



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN PEDAGÓGICA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DIFERENCIAL

**EXPERIENCIA DEL USUARIO CIEGO O CON BAJA VISIÓN CON SEEING AI:
EVALUACIÓN CUALITATIVA Y CONSIDERACIONES SOBRE
ACCESIBILIDAD Y AUTONOMÍA.**

Memoria para optar al título de Profesora de Educación Diferencial –
Especialidad Problemas de la Visión

AUTORA:

Caroline Andrea Hernández Pérez

PROFESOR GUÍA:

Claudio Patricio Almonacid Águila

SANTIAGO DE CHILE, enero de 2026.

Caroline Andrea Hernández Pérez

Autorizado para

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

Dedico esta memoria de
título a mis padres, familia
y mis ángeles en el cielo.

Agradecimientos.

Mis agradecimientos van para mis padres, por darme la posibilidad de volver a estudiar, de siempre estar incondicionalmente para mí, por ser mi pilar siempre en este largo camino que fue estudiar esta hermosa carrera, a mi familia por su preocupación y soporte, agradecida del profesor Claudio por su acompañamiento y su apoyo fue fundamental para concluir esta investigación, agradecida de todo el cuerpo docente que fueron parte de mi formación como profesional a lo largo de todos estos años, agradecida de mis compañeras y amigas que me bancaron en esta ardua etapa de formación, eternamente agradecida por creer en mi incluso en los momentos más difíciles.

Gracias infinitas.

Contenido

Resumen	3
Capítulo 1: Contextualización del Problema.	4
Capítulo 2: Marco Referencial	6
Capítulo 3: Marco Metodológico.	23
Capítulo 4. Presentación de resultados y discusión.....	28
Capítulo 5. Conclusiones y Proyección.....	52
Anexos.....	69
Bibliografía.....	87

Resumen

Esta memoria de título aborda la evaluación de la aplicación Seeing AI de Microsoft, una tecnología de asistencia basada en inteligencia artificial y visión por computadora diseñada para personas con discapacidad visual. El estudio surge de la necesidad de evaluar, desde la perspectiva de los usuarios ciegos o con baja visión, si estas tecnologías cumplen con su propósito de favorecer la autonomía y disminuir barreras en la vida cotidiana.

El problema se origina en las técnicas prometidas por la aplicación Seeing AI y su utilidad real en contextos cotidianos. La tecnología de hoy en día ofrece múltiples funciones de reconocimiento visual, tales como: objetos, textos, personas, billetes, colores, entre otras, por tanto es fundamental determinar si resulta útil y fácil de usar sin ayuda externa de terceras personas, si es precisa en sus resultados y si contribuye efectivamente a aumentar la autonomía de las personas con discapacidad visual.

El marco teórico del estudio aborda la discapacidad visual desde un enfoque que reconoce que las personas ciegas o con baja visión enfrentan barreras significativas impuestas por el entorno más que por su discapacidad en sí. La investigación se fundamenta en el modelo social de la discapacidad y reconoce la importancia que tiene las tecnologías de asistencia como herramientas de igualdad e inclusión. Este presente estudio considera que la discapacidad visual afecta a aproximadamente 2.200 millones de personas globalmente, según la OMS, y que el avance tecnológico brinda oportunidades para minimizar estas barreras.

La investigación busca contribuir al área de la educación diferencial especializada en problemas de la visión, proporcionando evidencia empírica sobre la utilidad de tecnologías emergentes y orientando el desarrollo futuro de herramientas que realmente respondan a las necesidades de autonomía, acceso a información y participación plena de las personas con discapacidad visual en la sociedad.

Dado las dificultades de visión de la autora de esta investigación, tanto su desarrollo como su escritura han sido realizadas con apoyo de herramientas de inteligencia artificial, en particular NotebookLM que permitió el análisis de la bibliografía; Gemini que permitió la construcción del marco teórico; y Claude que permitió el diseño de la entrevista semiestructurada, el análisis de los datos utilizando la teoría empíricamente fundamentada y la redacción final de este informe.

Capítulo 1: Contextualización del Problema.

1. Definición del Problema.

Las personas con discapacidad visual enfrentan barreras significativas en su vida cotidiana que limitan su autonomía, acceso a la información y participación plena en entornos educativos, laborales y sociales. Estas barreras impuestas por el entorno se manifiestan en actividades esenciales como la lectura de textos impresos, el reconocimiento de objetos o personas, la identificación de billetes, objetos, producto y la interpretación del entorno visual que los rodea.

A pesar de que existen tecnologías de asistencia tradicionales como el bastón blanco, el sistema braille y los lectores de pantalla, la información visual del mundo físico permanece mayormente inaccesible sin la intervención de terceras personas, generando una dependencia y reduciendo la autonomía en las personas en situación de discapacidad visual ya sea ciegas o con baja visión.

En los últimos años, el avance de la inteligencia artificial y la visión por computador ha hecho posible el desarrollo de aplicaciones móviles que prometen liberar el acceso a la información visual mediante dispositivos disponibles como los smartphones. En este sentido, Seeing AI, desarrollada por Microsoft, representa una de estas soluciones tecnológicas que contiene múltiples funciones de reconocimiento visual tales como: textos, objetos, personas, escenas, billetes, colores, en una sola aplicación accesible y gratuita tanto para Android como IOS.

Sin embargo, existe una brecha significativa entre las capacidades técnicas prometidas por estas tecnologías y su utilidad real, el uso efectivo e impacto en la vida de las personas con discapacidad visual. No basta con que una tecnología sea técnicamente funcional; debe ser útil en contextos reales, fácil de usar sin asistencia externa ni personas que los orienten para su uso diario, precisa en sus resultados y debe aportar efectivamente a aumentar la autonomía y la calidad de vida de sus usuarios con discapacidad visual en su vida cotidiana.

Por tanto, el problema central de esta investigación radica en la necesidad de evaluar desde la perspectiva y experiencia de los usuarios con discapacidad visual, si la aplicación Seeing AI cumple efectivamente con su propósito de ser una herramienta que facilite la autonomía, mejore el acceso a información visual y reduzca barreras en la vida cotidiana, identificando además sus limitaciones actuales y áreas de mejoras que puedan orientar el desarrollo futuro de estas tecnologías para el uso eficaz y autónomo de las personas con discapacidad visual.

2. Objetivos de Investigación.

Objetivo general

Evaluar la utilidad, usabilidad e impacto de la aplicación Seeing AI de Microsoft para personas con discapacidad visual, identificando sus beneficios, limitaciones y posibles mejoras desde la experiencia y necesidades de los usuarios.

Objetivos específicos

- Analizar la utilidad funcional de Seeing AI en la vida cotidiana de personas con discapacidad visual, considerando escenarios de uso (reconocimiento de rostros, objetos, textos, billetes, etc.) y su contribución a la autonomía.
- Evaluar la usabilidad y accesibilidad de la aplicación desde la perspectiva de los usuarios, incluyendo facilidad de instalación, navegación por categorías, calidad de la lectura en voz y precisión de las descripciones.

- Identificar limitaciones, retos y áreas de mejora, proponiendo recomendaciones prácticas para aumentar la independencia y la participación de las personas con discapacidad visual en entornos digitales y cotidianos.

Capítulo 2: Marco Referencial

1. Definición y clasificación de la discapacidad visual

La discapacidad visual constituye un problema de salud pública de magnitud global, afectando al menos a 2.200 millones de personas en el mundo con algún grado de deterioro de la visión, ya sea de cerca o de lejos (OMS, 2019). La Organización Mundial de la Salud clasifica la deficiencia visual en categorías según la agudeza visual, distinguiendo principalmente entre ceguera y baja visión.

La ceguera se define como la ausencia total o casi total de visión, generalmente cuando la agudeza visual es inferior a 3/60 o cuando existe una pérdida del campo visual menor a 10 grados en el mejor ojo con la mejor corrección posible. Por su parte, la baja visión se caracteriza por una agudeza visual entre 6/18 y 3/60 en el mejor ojo con corrección óptima, o un campo visual entre 10 y 20 grados (OMS, 2019).

Modelos de comprensión de la discapacidad: La comprensión de la discapacidad visual ha evolucionado desde perspectivas exclusivamente médicas hacia enfoques sociales y de derechos humanos, lo que tiene circunstancias directas en cómo surgen la accesibilidad y la autonomía.

Modelo médico-rehabilitador: El modelo médico ha definido la discapacidad visual como un déficit individual que debe ser corregido. Desde este enfoque, la "limitación" radica en la persona, y las intervenciones se centran en tratamientos médicos o en rehabilitar a la persona para adaptarse al entorno existente. Si bien este modelo ha contribuido al desarrollo de intervenciones oftalmológicas importantes, tiende a responsabilizar a la persona por las dificultades que enfrenta, minimizando el rol de las barreras ambientales y sociales que persisten.

Modelo social de la discapacidad: El modelo social, en contraste, establece que la discapacidad no es una característica de la persona, sino el resultado de la interacción entre las deficiencias individuales y las barreras del entorno físico, social y actitudinal. Desde esta perspectiva, una persona tiene una "discapacidad" visual cuando el entorno no proporciona la información en formatos accesibles, cuando los espacios tienen una notoria deficiencia de señalización apropiada o cuando existen actitudes estigmatizantes por parte de la sociedad. Este modelo reorienta la responsabilidad desde la persona hacia la sociedad, apuntando hacia la necesidad de transformar entornos, servicios y actitudes para garantizar la inclusión. En el contexto de esta investigación, el modelo social es fundamental para comprender que la autonomía digital de las personas con discapacidad visual no depende únicamente de sus capacidades personales o del uso de tecnología sino de la interacción entre sus competencias, las características de la tecnología, y las condiciones del contexto donde se utiliza.

Modelo de derechos humanos: El enfoque de derechos humanos, consolidado en la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CRPD, 2006), integra elementos del modelo social y establece que las personas con discapacidad tienen derecho a la plena participación en todos los ámbitos de la vida. Así, el Artículo 21 de la CRPD reconoce explícitamente el derecho a la libertad de expresión y opinión, incluyendo el acceso a la información en formatos accesibles y mediante tecnologías apropiadas.

El marco legal internacional establece que la accesibilidad no es un privilegio o un favor, sino un derecho y que los Estados tienen la obligación de garantizar las condiciones para su utilización. En consecuencia, la investigación sobre tecnologías como Seeing AI debe

evaluarse no solo desde su funcionalidad técnica, sino desde su capacidad para los derechos de autonomía, información y participación.

