirá reducir el tiempo de espera entre señas para usuarios expertos en LSCh (*User Persona 1*) y aumentarlo para usuarios con menor dominio de la Lengua (*User Persona 2*), transformando así el "*error*" de velocidad en una característica de personalización.

Finalmente, para abordar la incompreensión en frases mixtas en cuanto a la traducción directa de la seña o el deletreo de la palabra (Hallazgo C) y el fallo en la Tarea 5, se establece la **priorización del vocabulario médico en el dataset**. El análisis demostró que el deletreo dactilológico es un recurso de emergencia que debe minimizarse; por tanto, se recomienda priorizar la animación de conceptos médicos abstractos como "*reposo*", "*ayuno*" o "*dolor leve*", reservando el deletreo exclusivamente para nombres propios o medicamentos específicos. Esta medida asegura la continuidad del flujo visual, un requisito indispensable para la comprensión semántica por parte de los usuarios Sordos.

7.1 Conclusiones y contribuciones a futuro

La presente memoria ha logrado validar empíricamente que la barrera principal para la adopción de esta versión inicial de DialogApp como tecnología asistiva en la comunidad Sorda no es el rechazo a la tecnología, sino la falta de adecuación de estas misma a la LSCh, que con un mayor enfoque en el enriquecimiento del *dataset*, puede mejorar la experiencia del usuario.

Los resultados muestran que: existe una brecha de usabilidad significativa en DialogApp condicionada por la alfabetización digital y el tipo de sordera. Para el *User Persona 1* el desafío es la eficiencia técnica, dicho en otras palabras, que el sistema sea capaz de igualar la velocidad con que realiza las señas. Por otro lado, para el *User Persona 2* el desafío es la seguridad y la orientación, saber qué está pasando en cada momento para no perderse en el flujo de interacción. Esta disparidad sugiere que la evolución de DialogApp no debe buscar un "diseño promedio" único, sino avanzar hacia interfaces adaptativas o modulares que puedan configurarse según el nivel de competencia del usuario.

En este sentido, la investigación aporta tres directrices concretas que cimentan las bases para las futuras versiones de la aplicación:

1. **Evidencia de la "Paradoja del Experto":** Se demostró que en la captura y reconocimiento de gestos, un usuario demasiado competente en LSCh puede generar más errores que un novato si el sistema no es adaptativo a sus necesidades.
2. **Validación del feedback multisensorial como requisito funcional:** Se determinó que la retroalimentación visual (colores, marcos de la cámara, semáforos) no es un añadido estético, sino un requisito funcional indispensable que reemplaza la confirmación auditiva y permite a DialogApp entregar información valiosa.
3. **La continuidad del flujo visual como prioridad sobre la cobertura sintáctica:** Se determinó que la completitud del *dataset* es crítica para la comprensión en usuarios Sordos. El estudio reveló que el uso excesivo del deletreo dactilológico para cubrir lagunas de vocabulario genera un mal entendimiento en el usuario, como se vio en la Tarea 5. Por tanto, la directriz para el desarrollo futuro es priorizar la expansión del *dataset* con conceptos médicos para minimizar el uso del deletreo, ya que mantener el flujo continuo de señas aumenta considerablemente el entendimiento de lo que quiere decir un personal de la salud utilizando DialogApp.

Finalmente, esta investigación da por cumplidos los objetivos planteados, al haber logrado no solo diagnosticar las barreras de usabilidad mediante pruebas con usuarios, sino también traducir esos hallazgos en una propuesta de rediseño concreta y fundamentada. De este modo, DialogApp se confirma como una solución viable y esencial, cuyo futuro desarrollo no debe centrarse únicamente en la sofisticación algorítmica, sino en la implementación de estas recomendaciones de diseño inclusivo. Otro punto importante a mejorar en DialogApp es cubrir un mayor porcentaje de señas LSCh para que la funcionalidad auxiliar del deletreo se evite lo

más posible, y esta sea exclusiva para nombres propios como actualmente funciona la LSCh. Al seguir esta hoja de ruta, se asegura que la herramienta no solo funcione técnicamente, sino que sea comprendida y adoptada integralmente por la comunidad Sorda.

8. Referencias bibliográficas

Acuña, X., Adamo, D., & Cabrera, I. (2009). Diccionario Bilingüe Lengua de Señas Chilena-Español. Ministerio de Educación y Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Brooke, J. (1996). SUS: A "quick and dirty" usability scale. En P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189-194). Taylor and Francis.

Cooper, A. (1999). *The Inmates Are Running the Asylum: Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Sams Publishing.

Google. (s.f.). Use Live Transcribe. Android Accessibility Help. Recuperado de <https://support.google.com/accessibility/android/answer/9158064>

International Organization for Standardization. (2019). Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems (ISO Standard No. 9241-210:2019).