2. Impacto de la discapacidad visual en adultos

La discapacidad visual en adultos mayores va más allá del impacto sensorial para convertirse en un factor de vulnerabilidad multidimensional. Las repercusiones documentadas incluyen: **Impacto social:** La pérdida de visión puede conducir a un aislamiento social significativo, reduciendo la participación en actividades comunitarias, limitando la interacción con familiares y amigos y generando sentimientos de soledad (OMS, 2019). Esta dimensión social es crítica para el bienestar emocional y la calidad de vida de las personas adultas mayores.

Impacto en la salud física: La discapacidad visual aumenta significativamente el riesgo de caídas y fracturas, así como dificultades en su desplazamiento autónomo. Además, existe una relación con otras condiciones crónicas: las personas con discapacidad visual tienen mayor probabilidad de tener un diagnóstico de enfermedades como diabetes, enfermedades cardíacas, hipertensión y depresión.

Impacto Económico: A nivel individual, la discapacidad visual puede limitar las oportunidades laborales y generar costos adicionales por tecnologías asistivas y cuidados. A nivel global, la discapacidad visual impone una carga económica estimada en 411 mil millones de dólares anuales en términos de productividad perdida (OMS, 2019).

Impacto en la Autonomía: La imposibilidad de acceder independientemente a información escrita del entorno limita la capacidad de tomar decisiones informadas sobre salud, finanzas, actividades diarias y participación social. Esta dependencia forzada puede generar frustración, ansiedad y disminución de la autoestima.

La pandemia de COVID-19 acrecentó estas sensaciones negativas, al acelerar la transición hacia un "mundo virtual", creando nuevas barreras digitales para el acceso a la información, educación, salud y oportunidades sociales para personas con discapacidad visual a nivel global.

3. Tecnologías de asistencia para personas con discapacidad visual.

Las tecnologías de asistencia han experimentado una transformación radical desde herramientas básicas hasta soluciones digitales creadas por inteligencia artificial; a continuación, se relatará un breve resumen del avance digital y la evolución que ha tenido hasta la actualidad.

Era pre-digital (hasta 1970s): Las primeras tecnologías de asistencia fueron mecánicas y analógicas: el bastón blanco para movilidad (desarrollado formalmente en los años 1930), el sistema Braille de lectoescritura táctil (creado en 1824 por Louis Braille), lupas ópticas para magnificación y máquinas de escribir Braille. Estos dispositivos, si bien fundamentales, requerían de profesionales especializados y no proporcionaban acceso inmediato a la información impresa de esa época.

Era de la computación temprana (1980s-1990s): La llegada de los computadores personales trayendo los primeros lectores de pantalla como JAWS (Job Access With Speech) para Windows, que convertían texto digital en voz sintetizada. Las líneas Braille refrescables permitieron la lectura táctil de contenido digital. Los escáneres de texto con reconocimiento óptico de caracteres (OCR) comenzaron a digitalizar documentos impresos, aunque con limitaciones significativas en precisión y velocidad.

Era digital e internet (2000s-2010s): El fortalecimiento de Internet y los dispositivos móviles transformaron el acceso a la información de formas significativas. Los lectores de pantalla se volvieron más sofisticados (NVDA, VoiceOver), los smartphones integraron

funciones de accesibilidad nativas y surgieron aplicaciones especializadas como Be My Eyes (conexión con voluntarios videntes) y KNFB Reader (lectura de texto mediante cámara). Esta era también evidenció la "brecha digital": la transición hacia plataformas digitales generó nuevas barreras cuando los sitios web, aplicaciones y contenidos no cumplían estándares de accesibilidad (WCAG - Web Content Accessibility Guidelines).

Era de la inteligencia artificial (2015-presente): El desarrollo de algoritmos de visión por computadora, reconocimiento de imágenes y procesamiento de lenguaje natural ha posibilitado aplicaciones que "interpretan" el entorno visual de manera integral. Estas tecnologías no solo leen texto, sino que describen escenas, reconocen objetos y personas, identifican billetes y productos y proporcionan navegación contextual.

4. Tipos de tecnologías de asistencia actuales.

Las tecnologías de asistencia abarcan una diversidad de soluciones especializadas:

Tecnologías para amplificación visual: Para personas con baja visión que conservan resto visual útil, las tecnologías de amplificación son fundamentales:

- **Lupas electrónicas:** Dispositivos portátiles o de escritorio que magnifican textos e imágenes con ajustes de contraste y color.
- **Software de magnificación de pantalla:** Programas como ZoomText que amplían contenido digital.
- **Aplicaciones móviles de amplificación:** Como "Brighter and Bigger" que utilizan la cámara del smartphone como lupa digital.
- **Formatos de macrotipo (letra grande):** Documentos impresos o digitales con fuentes de mínimo 16-20 puntos, alto contraste y tipografías legibles (sans-serif como Arial, Verdana o Helvética).

Tecnologías para Acceso Táctil: El sistema Braille sigue siendo fundamental para usuarios que lo dominan:

- **Líneas Braille refrescables:** Dispositivos electrónicos que convierten texto digital en caracteres Braille táctiles. Las líneas táctiles braille son dispositivos electrónicos esenciales para la accesibilidad digital, que funcionan como una interfaz táctil entre computadoras/móviles y usuarios ciegos o con baja visión, transformando texto digital en tiempo real en caracteres braille dinámicos mediante pines mecánicos que suben y bajan, permitiendo leer documentos, correos y navegar por internet de forma táctil y eficiente.
- **Impresoras Braille:** Para producción de documentos en papel.
- **Etiquetado en Braille:** Señalización de espacios físicos, envases de medicamentos, y documentación importante.
- **Dispositivos innovadores:** Como el Dot Watch (reloj inteligente con salida Braille).

Tecnologías para acceso auditivo: La conversión de información visual a formato sonoro es una de las soluciones más extendidas y útiles para las personas ciegas y con baja visión:

- **Lectores de pantalla:** Software como JAWS (comercial), NVDA (gratuito) para Windows y VoiceOver (integrado en Apple) que convierten texto digital en voz sintetizada.
- **Audiolibros y formato DAISY:** Libros grabados con voz humana o sintética, con navegación estructurada.
- **Aplicaciones de lectura de texto mediante cámara:** Como Seeing AI, Lookout, KNFB Reader que capturan texto impreso y lo leen en voz alta.

- **Dispositivos parlantes especializados:** Relojes, termómetros, balanzas, calculadoras con salida de voz.

En la actualidad, la frontera de las tecnologías asistivas se encuentra en pleno desarrollo impulsada por el avance la inteligencia artificial, así se pueden identificar las siguientes aplicaciones:

- **Seeing AI** (Microsoft): Aplicación gratuita para iOS y Android que narra el entorno mediante IA, con funciones de lectura de texto (corto y documentos completos), identificación de productos vía códigos de barras, reconocimiento de personas, descripción de escenas, identificación de divisas y colores, lectura de escritura manual y detección de luz.
- **Lookout** (Google): Para Android, proporciona feedback hablado sobre el entorno, reconociendo texto, personas y objetos.
- **Be My Eyes:** Conecta usuarios con voluntarios videntes mediante videollamadas para asistencia en tiempo real.
- **Aira:** Servicio de suscripción que conecta usuarios con agentes profesionales capacitados que brindan asistencia visual remota.
- **Envision AI:** Similar a Seeing AI, con funciones adicionales de detección de semáforos y navegación.
- **Lazzus:** Aplicación de orientación con GPS que relata ubicación en tiempo real y alerta sobre obstáculos, especialmente útil en transporte público.

5. Barreras en el acceso a tecnologías de asistencia.

A pesar del desarrollo tecnológico, persisten barreras significativas que limitan el acceso efectivo:

Barreras Económicas: El costo de las tecnologías de asistencia puede ser costosas. Dispositivos especializados como líneas Braille refrescables pueden costar mucho dinero. Incluso aplicaciones gratuitas como Seeing AI requieren smartphones relativamente modernos. Si bien en Chile el SENADIS ofrece subvenciones para adquisición de tecnologías asistivas, la cobertura es limitada y los procesos burocráticos complejos.

Barreras de conocimiento y capacitación: Existe una falta de conocimiento y capacitación sobre el uso de estas tecnologías, tanto entre las personas con discapacidad visual como entre los profesionales que trabajan con ellas. Muchas personas desconocen la existencia de estas soluciones, carecen de oportunidades de entrenamiento o no cuentan con soporte técnico accesible cuando enfrentan estas dificultades.

Barreras digitales: Para los adultos, la brecha digital constituye un obstáculo mayor. Alguno de los factores que contribuyen incluyen:

- Falta de dispositivos y conectividad: No contar con celulares inteligentes, computadores o acceso a Internet.
- Falta de competencias digitales: Desconocimiento sobre cómo usar dispositivos, aplicaciones o navegar interfaces digitales.

Barreras psicológicas: Tecnofobia (ansiedad frente a la tecnología), estigma autoimpuesto ("soy demasiado viejo para aprender"), baja percepción de autoeficacia tecnológica.

Diseño no inclusivo: Interfaces complejas, fuentes pequeñas, bajo contraste, no contar con opciones de personalización.

- Temor al fraude: Preocupación por estafas, uso indebido de información personal o daño a los dispositivos.

Barreras de accesibilidad en plataformas digitales: Muchos sitios web, aplicaciones y sistemas de información no cumplen estándares de accesibilidad. Problemas comunes que se encuentran incluyen: bajo contraste de color, ausencia de texto alternativo en imágenes,

navegación imposible por teclado, incompatibilidad con lectores de pantalla y falta de subtítulos en contenidos multimedia.

Barreras regionales y lingüísticas: Las tecnologías desarrolladas en el norte global frecuentemente no consideran las particularidades de contextos latinoamericanos. La ausencia de reconocimiento de divisas locales (como el peso chileno en Seeing AI), la falta de soporte en idiomas indígenas o lenguas regionales minoritarias y la inadecuación cultural de contenidos limitan la utilidad de estas herramientas en contextos diversos.

6. Inteligencia artificial y visión por computadora aplicada a la discapacidad visual.

En el contexto de tecnologías asistivas para personas con discapacidad visual, la inteligencia artificial permite que algoritmos realicen tareas que tradicionalmente requerían visión humana:

Reconocimiento óptico de caracteres (OCR): Algoritmos que identifican texto en imágenes digitales y lo convierten en texto editable. Las versiones avanzadas pueden reconocer múltiples fuentes, textos curvos y hasta escritura manual.

Detección y reconocimiento de objetos: Modelos de aprendizaje entrenados con millones de imágenes pueden identificar miles de categorías de objetos (ej. "taza", "silla", "manzana").

Reconocimiento facial: Sistemas que identifican personas específicas mediante análisis de características faciales y pueden estimar atributos como edad, género y expresión emocional.

Descripción de escenas: Algoritmos que generan descripciones textuales completas de imágenes, integrando información sobre objetos, relaciones espaciales, actividades y contexto.

Detección de texto en escenas: Identificación de texto en entornos naturales (letreros, menús, etiquetas) que presenta desafíos adicionales como iluminación y fondos complejos.

7. Conceptos de accesibilidad, usabilidad y autonomía en el uso de aplicaciones digitales.

La **accesibilidad** se define como las características de los entornos, productos, servicios e información de ser utilizados por todas las personas, incluidas aquellas con algún tipo de discapacidad, en condiciones de seguridad, comodidad y de la forma más autónoma y natural posible. En el ámbito digital, la accesibilidad implica que sitios web, aplicaciones y tecnologías sean perceptibles, operables, comprensibles y robustas para usuarios con diversas capacidades.

Los principios de accesibilidad digital (basados en WCAG 2.1, 2025) incluyen:

Perceptibilidad: La información y los componentes de la interfaz deben presentarse de formas que los usuarios puedan percibir (por ejemplo, alternativas textuales para contenido no textual, contenido adaptable a diferentes presentaciones, contenido distinguible con contraste suficiente).

Operabilidad: Los componentes de la interfaz y la navegación deben ser operables (por ejemplo, toda funcionalidad debe ser accesible mediante teclado, se debe proporcionar tiempo suficiente para leer y usar el contenido, el contenido no debe provocar convulsiones o reacciones físicas).

Comprensibilidad: La información y el manejo de la interfaz deben ser comprensibles (por ejemplo, texto legible y predecible, asistencia en la entrada de datos y corrección de errores).

Robustez: El contenido debe ser lo suficientemente robusto como para ser interpretado por una amplia variedad de agentes de usuario, incluidas tecnologías asistivas.

Usabilidad: La usabilidad se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden utilizar un producto para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso determinado. Para personas con discapacidad visual, la usabilidad de tecnologías asistivas se evalúa considerando:

Facilidad de Aprendizaje: ¿Puede un usuario nuevo comprender cómo usar la aplicación sin asistencia externa o capacitación? ¿Permite el descubrimiento progresivo de funcionalidades?

Eficiencia de Uso: Una vez que el usuario domina la aplicación, ¿puede realizar tareas de manera rápida? La inmediatez de respuesta es crítica, pues la lentitud puede generar:

- 1) estigma social al visibilizar diferencia.
- 2) exclusión al no seguir ritmos normativos de interacción.
- 3) vulnerabilidad física al prolongar exposición en espacios inseguros.

Memorabilidad: ¿Puede un usuario ocasional recordar cómo usar la aplicación después de un período sin utilizarla?

Tasa de Errores: ¿Cuántos errores cometen los usuarios y cuán graves son? ¿Es fácil recuperarse de errores?

Satisfacción Subjetiva: ¿Qué tan agradable es usar la aplicación? ¿Genera confianza, empoderamiento y emociones positivas?

Para tecnologías asistivas específicamente, su uso incluye aspectos como:

- Compatibilidad con lectores de pantalla y otras tecnologías asistivas.
- Claridad de respuesta auditiva o táctil.
- Simplicidad de interfaz (minimalismo funcional vs. sobrecarga cognitiva).
- Capacidad de personalización (tamaño de fuente, contraste, velocidad de voz).
- Tolerancia a errores de encuadre o captura (importante para usuarios que no ven la pantalla).

Autonomía y autodeterminación. La autonomía se define como la capacidad de las personas para tomar decisiones informadas sobre sus propias vidas sin depender de terceras personas. En el contexto de la discapacidad visual, la autonomía está vinculada al acceso a información. Por su parte, el concepto de autodeterminación complementa la autonomía, enfatizando no solo la capacidad de elegir, sino el derecho al control sobre la propia vida, establecer metas personales, y participar en decisiones que afectan el propio bienestar.

Calidad de vida y bienestar. La Organización Mundial de la Salud (1994), define calidad de vida como la percepción del individuo sobre su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores en que vive y en relación con sus objetivos, expectativas, estándares e inquietudes. Para adultos con discapacidad visual, la calidad de vida se ve afectada por múltiples dimensiones:

Dimensión Funcional: Capacidad para realizar actividades de la vida diaria de manera independiente.

Dimensión Social: Mantenimiento de relaciones significativas, participación en actividades comunitarias, reducción del aislamiento.

Dimensión Psicológica: Autoestima, sentido de propósito, ausencia de depresión y ansiedad, percepción de autoeficacia.

Dimensión de Salud: Gestión efectiva de condiciones crónicas, adherencia a tratamientos, acceso a servicios de salud.

Las tecnologías asistivas que mejoran el acceso a información tiende a impactar positivamente todas estas dimensiones, no solo facilitando tareas instrumentales, sino fortaleciendo la identidad, autoeficacia y tener el control y determinación de las propias acciones.

8. Marco normativo para la accesibilidad en Chile.

La Ley N° 20.422 del año 2010 establece normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad, donde define la discapacidad, establece principios de no discriminación y crea el Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS). Por su parte, la Ley N° 20.584 (2012), regula los derechos y deberes de las personas en relación con acciones vinculadas a su atención de salud. Garantiza el derecho a recibir información oportuna y comprensible sobre el estado de salud, a un trato digno que respete privacidad e intimidad, y a ser llamados por su nombre. Exige que el consentimiento para intervenciones de riesgo se realice por escrito, y establece que el MINSAL debe dictar normas para asegurar atención oportuna y de igual calidad para personas con discapacidad. A partir de estas normativas, SENADIS y MINSAL han generado diversas instrucciones que proporcionan pautas específicas para la interacción con personas con discapacidad visual:

Comunicación:

- Identificarse claramente con nombre, función e institución.
- Verbalizar todas las acciones a realizar.
- Dirigirse directamente al paciente, no al acompañante.
- Utilizar términos de orientación espacial precisos.
- Disponer de tiempo suficiente para la comunicación.

Material Escrito:

- Fuentes legibles: Verdana, Arial o Helvética, tamaño mínimo 12 puntos (idealmente 16-20 para adultos mayores).
- Alto contraste: Negro sobre blanco o azul oscuro sobre blanco.
- Evitar imágenes como fondo.
- Proporcionar descripciones textuales para imágenes y gráficos.
- Preferir formato Word para compatibilidad con lectores de pantalla.

Accesibilidad Física:

- Señalética en Braille en ascensores y puertas.
- Puertas de ancho mínimo 90 cm.
- Baños accesibles.
- Pavimentos estables y homogéneos.

A pesar de la existencia de estos marcos legales, aún continúan brechas significativas:

- Las leyes iniciales de discapacidad en Chile no abordaron específicamente acceso a sitios web públicos o información pública digital, contribuyendo a escasa atención en la accesibilidad digital.
- Muchos portales no son compatibles con tecnologías asistivas.
- Materiales impresos (formularios, folletos, instrucciones) frecuentemente no están disponibles en formatos accesibles.
- Las barreras físicas persisten en diversos entornos (señalización insuficiente, navegación compleja).

9. Seeing AI:

Seeing AI fue desarrollado por Microsoft como parte de su iniciativa AI for Accessibility, que busca aprovechar el poder de la inteligencia artificial para las personas con discapacidad. El proyecto comenzó como una iniciativa interna liderada por Saqib Shaikh, un ingeniero de

Microsoft que es ciego, quien creó la aplicación como una herramienta que pudiera narrar el mundo para personas con discapacidad visual. Lanzada inicialmente para iOS en 2017, Seeing AI fue diseñada exclusivamente con y para la comunidad de personas ciegas y con baja visión, siguiendo principios de co-diseño que involucran a usuarios finales en todas las etapas del desarrollo. El 5 de diciembre de 2023, Microsoft anunció el lanzamiento oficial para Android, extendiendo el acceso a más de 3.000 millones de usuarios potenciales de esta plataforma a nivel mundial.

Seeing AI presenta diversas categorías diseñadas para tareas específicas. A continuación, se describen cada uno de ellos:

-**Canal de texto corto:** Lee texto breve en cuanto aparece frente a la cámara, diseñado para lecturas rápidas de etiquetas, letreros o encabezados.

-**Canal de documentos:** Proporciona guía de audio para capturar una página impresa completa, respetando el formato original durante la lectura. La IA generativa permite "chatear" con el documento, planteando preguntas específicas sobre su contenido.

-**Canal de productos:** Escanea códigos de barras y códigos QR, utilizando pitidos de audio para guiar al usuario en el encuadre. Identifica el nombre del producto e información del paquete, pudiendo proporcionar datos adicionales como fechas de vencimiento de un producto.

- **Canal de entorno (escena):** Describe el entorno general capturado en una foto. La función "más información" genera una descripción completa y detallada mediante IA. La función "explorar la foto" permite mover el dedo por la pantalla para escuchar la ubicación de objetos específicos dentro de la imagen.

-**Canal de personas:** Reconoce rostros de personas cuyas fotos han sido guardadas previamente en la aplicación, pudiendo proporcionar una aproximación de edad, sexo y expresión facial.

-**Canal de divisas (moneda):** Reconoce billetes e identifica su valor, soportando múltiples divisas. Sin embargo, una limitación crítica documentada es la ausencia de muchas monedas, incluyendo el peso chileno, lo que limita su utilidad en Latinoamérica.

-**Canal de colores:** Identifica y describe el color percibido por la cámara.

-**Canal de escritura a mano:** Lee texto manuscrito, aunque la precisión depende significativamente de la legibilidad de la escritura original que dice en la hoja escrita.

-**Canal de luz:** Genera un tono audible esta corresponde a la luminosidad del entorno. Un tono más agudo indica mayor luminosidad. Es útil para determinar si las luces están encendidas o la cantidad de luz natural disponible en el entorno.

-**Canal de Fotos y Videos:** Describe imágenes y videos compartidos desde otras aplicaciones (Correo, Fotos, WhatsApp, etc.) mediante el menú "Compartir" de Android, seleccionando "Reconocer con Seeing AI". La descripción de video tarda más que otras aplicaciones, pero puede ser más completa.

Durante 2024, Microsoft planeó una expansión lingüística significativa: de los 18 idiomas disponibles en el lanzamiento de Android (incluido el español), su objetivo fue duplicar el soporte a 36 idiomas. Esta expansión refleja reconocimiento de la diversidad global de usuarios y la necesidad de accesibilidad lingüística. Sin embargo, la expansión lingüística no resuelve automáticamente las limitaciones regionales en funcionalidades como reconocimiento de divisas o productos, que dependen de bases de datos específicas de cada región, generando una delegación sobre todo a nivel sudamericano.

En la actualidad, la aplicación cuenta con más de 100.000 descargas en Android y una calificación de 3.9 estrellas (basada en 959 opiniones en Play Store al momento del informe).