Kushalnagar, R. S., & Yeager, L. (2019). *Accessibility for Deaf and Hard of Hearing: Key Guidelines*. Accessibly App.

Ley N° 20.422. (2010). Establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Ley N° 21.303. (2021). Modifica la Ley N° 20.422, para promover el uso de la lengua de señas. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Lo, C. Y., Clay-Williams, R., Elks, B., Warren, C., & Rapport, F. (2024). The (in)visibility of deafness: Identity, stigma, quality of life and the potential role of totally implantable cochlear implants. *Health Expectations*, 27(3).

Microsoft. (2018). MS-ASL: A Large-Scale Data Set and Benchmark for Understanding American Sign Language.



Ministerio de Desarrollo Social. (2015). Segundo Estudio Nacional de la Discapacidad (ENDISC II). Gobierno de Chile.

Nielsen, J. (2012). Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. Nielsen Norman Group.

Quiroga, S., & Echeverría, A. (2018). Problemas de acceso a la Salud para las personas Sordas: El trabajo Chileno. Sordos Chilenos.

ResearchGate. (2013). A Review on 3D Signing Avatars: Benefits, Uses and Challenges.

Sánchez, J., & Elías, M. (2021). Usability Textual Data Analysis: A Formulaic Coding Think-Aloud Protocol Method for Usability Evaluation. MDPI, Applied Sciences.

SENADIS. (2020). SENADIS lanza aplicación Vi-sor Web para la atención de personas sordas en lengua de señas. Gobierno de Chile.

Universidad de Chile, Facultad de Medicina. (2018). Manual de atención de salud para personas sordas o con pérdida auditiva.

Vijoen, M., & Roets, L. (2025). Applicability of usability evaluation techniques to aviation systems. SciSpace.

9. Anexo

Anexo A: Matriz Detallada de Mediciones y Observaciones por Tarea

A continuación, se presenta el desglose detallado de los resultados obtenidos en cada una de las tareas de usabilidad, contrastando el rendimiento y las observaciones cualitativas entre los dos perfiles de usuario.

Tabla A.1: Resultados Cuantitativos y Cualitativos

Tarea	Persona	Métricas Cuantitativas	Observaciones Cualitativas y Hallazgos
-------	---------	------------------------	--

T1 (Texto a Seña)	Javier	Tasa de éxito: 100% Tiempo: 60 seg	Observaciones: Demuestra uso experto de tecnologías; ubica el celular a distancia moderada. Validación: Capaz de reconocer palabras clave sin confusión con la palabra "soy", ya que esta se deletrea al no estar en el <i>dataset</i> .
	Marta	Tasa de éxito: 67% Tiempo: 120 seg	Observaciones: Usuario dubitativo, mira las señas con desconfianza. Completa la visualización pero no identifica cuándo termina la animación. Validación: Reconoce el rol profesional, pero refleja confusión con la palabra "soy".
T2 (Texto a Seña)	Javier	Tasa de éxito: 100% Tiempo: 60 seg	Observaciones: Entendió el medicamento incluso antes de terminar el deletreo. Validación: Indica correctamente el medicamento recetado.
	Marta	Tasa de éxito: 100% Tiempo: 90 seg	Observaciones: Se mantiene atento para reconocer cada letra individualmente. Validación: Indica correctamente el medicamento recetado.
T3 (Seña a Texto)	Javier	T.E: 95% Tiempo: 180 seg	Observaciones: Se da cuenta tarde de cuándo comienza la captura. Comienza a deletrear rápidamente, causando que la app omita letras. El intérprete le indica hacerlo más lento.
	Marta	T.E: 100% Tiempo: 120 seg	Observaciones: Deletrea a ritmo normal, facilitando la captura sin falsos negativos. Muestra satisfacción al ver su nombre capturado.

T4 (Señal a Texto)	Javier	T.E: 100% Tiempo: 60 seg	Observaciones: Habiendo realizado una tarea similar (T3), tiende a deletrear más lento voluntariamente, obteniendo éxito total.
	Marta	T.E: 80% Tiempo: 120 seg	Observaciones: Mantiene velocidad de deletreo, pero en un caso se capturaron señas intermedias (ruido) dentro de la palabra larga "PENICILINA".
T5 (Mixta)	Javier	T.E: 33% Tiempo: 120 seg	Observaciones: Cara de confusión por exceso de deletreo. Se perdía la atención. Validación: Solo 1/3 logró identificar "reposo". Lo común era perderse entre el deletreo.
	Marta	T.E: 0% Tiempo: 180 seg	Observaciones: Usuario no queda conforme, pierde la atención en la visualización. Validación: No identifica la palabra "reposo" entre el deletreo en ningún caso.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B: Desglose de Puntuaciones de la Escala SUS

Se detallan las respuestas individuales al cuestionario *System Usability Scale* (SUS) aplicado al finalizar las sesiones. Los valores representan la escala Likert de 1 a 5.