Al respecto, el análisis de reseñas y tutoriales revela:

Aspectos valorados positivamente:

- Descripción de escena mejorada con IA generativa.
- Función de exploración táctil de fotos.
- Accesibilidad de la interfaz con lectores de pantalla.
- Gratuidad de la aplicación.

Críticas y Limitaciones Identificadas:

- Precisión variable en funciones de "Texto Corto" y "Colores".
- Problemas de rendimiento en versiones recientes de Android (cierres inesperados, lentitud al iniciar).
- Problemas en exportación de documentos PDF (contenido de varias páginas se junta sin separación).
- Ausencia de divisas locales (peso chileno, entre otras).
- Necesidad de optimización para Android 15.
- Solicitud de capacidad de describir escena antes de tomar la foto.

10. Seeing AI: Análisis de su Implementación e Impacto Tiflotecnológico para la Discapacidad Visual

La tiflotecnología (tecnología de asistencia para personas ciegas o con baja visión) se ha centrado en herramientas de acceso directo, como lectores de pantalla (para texto digitalizado) o dispositivos de ampliación (para baja visión). Si bien estas herramientas son fundamentales, presentan una limitación en su capacidad para interpretar el mundo visual no estructurado: no pueden describir una escena, leer texto en un cartel o reconocer una expresión facial.

El desarrollo de la visión por computador y la Inteligencia Artificial (IA) ha marcado un cambio de paradigma. La IA ofrece la posibilidad de transformar el entorno visual en una experiencia audible, cerrando la brecha de información que antes era insuperable. Es, en este contexto, que surge Seeing AI, un proyecto que busca aplicar la IA para proporcionar una comprensión contextual y en tiempo real del entorno físico.

De este modo, Seeing AI se define como una aplicación gratuita diseñada con y para la comunidad ciega y de baja visión, cuyo objetivo es narrar el mundo circundante, utilizando las capacidades de la IA para asistir en una variedad de tareas diarias, desde la lectura y la descripción de fotos hasta la identificación de productos.

Este modelo de desarrollo, centrado en la investigación y desarrollo más que en ciclos comerciales rígidos, posiciona a Microsoft como un actor clave que utiliza la aplicación como un banco de pruebas real. Esto permite la integración temprana de capacidades de frontera de la IA, estableciendo un estándar alto para la tecnología de accesibilidad, a menudo de forma gratuita, mientras alimenta la base de conocimiento de la compañía. La evolución constante de la aplicación (con actualizaciones programadas como la de agosto de 2025) es una evidencia directa de este compromiso continuo con el avance tecnológico y la usabilidad.

La aplicación Seeing IA se basa principalmente en:

Visión por Computador: Para el reconocimiento de imágenes, objetos, rostros y la alineación de documentos.

Reconocimiento de Imagen y Voz: Para interpretar el contenido visual capturado por la cámara del teléfono móvil.

Procesamiento de Lenguaje Natural y Aprendizaje Automático: Para generar narraciones coherentes, descripciones ricas de escenas y analizar el texto reconocido.

El núcleo de procesamiento se encuentra en los Microsoft Cognitive Services y Office Lens.

Esta dependencia de servicios en la nube a gran escala garantiza que Seeing AI pueda acceder a modelos de IA de peso, permanentemente actualizados y con una alta capacidad, fundamentales para lograr descripciones detalladas y en tiempo real.

El diseño funcional de Seeing AI se organiza mediante un sistema de canales que permiten al usuario seleccionar una tarea específica (por ejemplo, leer texto, identificar a una persona o escanear un producto), dirigiendo el poder de la IA para que se enfoque en un dominio limitado.

La arquitectura de Seeing AI, al depender de la potencia de cálculo de los Cognitive Services de Microsoft en la nube, transforma el mundo visual en una experiencia audible. El uso de guías auditivas para la alineación de documentos y el escaneo de códigos de barras demuestra un alto grado de diseño centrado en la usabilidad no visual.

Sin embargo, esta dependencia de la infraestructura introduce una limitación crítica: el rendimiento y la precisión de Seeing AI están ligados a la calidad y estabilidad de la conexión a internet. En entornos con conectividad deficiente, como sótanos de bibliotecas, aulas con cobertura limitada o regiones con infraestructura de telecomunicaciones precaria, la latencia puede aumentar o la funcionalidad puede degradarse.

Esta observación es crucial al evaluar la aplicación en comparación con soluciones que priorizan el procesamiento local en el dispositivo. Si bien el poder de la nube permite una sofisticación inigualable en los modelos de IA, la necesidad de conexión constante puede representar una fricción operativa significativa para los usuarios académicos o profesionales que requieren rendimiento constante en cualquier ubicación.

Seeing AI ha sido ampliamente adoptada por la comunidad, llegando a ser descrita como la "navaja suiza" de la accesibilidad y un "kit de herramientas personal" debido a la versatilidad de sus funciones.

En tareas más específicas, la aplicación ha demostrado una precisión que supera a otros dispositivos de asistencia. Un ejemplo citado es la capacidad de una usuaria para leer las medidas exactas de una báscula de cocina (en intervalos de 1 gramo) utilizando el canal de texto breve, algo que su báscula parlante, limitada a intervalos de 5 gramos, no podía hacer. Esta precisión en la medición detalla cómo la tecnología de visión por computadora puede resolver problemas cotidianos de una manera que la tecnología especializada previa no podía.

Para documentos más extensos, el canal Documento es fundamental. Proporciona señales de audio para ayudar a los usuarios a capturar la página impresa con precisión y a reconocer el texto manteniendo su formato original.³ Además, la aplicación permite a los usuarios *preguntar* sobre el contenido del documento, lo que representa una transición hacia una interacción contextualizada con la información, más allá de la lectura lineal.

Las funcionalidades de Seeing IA que abordan la interacción social y la descripción ambiental ofrecen un profundo impacto en la calidad de vida y la inclusión.

Reconocimiento de Personas y Emociones: El canal Personas permite identificar a amigos y compañeros previamente registrados. Además, la aplicación puede describir características faciales, estimar la edad y el género, y narrar la expresión emocional ("se ve feliz", "una mujer de 28 años que usa anteojos"). Esta información facilita la navegación social en entornos dinámicos, como oficinas o campus universitarios, donde la comunicación no verbal es vital.

Descripción de Escenas y Exploración Táctil: El modo experimental de Descripción de Escenas ofrece una narrativa rica del entorno ("Creo que es una niña lanzando una pelota en el parque"). Más allá de la descripción pasiva, la aplicación incorpora la posibilidad de explorar fotos familiares o de redes sociales deslizando el dedo por la pantalla, oyendo descripciones de dónde se localizan los objetos o personas en la imagen. Esta funcionalidad fue desarrollada a petición directa de los usuarios, lo que subraya un ciclo de diseño inclusivo

eficaz. Los casos de uso que demuestran la recuperación de la autonomía personal y afectiva son particularmente reveladores. La aplicación ha permitido a usuarios realizar tareas que parecían barreras insuperables, como leer notas manuscritas dejadas por una madre fallecida o permitir a un padre ciego leer carteles y señales del zoológico, creando una experiencia compartida que antes no era posible. La tecnología no solo resuelve un problema de productividad, sino que restaura la capacidad de participar en momentos íntimos y de conexión humana.

Descripción de Video: La continua evolución de la aplicación, impulsada por la investigación en IA, ha resultado en la adición de funciones avanzadas. Una de las más recientes es la Descripción de Video, que permite a los usuarios acceder a contenido multimedia dinámico, convirtiendo las imágenes en palabras para narrar lo que ocurre en pantalla. Esta extensión de accesibilidad al contenido audiovisual es fundamental para la participación plena en la cultura digital, la educación en línea y el entretenimiento.

Desde su lanzamiento en inglés en 2017, Seeing AI ha experimentado una adopción masiva, habiendo ayudado a personas a realizar más de 20 millones de tareas. La aplicación está disponible en 70 países y se ha expandido a múltiples idiomas, incluyendo español.

El alto volumen de tareas realizadas subraya la fiabilidad y la utilidad práctica de la aplicación en la vida cotidiana. Además de ser una métrica de éxito de usuario, esta cifra masiva de interacciones representa un flujo constante y valioso de datos del mundo real, que alimentan el perfeccionamiento continuo del sistema de aprendizaje subyacente. Esta adquisición de datos (más de 20 millones de interacciones) es un recurso estratégico que permite a Microsoft refinar la precisión del reconocimiento en contextos diversos, un recurso difícil de igualar para competidores con bases de usuarios más pequeñas.

El desarrollo de Seeing AI ha estado cimentado en un diseño inclusivo, con pruebas realizadas por personas con discapacidad visual a través de organizaciones sin fines de lucro a nivel mundial. Organizaciones de rehabilitación y educativas también han validado su utilidad. Lighthouse Guild ha creado tutoriales específicos diseñados para ayudar a los usuarios y sus educadores a maximizar el aprovechamiento de la aplicación. Asimismo, el equipo de Tifloeduca ha reseñado la aplicación, proporcionando guías para su comunidad de usuarios.

Dado que Seeing AI es una herramienta robusta, gratuita y ampliamente accesible, su impacto va más allá de su funcionalidad inmediata: establece una línea base de expectativas para lo que la asistencia visual basada en IA debe ofrecer. Los usuarios ahora esperan que las aplicaciones tiflotecnológicas proporcionen lectura de texto instantánea, identificación de personas y descripciones ambientales ricas.

Seeing AI se diferencia de otras aplicaciones por ser un proyecto de investigación gratuito impulsado por Microsoft. En contraste, competidores como Envision AI a menudo operan bajo un modelo de suscripción, lo que les permite concentrar el desarrollo en características comerciales y específicas, con la posibilidad de ofrecer un ciclo de actualización más activo. BeMy AI, por su parte, complementa el reconocimiento de IA con asistencia humana bajo demanda, ofreciendo una solución híbrida. En este sentido, los desarrolladores de soluciones competidoras han reclamado superioridad en ciertas métricas críticas. Envision AI, por ejemplo, sostiene ofrecer una mejor precisión en el reconocimiento de texto, una menor latencia y un procesamiento más rápido que Seeing AI. Además, Envision AI ha priorizado funcionalidades avanzadas cruciales para el trabajo académico y profesional intensivo, como el reconocimiento de PDF de múltiples páginas, la función de Búsqueda de Objetos, y una localización más amplia (soporte para más de 60 idiomas).

Esta diferencia pone de manifiesto una fricción operativa para los usuarios avanzados de Seeing AI, especialmente estudiantes y profesionales. Los materiales académicos y

documentos de trabajo se distribuyen predominantemente en formato PDF. La comunidad de usuarios ha expresado la necesidad de que Seeing AI incorpore la capacidad de cargar documentos PDF completos para su reconocimiento y que permita guardar o compartir el texto reconocido.

La carencia de soporte nativo robusto para la gestión de PDF y otras características de alta demanda (por ejemplo, búsqueda de objetos) sugiere que los usuarios con necesidades académicas intensivas pueden requerir un ecosistema de aplicaciones, donde Seeing AI sirve como una base gratuita y robusta para tareas rápidas, mientras que las soluciones comerciales resuelven las tareas específicas y de alto volumen.

Tabla 1: Comparativa de Asistentes Visuales de IA Clave

Característica	Seeing AI (Microsoft)	Envision AI	BeMy AI (Be My Eyes)
Modelo de Negocio	Gratuito (Proyecto de I+D)	Suscripción/Comercial	Asistencia Híbrida (IA + Asistencia Humana)
Reconocimiento de Documentos	Captura guiada, Preguntas sobre Contenido	PDF de Múltiples Páginas, Escaneo avanzado (Reclamación)	Asistencia Personalizada para documentos complejos
Latencia / Velocidad	Dependiente de la infraestructura de la Nube	Menor latencia y mayor velocidad	Variable (IA rápida, Humano contextual)
Desarrollo	Evolución continua, Actualizaciones de IA	Ciclo de actualización más activo	Innovación impulsada por la red de asistencia

El carácter de proyecto de investigación de Seeing AI implica que su desarrollo está ligado a la estrategia de innovación tecnológica de Microsoft. El futuro de la aplicación estará definido por la integración de tecnologías de inteligencia artificial de próxima generación, específicamente los Modelos de Lenguaje Grandes (LLM) y los modelos multimodales. Actualmente, Seeing AI utiliza tecnologías avanzadas de visión por computadora. Sin embargo, la próxima frontera tecnológica, ya anticipada por Microsoft es la integración de IA generativa (Generative AI), que puede llevar la accesibilidad a un nuevo nivel cognitivo. Los LLMs tienen el potencial de transformar radicalmente los canales de "Describe" y "Documento". La aplicación ya da un paso hacia esta funcionalidad al permitir a los usuarios hacer preguntas sobre el contenido de un documento capturado. Con la integración completa de modelos multimodales, la funcionalidad evolucionaría de una descripción narrativa a una comprensión contextual y conversacional del entorno:

De la Descripción a la Explicación: La descripción de escenas ya no se limitaría a identificar objetos, sino que permitiría al usuario interactuar y hacer preguntas complejas sobre la escena capturada, como: "¿Qué objetos están fuera de mi alcance en esta mesa?" o "¿Por qué esta persona está sonriendo?"

Accesibilidad Cognitiva de Documentos: En el ámbito educativo, un estudiante podría escanear una página de un libro de química y, en lugar de solo leer el texto, preguntar: "¿Cuál

es el concepto clave de este párrafo y cómo se relaciona con el tema anterior?" Esto eleva el acceso a la información del nivel de percepción al nivel de comprensión y análisis.

Dada la posición estratégica de Microsoft en el desarrollo de LLMs, incluyendo su colaboración con OpenAI, Seeing AI está en una posición única para liderar esta próxima revolución en la tiftotecnología. Al fusionar la visión precisa de Seeing AI con la capacidad de razonamiento contextual de un LLM, la aplicación podría superar las reclamaciones actuales de precisión y velocidad de sus competidores, al proporcionar una accesibilidad cognitiva sin precedentes.

Seeing AI de Microsoft representa un hito en la evolución de la tiftotecnología, redefiniendo las capacidades de asistencia visual a través de la Inteligencia Artificial.

El análisis muestra que Seeing AI es una herramienta transformadora que otorga autonomía funcional, social y afectiva a la comunidad de personas con discapacidad visual. El diseño centrado en canales especializados (Texto Corto, Documento, Personas) permite a los usuarios acceder de manera eficiente a información previamente inaccesible. La aplicación no solo facilita tareas de productividad (como la lectura de documentos), sino que también enriquece las interacciones humanas y personales, permitiendo la participación plena en momentos sociales y familiares. El volumen de más de 20 millones de tareas realizadas valida su fiabilidad y adopción masiva a nivel global.

Seeing AI: La Inteligencia Artificial que Narra el Mundo

¿Qué es Seeing AI?
La Tecnología Detrás de la Visión

Una app gratuita que narra el mundo
Desarrollada por Microsoft, utiliza la IA para describir el entorno a personas con discapacidad visual a través de la cámara del móvil.

Un proyecto de investigación en evolución
Su desarrollo está ligado a la investigación continua de Microsoft, permitiendo innovación constante.

Organizada por "Canales" para tareas específicas
El usuario elige un canal para enfocar la IA en una tarea concreta, mejorando eficiencia y precisión.

Impulsada por IA de vanguardia

- Visión por Computadora (CV)
- Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)
- Aprendizaje Automático (ML)
- Microsoft Cognitive Services

Funciones Clave:
Un Kit de Herramientas para la Autonomía

- Texto Corto:** Lectura instantánea. Lee al instante carteles, etiquetas, recibos y cualquier texto breve.
- Documento:** Acceso a material impreso. Guía al usuario con audio para escanear páginas completas, reconociendo el texto y su formato.
- Personas:** Reconocimiento social. Identifica a amigos guardados y describe a personas cercanas, estimando edad, género y expresión.
- Escenas y Fotos:** Descripciones ricas del entorno. Narra una descripción general y permite explorar fotos con el dedo para ubicar objetos.
- Funciones adicionales:** Incluye canales para identificar productos, billetes, colores y la intensidad de la luz ambiental.

Impacto Real:
Más de 20 Millones de Tareas Realizadas

- +20 millones de tareas completadas**
Demuestra su fiabilidad y utilidad práctica en la vida diaria de miles de usuarios.
- Disponible en 70 países**
Adopción global y expansión a múltiples idiomas, incluyendo el español, democratizando el acceso.
- La "navaja suiza" de la accesibilidad**
Usuarios describen la versatilidad como su "kit de herramientas personal".
- Restaura la conexión humana**
Permitió leer notas manuscritas de seres queridos o que un padre ciego lea los carteles del sociólogo a su hijo.

Seeing AI en la Educación: Fomentando la Equidad

- Acceso inmediato a materiales de estudio
- Autonomía en el campus universitario
- Comprensión de contenido visual complejo

Canal/Función de Seeing AI	Aplicación Tiflotecnológica Educativa	Beneficio Específico para el Estudiante
Lectura de Documentos	Acceso inmediato a libros de texto, apuntes y formularios impresos.	Mitigación del retraso en la adaptación de materiales didácticos.
Texto Breve	Lectura de etiquetas, señalización de aulas, información en laboratorios.	Autonomía en la navegación de entornos académicos.

Headline: Estudiantes participaron en su creación.
Supporting Text: Estudiantes universitarios colaboraron como becarios en las primeras etapas de desarrollo de la aplicación en Microsoft.

Desafíos y el Futuro de la Visión Artificial

- La paradoja de la nube:** Su rendimiento y precisión dependen de una conexión a internet estable. Se que pasar en una habitación en zonas con mala cobertura.
- Competencia en el mercado:** Otras apps como Envision AI de Microsoft ofrecen mayor variedad de funciones avanzadas como el manejo de PDF de múltiples páginas.
- El salto a la IA Generativa (LLM):** El futuro es integrar Modelos de Lenguaje Grandes para pasar de la simple descripción a una comprensión contextual del entorno.
- De describir a explicar:** Pronto, un estudiante podría escanear una página y preguntar: "¿Cuál es el concepto clave de este parágrafo?" llevando la accesibilidad a un nivel cognitivo.

NotebookLM

Seeing AI: La Inteligencia Artificial que Narra el Mundo para Personas con Discapacidad Visual

¿Qué es Seeing AI y Cómo Funciona?

Potenciado por la nube de Microsoft. Integra Visión por Computadora (CV) y Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) a través de Microsoft Cognitive Services para un análisis robótico.

Una aplicación de IA gratuita que narra el mundo. Desarrollada por Microsoft con y para la comunidad ciega y de baja visión, utilizando la cámara del móvil para describir el entorno.

20+ MILLONES DE TAREAS REALIZADAS. Más de 28 millones de tareas realizadas en 76 países desde su lanzamiento.

Un proyecto de investigación en constante evolución. Su desarrollo se basa en la investigación continua de IA de Microsoft y la retroalimentación de los usuarios, no en ciclos comerciales rígidos.

Canales: Un Kit de Herramientas para Cada Necesidad

- Texto Corto:** Lee texto al instante en cuanto aparece frente a la cámara (carteles, etiquetas, menús).
- Documento:** Captura páginas impresas completas con guía de escaneo para la iluminación y reconoce el libro manteniendo su formato original.
- Productos:** Escanea códigos de barras y QR con púlpitos audibles para guiar al usuario hasta el producto.
- Personas:** Reconoce rostros guardados y estima su edad, género y expresión facial ("Mujer de 23 años, contenta").
- Escenas y Fotos:** Genera una descripción narrativa del entorno a permitiendo explorar una foto con el dedo para localizar objetos.
- Funciones adicionales:** Identifica billetes (Cvicas), colores, al nivel de brillo ambiental (Luz) y describe contenido de video.

Impacto en la Autonomía y la Vida Diaria

- La "navaja suiza" de la accesibilidad:** Su versatilidad la convierte en un kit de herramientas personal indispensable para niñas de usuarios.
- Restaura la conexión humana y efectiva:** Ha permitido a usuarios leer notas manuscritas de esos queridos fallecidos o describir un zoológico a sus hijos, creando experiencias compartidas.
- Precisión superior a herramientas especializadas:** Un usuario pudo leer el peso exacto en una báscula (intervalos de 1g), algo que su báscula partner no podía hacer (limitada a 5g). Facilitando también la interacción social al describir expresiones faciales.

Relevancia Crucial en el Ámbito Educativo

Un catalizador para la equidad educativa: Ofrece a los estudiantes acceso inmediato a materiales impresos, eliminando retrasos.

Canal de Seeing AI	Aplicación Educativa	Beneficio
Documento	Acesso inmediato a libros de texto, apuntes y exámenes impresos.	Mitiga el retraso en la adaptación, mantiene el formato original.
Texto Corto	Lectura de cellarización de celes, carteles y etiquetas en laboratorios.	Autonomía para navegar en el pumpos y antomos académicos.
Descripción de Escenas/Fotos	Interpretación de gráficos, diagramas y esquemas en presentaciones.	Comprensión especial de materiales visuales complejos.