*Cálculo del SUS: ((Respuestas impares - 1) + (5 - Respuestas pares)) * 2.5*

Tabla B.1: Respuestas y Puntajes SUS por Participante

Ítem del Cuestionario SUS	U1 (P1)	U2 (P1)	U3 (P1)	U4 (P2)	U5 (P2)	U6 (P2)
1. Me gustaría utilizar este sistema con frecuencia	4	5	5	4	3	4

2. Encontré el sistema innecesariamente complejo	1	1	1	1	2	2
3. Pensé que el sistema era fácil de usar	5	4	5	4	3	4
4. Necesitaría el apoyo de un técnico para usarlo	1	1	1	1	3	2
5. Encontré las funciones bien integradas	5	5	4	5	3	4
6. Pensé que había demasiada inconsistencia	1	1	1	2	1	2
7. Imagino que la mayoría aprendería a usarlo rápido	4	4	5	5	4	4
8. Encontré el sistema muy complicado de usar	1	1	2	3	2	1
9. Me sentí muy seguro usando el sistema	5	5	5	5	5	5
10. Necesitaba aprender muchas cosas antes	1	1	1	1	2	2
Puntaje Total SUS	95	95	95	87.5	70	80

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de Resultados SUS:

- Promedio *User Persona 1* (Javier): 95 (Excelencia / Grado A+)
- Promedio *User Persona 2* (Marta): 79.2 (Bueno / Grado B)

Anexo C: Visualización gráfica de los usuarios *User Persona* definidos para el estudio.

Figura C.1: Javier Mendoza, *Persona 1*. Imagen de la persona generada con Inteligencia Artificial.



JAVIER MENDOZA

EDAD: 24
UBICACIÓN: VIÑA DEL MAR
ESTUDIANTE

SOBRE JAVIER
Sordera profunda congénita. Usuario nativo de LSCh, su primera lengua. Nivel de español escrito funcional, pero prefiere no usarlo para temas complejos. No utiliza ayudas auditivas.

FRUSTRACIONES
"Odio cuando las apps tienen mucho texto o menús complicados. Me cansa leer en español."

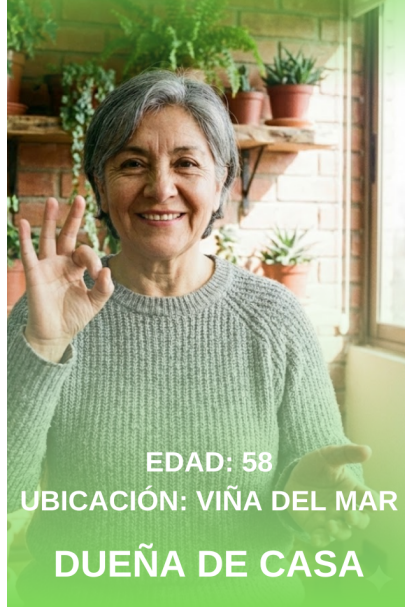
METAS
"Quiero poder explicar mis síntomas con precisión al médico sin que mi mamá tenga que traducir por mí. Necesito privacidad."

COMPETENCIA TECNOLÓGICA
Alta. Usuario avanzado de smartphone, redes sociales y aplicaciones de diseño. Acostumbrado a aprender nuevas interfaces de forma autónoma.

CITA
"La LSCh es mi idioma. Una app que la use bien me daría independencia."

Figura C.2: Marta Palacios, *Persona 2*. Imagen de la persona generada con Inteligencia Artificial.

MARTA PALACIOS



EDAD: 58

UBICACIÓN: VIÑA DEL MAR

DUEÑA DE CASA

SOBRE MARTA

Hipoacusia severa adquirida en la adultez. Se comunica principalmente de forma oral y con lectura labial. Utiliza audífonos. Conoce algunas señas básicas de LSCh pero no es fluida.

FRUSTRACIONES

"Me da miedo apretar un botón equivocado y borrar algo. Las tecnologías nuevas me ponen nerviosa."

METAS

"Quiero entender bien las indicaciones de los remedios para mi presión. A veces no le entiendo al doctor porque habla muy rápido y con mascarilla es imposible."

COMPETENCIA TECNOLÓGICA

Baja. Utiliza el smartphone principalmente para WhatsApp y llamadas. Le cuesta adaptarse a nuevas aplicaciones y prefiere que sean muy simples y con instrucciones claras.

CITA

"Yo leo los labios, pero necesito apoyo. Una ayuda visual sería ideal."