Desafíos, Competencia y el Futuro

- Desafío: Dependencia de la conexión a internet:** Al basarse en la nube, su rendimiento puede degradarse en zonas con mala conectividad, como sótanos de bibliotecas.
- Competencia: Funciones avanzadas en otras apps:** Nivales como Emisión AI ofrecen característicos demandados como manejo robusto de PDFs.
- El futuro: Nacia una comprensión conversacional:** La integración de la Generative (LLMs) permitirá hacer preguntas complejas sobre una excusa (¿Dónde objetos hay en la mesa?), pasando de la descripción al análisis.

Los estudiantes participaron en su creación. Becarios universitarios fueron parte del equipo que desarrolló el prototipo de Seeing AI, colaborando en aspectos técnicos clave.

Nota: Logo de NotebookLM en la parte inferior derecha.

Infografía realizada con NotebookLM.

11. Relevancia Educativa de las Funciones de Seeing AI

Para los estudiantes con discapacidad visual, Seeing AI puede funcionar como un facilitador de la equidad educativa, proporcionando acceso inmediato a materiales que, de otro modo, requerirían procesos de adaptación lentos y costosos.

Acceso Universal a Materiales Impresos: La función de Documento es crucial para el entorno académico. Los estudiantes pueden escanear rápidamente libros de texto, apuntes de clase, folletos informativos, y exámenes impresos que no están disponibles en formato digital accesible. La capacidad de capturar texto junto con su formato original y luego preguntar sobre el contenido permite al estudiante obtener información de manera autónoma, eliminando la dependencia de servicios de adaptación y mitigando el retraso en la obtención de materiales.

Autonomía y Comunicación: El canal de Texto Corto permite a los estudiantes identificar información crucial en el entorno, como la señalización de aulas, números de sala, información en tableros de anuncios o instrucciones de laboratorios.

Comprensión de Contenido Visual Complejo: Las funciones de Descripción de Escenas/Fotos y la Exploración Táctil son herramientas pedagógicas vitales. Permiten a los estudiantes interpretar gráficos, diagramas, esquemas o ilustraciones en libros de texto y presentaciones, cerrando la brecha de información en materias visualmente densas (como geometría, anatomía o análisis de datos).

La siguiente tabla resume las funciones de Seeing AI en el flujo de trabajo tiflotecnológico educativo:

Tabla 2: Seeing AI y la Aplicación Tiflotecnológica Educativa

Canal/Función de Seeing AI	Aplicación Tiflotecnológica Educativa	Beneficio Específico para el Estudiante
Lectura de Documentos (Alineación y Formato)	Acceso inmediato a libros de texto, apuntes y formularios impresos.	Mitigación del retraso en la adaptación de materiales didácticos; mantenimiento del formato original.
Texto Breve y Moneda	Lectura de etiquetas, señalización de aulas, identificación de dinero en transacciones de campus.	Autonomía en la navegación de entornos académicos y transacciones cotidianas.
Descripción de Escenas/Fotos y Exploración Táctil	Interpretación de gráficos, diagramas, esquemas y presentaciones.	Comprensión espacial de materiales visuales complejos en el estudio.

12. Investigación sobre experiencia de usuario con tecnologías asistivas.

Una parte crucial de esta investigación es determinar el uso y la relevancia de Seeing AI dentro del ámbito estudiantil y si existe investigación académica formal al respecto. La evidencia recopilada indica que la aplicación ha sido objeto de estudio y que la población estudiantil ha participado tanto en su desarrollo como en su uso.

En este sentido, la literatura internacional documenta que la adopción exitosa de tecnologías asistivas depende de múltiples factores más allá de las funciones técnicas:

Factores de Adopción: Estudios señalan la importancia de la facilidad de uso, utilidad percibida, costo, soporte técnico, y compatibilidad con el estilo de vida del usuario con discapacidad visual. El abandono de tecnologías asistivas es común cuando estos factores no son satisfechos en su uso diario.

Impacto Psicológico: La tecnología asistiva puede tener efectos emocionales. Por una parte, puede generar empoderamiento, aumento de confianza y satisfacción. Por otra parte, puede generar frustración cuando falla, estigma si es visiblemente marcadora de diferencia o ansiedad tecnológica en usuarios sin tener un nivel básico digital previo.

Importancia del Contexto: El nivel de tecnologías asistivas debe esta medida por el contexto del uso. Una aplicación puede funcionar bien en ambientes controlados (hogar) pero fallar en espacios públicos complejos o en ambientes ruidosos.

En este sentido, diversos estudios de usabilidad de aplicaciones de reconocimiento visual han identificado:

Precisión Variable: La tasa de error en reconocimiento de texto, objetos y escenas varía significativamente según calidad de iluminación, complejidad visual y tipo de contenido. Textos estilizados, fondos complejos o iluminación deficiente reducen precisión.

Sesgos de Entrenamiento: Modelos entrenados predominantemente con datos de países desarrollados muestran menor precisión en contextos de países en desarrollo (reconocimiento de productos locales, arquitectura regional, diversidad étnica).

Necesidad de Educación del Usuario: Los usuarios requieren entrenamiento sobre las limitaciones de la tecnología, estrategias de uso óptimo (distancia de captura, iluminación)

y desarrollo de "confianza crítica" que permita aprovechar la tecnología sin dependencia acrítica.

Seeing AI ha sido formalmente examinada en la literatura académica de tflotecnología. Existe un estudio descriptivo que se enfocó en la evaluación de la usabilidad y accesibilidad de la aplicación. El estudio, titulado "Evaluación de la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones LookOut y Seeing AI para dispositivos móviles en personas con discapacidad visual" confirma la relevancia de Seeing AI como un objeto de análisis para mitigar las limitaciones causadas por la discapacidad visual.

La inclusión de Seeing AI en estudios comparativos de usabilidad confirma su posición como una herramienta tflotecnológica clave que merece ser contrastada con soluciones competidoras como Lookout (Google). Estos estudios son fundamentales para validar la eficacia de la aplicación en tareas y actividades específicas, evaluando si el proceso de interacción entre el sujeto y el objeto se cumple de manera eficiente y eficaz.

Seeing AI (entonces conocido como Deep Vision Prototype) en su desarrollo inicial incluyó becarios universitarios que participando en la construcción de la siguiente versión de la aplicación. Estos estudiantes colaboraron en aspectos técnicos críticos, ayudando a los servidores a comunicarse con los Microsoft Cognitive Services. Un ejemplo es Shweta Sharma, quien era una estudiante senior en McMaster University en Ontario y se inspiró en el desarrollador ciego Saqib Shaikh para contribuir al proyecto. Esta participación confirma que hubo una colaboración activa de la población estudiantil en la ingeniería de software de Seeing AI desde sus etapas fundacionales.

En el caso de Chile, el proyecto FONIS SA21I0011 (Facultad de Medicina UDD, 2024) investigó la adopción de salud digital por adultos mayores, identificando:

Barreras Psicológicas: Estigma autoimpuesto ("soy demasiado viejo"), tecnofobia, baja percepción de autoeficacia.

Barreras Materiales: Falta de dispositivos, conectividad limitada, interfaces no intuitivas.

Importancia de Capacitación: Programas de alfabetización digital adaptados, con enfoque intergeneracional y apoyo entre pares, son efectivos. La capacitación debe abordar uso de dispositivos, navegación segura, protección de datos, y aplicaciones específicas de salud.

Rol de Cuidadores: La integración de cuidadores y familiares es fundamental, pero debe equilibrarse con el respeto a la autonomía del adulto mayor.

A pesar de la creciente investigación en esta área, existen vacíos importantes:

- Escasez de estudios cualitativos en profundidad sobre la experiencia vivida de usuarios con aplicaciones específicas como Seeing AI en contextos de países latinoamericanos.
- Falta de investigación que integre diseño tecnológico, condiciones del entorno físico y factores socioculturales.
- Limitada investigación desde la Teoría Fundamentada que permita generar teoría sustantiva sobre la autonomía digital.
- Ausencia de estudios que examinen el cruce de edad, discapacidad visual, y brecha digital en Chile.

Por tanto, esta investigación busca contribuir a llenar estos vacíos mediante un análisis cualitativo desde la experiencia de usuarios adultos con discapacidad visual al utilizar Seeing AI, empleando la Teoría Fundamentada para generar comprensiones teóricas.

13. Síntesis del Marco Referencial.

El marco referencial establece las bases conceptuales, teóricas y contextuales para comprender la experiencia de adultos con discapacidad visual al utilizar Seeing AI:

- a) La discapacidad visual debe comprenderse desde un modelo social y de derechos humanos que reconoce que la "discapacidad" emerge de la interacción entre deficiencias individuales y barreras del entorno, no como característica inherente de la persona.
- b) Las tecnologías de asistencia han evolucionado desde herramientas mecánicas hasta soluciones impulsadas por IA que prometen interpretación integral del entorno visual, pero enfrentan barreras de acceso (económicas, de conocimiento, digitales, regionales) que limitan su adopción efectiva.
- c) Seeing AI representa la frontera actual de aplicaciones asistivas basadas en IA, integrando múltiples funciones de reconocimiento visual en una plataforma gratuita y accesible, aunque con limitaciones documentadas en precisión, rendimiento y adecuación regional.
- d) La accesibilidad, usabilidad y autonomía no son propiedades técnicas aisladas, sino cualidades emergentes de la interacción compleja entre capacidades de la tecnología, competencias del usuario y condiciones del contexto de uso.
- e) El marco normativo chileno establece derechos y directrices para la accesibilidad, pero persisten brechas significativas en la implementación práctica, especialmente en accesibilidad digital y actitudes.
- f) La investigación previa documenta que la adopción exitosa de tecnologías asistivas depende de factores técnicos, psicológicos, sociales y contextuales, pero existe un vacío en estudios cualitativos profundos en contextos latinoamericanos que integren estas dimensiones desde la perspectiva de usuarios.

Esta investigación se posiciona en la intersección de estos conocimientos, buscando comprender desde la experiencia vivida de usuarios adultos chilenos con discapacidad visual cómo Seeing AI puede contribuir (o no) a su autonomía informacional, qué factores median su efectividad y qué proposiciones teóricas sustantivas pueden generarse para orientar el desarrollo futuro de tecnologías asistivas y políticas de inclusión digital.

Capítulo 3: Marco Metodológico.

1. Diseño Metodológico

El diseño metodológico fue realizado en base a la teoría empíricamente fundamentada (Glasser y Strauss, 1967), la cual adopta un enfoque cualitativo descriptivo y experiencial con un diseño narrativo biográfico, orientado a comprender las experiencias vividas por personas con discapacidad visual en su interacción con la aplicación Seeing AI. El diseño narrativo permite comprender las historias personales y también permite comprender los significados que los participantes atribuyen a sus experiencias de accesibilidad informativa en sus vidas cotidianas.

2. Población y Muestra

Se consideró que la población de esta investigación estaría formada por personas adultas con discapacidad visual (ceguera y baja visión). Para ello, se generó una muestra seleccionada por conveniencia, a partir de sujetos dispuestos a participar en la investigación.

Tabla 3: Muestra de participantes en la investigación.

Nombre	Edad	Genero	Nivel Educativo	Nivel Tecnológico	Discapacidad
Myriam	50	Femenino	Superior	Avanzado - Be my Eyes - Look out	Retinopatía central serosa crónica
Lorenzo	75	Masculino	Superior	Avanzado - Be my Eyes	Retinitis pigmentosa
Carolina	32	Femenino	Enseñanza Media	Avanzado - Be my Eyes	Amaurosis congénita de leber
Solange	39	Femenino	Enseñanza Básica	Intermedio - Be my Eyes	Ceguera nacimiento

Criterios de inclusión:

- Personas de 30 o más.
- Diagnóstico de discapacidad visual (ceguera o baja visión).
- Usuarios que utilicen dispositivos móviles IOS o Android.
- Consentimiento informado firmado.

Criterios de exclusión:

- Deterioro cognitivo severo que impide la comunicación.
- Discapacidad auditiva severa sin apoyo de intérprete.

- Negativa a participar en el estudio.

La determinación muestral estuvo determinada por saturación teórica (cuando las nuevas entrevistas no aportaron información adicional relevante).

3. Técnica de recolección de datos.

La recolección de datos fue realizada mediante una entrevista semiestructura construida a partir de los objetivos específicos de esta investigación. Para su construcción se utilizó la ayuda de la inteligencia artificial (Claude)

Características:

- Duración: 45-30 minutos.
- Modalidad: Video llamada, llamada telefónica.
- Grabación digital con consentimiento.
- Guía de entrevista flexible con preguntas abiertas.

Estructura de la entrevista.

A. Experiencia diagnóstica:

- Relato del proceso de diagnóstico.
- Comprensión de la información recibida.
- Emociones y reacciones iniciales.

B. Autonomía e independencia:

- Dependencia de terceros para información.
- Impacto en calidad de vida.

C. Propuestas de mejora:

- Formato ideal de la aplicación Seeing AI.
- Sugerencias para la aplicación Seeing AI.
- Experiencias positivas con otras aplicaciones de inteligencia artificial.

Procedimiento de recolección de la información.

A. Fase preparatoria:

- Identificación de participantes potenciales.
- Coordinación con participantes.
- Contacto inicial y explicación del estudio.

B. Fase de campo:

- Firma de consentimiento informado (digital o por grabación por audio).

- Realización de entrevistas en ambiente cómodo para el participante.

C. Fase de seguimiento:

- Transcripción literal de entrevistas.
- Recolección de documentos complementarios si es pertinente.

4. Análisis de datos.

Los datos recolectados a partir de las entrevistas fueron analizados utilizando la teoría empíricamente fundamentada, siguiendo el siguiente procedimiento:

A. Transcripción y preparación:

- Transcripción textual de entrevistas.
- Anonimización de datos.
- Lectura inicial para familiarización.

B. Codificación inicial:

- Codificación abierta.
- Identificación de segmentos significativos.

C. Codificación axial:

- Análisis de elementos narrativos (estructura, contenido, contexto).
- Identificación de tipos de relatos.
- Síntesis interpretativa por participante y transversal.

Para la realización de este análisis de datos cualitativos, se utilizó como software de apoyo la inteligencia artificial (Claude) la cual permitió la organización y codificación de la información.

5. Criterios de rigor metodológico.

Credibilidad:

- Triangulación de fuentes (múltiples participantes).
- Descripción densa de contextos.

Transferibilidad:

- Descripción detallada de participantes y contexto.
- Muestreo intencional diverso.
- Documentación exhaustiva del proceso.

Confiabilidad:

- Registro detallado de decisiones metodológicas.
- Auditoría externa del proceso analítico.
- Transcripciones literales.

Consideraciones Éticas

- Consentimiento informado adaptado (digital en macrotipo/audio).
- Confidencialidad y anonimato garantizados.
- Derecho a retiro sin consecuencias.

6. Cronograma

Actividad	Semanas
Búsqueda participantes.	22 al 28 de Septiembre
Introducción investigación y aplicación Seeing AI.	29 de septiembre al 09 de noviembre
Uso aplicación autónomo.	Noviembre
Análisis datos	Diciembre

Esta metodología permitió capturar la riqueza experiencial de los adultos con discapacidad visual, proporcionando información para mejorar el acceso a su entorno inmediato y facilitar su autonomía en su vida cotidiana, sin necesidad de terceras personas que les apoyen.

7. Análisis de datos

El presente análisis se basa en la metodología de Teoría Fundamentada (Grounded Theory), propuesta originalmente por Glaser y Strauss (1967) y refinada posteriormente por Strauss y Corbin (1990). Este enfoque metodológico permite generar teoría a partir de datos empíricos mediante un proceso sistemático de codificación y análisis comparativo constante. El análisis se desarrolló en dos etapas secuenciales:

1. Codificación abierta, mediante la cual se identificaron 185 códigos sustantivos emergentes de las cuatro entrevistas en profundidad.
2. Codificación axial, proceso mediante el cual se establecieron relaciones conceptuales entre categorías para construir un modelo paradigmático coherente.

Las entrevistas analizadas corresponden a cuatro participantes con discapacidad visual que utilizaron por primera vez aplicaciones de asistencia visual basadas en inteligencia artificial. La muestra incluye perfiles diversos en términos de edad, nivel de pérdida visual y experiencia tecnológica previa, lo que permitió la saturación teórica de las categorías emergentes. Se mantuvo rigurosidad en la preservación de la textualidad de las opiniones,

citándose literalmente las expresiones de los participantes para garantizar la fidelidad interpretativa y la validez ecológica del análisis.

El análisis de las entrevistas utilizando la teoría empíricamente fundamentada fue realizado usando la inteligencia artificial Claude (en su versión Sonnet 4.5) a la cual se le proveyó cada una de las entrevistas de manera individual para realizar la codificación abierta y luego los informes de esta primera etapa para realizar la codificación axial. Este proceso fue realizado elaborando prompt a partir de la teoría empíricamente fundamentada. Finalmente, la codificación selectiva fue realizada considerando los objetivos específicos de esta investigación.

Capítulo 4. Presentación de resultados y discusión.

A partir de la codificación abierta, se generó el análisis de codificación axial para comprender la experiencia de personas con discapacidad visual en el uso de aplicaciones de asistencia. Este proceso permitió comprender el fenómeno central: Búsqueda de autonomía digital mediada por tecnología de asistencia visual. Este fenómeno central que atraviesa las cuatro entrevistas es la tensión entre la promesa de independencia que ofrecen estas tecnologías y las barreras (técnicas, culturales, contextuales) que limitan su efectividad.

Este análisis axial permitió general el siguiente modelo explicativo:

1. Condiciones causales: ¿Qué genera el fenómeno?

1.1 Dependencia Previa en Tareas Cotidianas.

Solange:

"yo hace mucho tiempo tenía que pedir ayuda con mi mamá para que viera los nombres de los remedios y ahora con esta aplicación lo he podido hacer sola".

Carolina:

"siempre está la curiosidad de qué dice... acceder a la información que al no estar en Braille, no puedo acceder".

1.2 Brecha de Acceso a Información Visual.

Myriam:

"Su principal obstáculo es el acceso a textos, una barrera que limita su independencia".

Carolina:

"la herramienta que más necesito... acceder a la información que al no estar en Braille, no puedo acceder".

1.3 Necesidad de Empoderamiento Personal.

Myriam:

"poder leer la carta del restaurante por sí misma y elegir su plato. Se trataba de un acto fundamental de autoafirmación".

Solange:

"para hacer más autónoma mi idea... para no pedir ayuda".

2. Contexto: ¿En qué condiciones ocurre el fenómeno?

2.1 Contexto Geográfico/Cultural.

Don Lorenzo:

"eso está hecho para Europa y entonces no están considerados" "no está como todavía apto para usar [en este] país... ningún país" "no está preparado para nosotros".

Carolina:

"primera gran desventaja... es más limitante" (refiriéndose a la ausencia del peso chileno).

2.2 Contexto Tecnológico Personal.

Solange:

"yo soy rapidísimo para acostumbrarnos a aplicaciones" "muy accesible... es fácil de navegar... accesible para usarla con diferentes tipos de lectores de pantalla".

Carolina:

"similar a otra aplicación que yo utilizo... me fijé que no es lo mismo".

2.3 Contexto de uso (espacial y social).

Solange:

"en la casa... en el supermercado... farmacia" "ir a un restaurante y poder leer la carta".

Myriam:

"Me sentía presionada con mis otros comensales... como para hacerla más rápido".

Carolina:

"riesgo de perder el teléfono... no las puede usar en tantos entornos".

2.4 Contexto de seguridad.

Myriam:

"Andar con el celular en la mano es muy inseguro porque te lo pueden robar en cualquier momento... robarle el teléfono a una persona con discapacidad visual es como robarle la vista" "El celular es un compañero, un complemento muy importante... Esto ya no es un lujo, una necesidad. Es como un tanque de oxígeno".

3. Condiciones intervinientes: ¿Qué facilita o dificulta el fenómeno?

3.1 Facilitadores

Diseño Accesible

Solange:

"rápida su interfaz" "fácil de navegar".

Myriam:

"botones grandes y claros, fáciles de identificar y presionar" "no te pide que cree una clave, que no cree una clave que vincule. Maravilloso".

Carolina:

"no está saturada de información... Tiene lo justo y necesario... limpia la aplicación" "absolutamente compatible" [con lector de pantalla]

Precisión Técnica.

Solange:

"más segura brinda la seguridad porque no mientes" "he usado por ejemplo Geminis pero... puede a veces mentir en cambio la de Sain es más segura".

Carolina:

"95% de precisión... bastante preciso".

Inmediatez

Carolina:

"cosa de poner el teléfono encima... al tiro me da la información" "lo principal que puedo responder... al tiro me da la información".

3.2 Obstáculos

Limitaciones Regionales.

Don Lorenzo:

"hay un billete de 1000 de 5000... igual lo reconocen QR código de barra" (reconocimiento limitado).

Carolina:

"bien poquitas las que tienen... considerando el universo de monedas".

Problemas de diseño de interfaz.

Solange:

"me decía muchos colores a la vez entonces como que no sabía si estaba bien" "no leer tan rápidamente... roja azul verde, roja azul verde... como muy confuso".

Inadecuación del entorno físico.

Myriam:

"la letra estaba muy chica... el diseño de la propia carta, cuyo texto era probablemente muy tenue o estilizado" "si los negocios diseñaran menús más neutras, más simple, la tecnología de asistencia sería infinitamente más eficaz".

Problemas Técnicos.

Carolina:

"tiende a pegarse un poco al comienzo... le cuesta iniciar" "Esa parte no me funcionó" [función de galería] "hay que encuadrar bien la imagen".

Myriam:

"La luz de la cámara se activó automáticamente... una experiencia choqueante para ella debido a su patología de retina".

Limitaciones Lingüísticas.

Myriam:

"Me dio lata porque me frustró un poco" (sobre la ausencia de portugués).

4. Estrategias de acción/interacción: ¿Cómo responden las personas al fenómeno?

4.1 Exploración autónoma.

Solange:

"al principio me costó para encontrar como las opciones" "durante estos días" (uso frecuente).

Carolina:

"nunca le pedí ayuda a otra persona... no fue necesario" "solo como la exploración inicial... ya después que entendí cómo funcionaba... súper sencillo".

4.2 Priorización de funciones.

Don Lorenzo:

"la que más utilicé... utilicé la lectura de textos cortos, etiquetas, señal".

Carolina:

"la que más utilicé... acceder a la información escrita".

Solange:

"tomo alrededor de 12 remedios en la noche y en el día" (identificación de medicamentos como uso principal).

4.3 Comparación crítica con alternativas.

Don Lorenzo:

"la investigué por dar una opinión" "aplicaciones que me son más (útiles)".

Solange:

"he usado por ejemplo Geminis pero... puede a veces mentir".

Carolina:

"era cosa de poner el teléfono encima" (comparando rapidez con app anterior).

4.4 Adaptación pragmática.

Myriam:

"Hagámosla corta... ya dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía" (ante el fallo en el restaurante).

Solange:

"solo la usó en su casa" (reconocimiento de personas - por privacidad).

Carolina:

"utilizar nuestro criterio... cuestionarse... pueden fallar, pueden dar información errada".

4.5 Uso complementario.

Myriam:

"la aplicación es una herramienta excelente, pero no una solución única. Funciona mejor como un complemento".

Carolina:

"Sí o sí, lo voy a implementar" (pero mantiene otras apps).

5. Consecuencias: ¿Cuáles son los resultados?

5.1 Impacto en autonomía.

Ganancia de independencia:

Solange:

"lo he podido hacer sola" "tareas que antes necesitaba ayuda de otra persona".

Carolina:

"No fue necesario solicitarle a nadie ayuda... absolutamente autónoma" "siempre como un triunfo... me siento contenta y me siento autónoma... enriquece muchísimo".

Myriam:

"poder leer la carta del restaurante por sí misma y elegir su plato".

Casos específicos de autonomía lograda.

Solange:

"ver los colores de ropa por ejemplo combinarlos".

Carolina:

"Lectura de libro sin ayuda externa" "Verificación de fechas de vencimiento" "Identificación de tarjetas" "Confirmación de colores de zapatillas".

5.2 Impacto emocional.

Satisfacción y sorpresa positiva.

Solange:

"todo me pareció súper bien" "quedó impresionada".

Myriam:

"Sorpresa, sorpresa positiva".

Carolina:

"me sorprendió gratamente tantas funciones que tenía" "quedé gratamente sorprendida" "grato descubrimiento".

Aumento de confianza.

Solange:

"cambió de alguna manera su confianza" "le daría más confianza para participar en actividades sociales".

Carolina:

"los niveles de confianza en uno mismo aumentan... confianza en desarrollar tareas de manera independiente".

Frustración ante limitaciones.

Don Lorenzo:

"función que no le resultó útil o que le causó mayor frustración".

Myriam:

"Me sentía presionada... Hagámosla corta... ya dejo que me ayuden" "Me dio lata porque me frustró un poco" (portugués).

Carolina:

"primera gran desventaja" (peso chileno ausente).

5.3 Cambios en rutinas.

Solange:

"durante estos días" "planea seguir usando".

Carolina:

"Principalmente en las tardes" "Durante viaje en bus" "Priorización sobre aplicación anterior".

Don Lorenzo:

"cómo integró en sus actividades diarias. Creo que sí".

5.4 Descubrimientos inesperados.

Carolina:

"Señales de seguridad en buses... nunca las había leído... con esta aplicación las descubrí".

Solange:

"me gusta los colores porque decía... el color"

Myriam:

"Pudo identificar objetos como un teclado, una mesa, e incluso notar las sombras sobre su ropero"

5.5 RECOMENDACIÓN Y DIFUSIÓN

Solange:

"al 100%... adultas mayores... gente joven... personas que están quedando con baja visión"
"su vida cambiaría totalmente con la aplicación",.

Carolina:

"incluso ya lo he hecho... Recomendación a personas con mayor discapacidad visual... Recomendación a personas que viven solas".

5.6 IMPACTO PROYECTADO

Ámbito Social

Solange:

"ir a un restaurante y poder leer la carta".

Carolina:

"no quedo con ese vacío de información... Participación más activa".

Ámbito Educativo

Solange:

"facilitar su acceso a la educación".

Carolina:

"tremendo aporte para leer... Acceso a información en tinta".

Ámbito Laboral.

Solange:

"en el futuro laborales".

Carolina:

"como apoyo, como aplicación de asistencia".

A partir de este modelo de comprensión del fenómeno central, el análisis permitió identificar diversas categorías axiales:

Categoría axial 1: tensión autonomía-dependencia contextual

Definición: La aplicación promete independencia, pero su efectividad está condicionada por factores externos (diseño del entorno físico, presión social, limitaciones regionales).

Relación con el fenómeno:

- **Cuando el contexto favorece:** Autonomía plena
 - **Solange:** "lo he podido hacer sola".
 - **Carolina:** "absolutamente autónoma".
- **Cuando el contexto limita:** Regreso a dependencia
 - **Myriam:** "ya dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía".
 - **Don Lorenzo:** "aplicaciones que me son más [útiles]".

Categoría axial 2: brecha entre diseño tecnológico y realidad situada

Definición: La tecnología es desarrollada sin considerar contextos locales, generando exclusión funcional.

Dimensiones de la brecha:

Regional:

- **Don Lorenzo:** "eso está hecho para Europa y entonces no están considerados".
- **Carolina:** "bien poquitas las que tienen... considerando el universo de monedas".

Lingüística:

- **Myriam:** "Me dio lata porque me frustró un poco" [ausencia portugués].

Cultural (diseño físico del entorno):

- **Myriam:** "si los negocios diseñaran menús más neutras, más simple".

Categoría axial 3: confianza crítica: empoderamiento con vigilancia

Definición: Los usuarios desarrollan confianza en la tecnología, pero mantienen criterio propio, evitando dependencia total.

Solange:

"más segura brinda la seguridad porque no mientes".

Carolina:

"utilizar nuestro criterio... cuestionarse... no confiarse en absoluto un 100%... seguir utilizando... nuestro razonamiento".

Estrategia: Balance entre aprovechamiento y cautela.

Categoría axial 4: complementariedad tecnológica vs. solución única

Definición: La aplicación no reemplaza todo el ecosistema tecnológico del usuario, sino que se integra como una herramienta más.

Myriam:

"la aplicación es una herramienta excelente, pero no una solución única. Funciona mejor como un complemento".

Don Lorenzo:

"aplicaciones que me son más [útiles]".

Implicación: No existe una aplicación universal; cada herramienta tiene fortalezas específicas.

Categoría axial 5: inmediatez como valor diferencial crítico

Definición: La velocidad de respuesta es el factor más valorado, determinando la adopción sobre otras alternativas.

Carolina:

"lo principal que puedo responder... al tiro me da la información" "cosa de poner el teléfono encima".

Solange:

"rápida su interfaz" "muy rápida respuestas muy muy rápidas".

Contraste con limitaciones:

- **Solange:** "no leer tan rápidamente... como muy confuso".
- **Carolina:** "tiende a pegarse un poco al comienzo".

Categoría axial 6: descubrimiento progresivo y aprendizaje situado.

Definición: El dominio de la aplicación ocurre a través de exploración autónoma en contextos reales, no mediante tutoriales.

Carolina:

"medianamente fácil... lo que más me costó fue el reconocimiento inicial... ya después que entendí cómo funcionaba... súper sencillo" "nunca le pedí ayuda a otra persona... no fue necesario".

Solange:

"al principio me costó para encontrar como las opciones"

Temporalidad: 2-3 horas para dominio básico.

Categoría axial 7: impacto emocional transformador

Definición: La tecnología genera cambios emocionales profundos más allá de la funcionalidad técnica.

Dimensiones:**Sorpresa:**

- **Myriam:** "Sorpresa, sorpresa positiva".
- **Carolina:** "me sorprendió gratamente... No pensé que tenía tantas opciones".

Logro:

- **Carolina:** "siempre como un triunfo... me siento contenta"

Confianza:

- **Carolina:** "los niveles de confianza en uno mismo aumentan"
- **Solange:** "cambió de alguna manera su confianza"

Proyección:

- **Solange:** "su vida cambiaría totalmente con la aplicación"

Proposiciones teóricas emergentes

A partir de estas categorías axiales, el análisis permitió general diversas proposiciones explicativas del fenómeno central.

Proposición 1: interdependencia diseño tecnológico-diseño universal

Enunciado: La efectividad de tecnologías de asistencia está condicionada por el grado de accesibilidad del entorno físico donde se aplican.

Evidencia:

- **Myriam:** Falló en restaurante por diseño de carta inaccesible
- **Solución propuesta:** "si los negocios diseñaran menús más neutras, más simple"

Proposición 2: localización como inclusión

Enunciado: El desarrollo tecnológico globalizado reproduce exclusión cuando no considera particularidades regionales.

Evidencia:

- **Don Lorenzo:** "eso está hecho para Europa"
- **Carolina:** Ausencia de peso chileno como "primera gran desventaja"

Proposición 3: velocidad como dignidad

Enunciado: La inmediatez de respuesta no es solo eficiencia, sino respeto a la autonomía y reducción de vulnerabilidad social.

Evidencia:

- **Myriam:** Presión social de comensales
- **Carolina:** Riesgo de robo en espacios públicos
- **Inmediatez permite:** Menor exposición, mayor seguridad

Proposición 4: confianza vigilante

Enunciado: Los usuarios desarrollan una relación de confianza crítica: aprovechan la tecnología sin ceder completamente su criterio.

Evidencia:

- **Carolina:** "utilizar nuestro criterio... no confiarse en absoluto un 100%"

- **Estrategia:** Verificación constante + uso pragmático

Las personas con discapacidad visual utilizan aplicaciones de asistencia como herramientas de emancipación, pero su efectividad está constantemente mediada por:

- Diseño inadecuado del entorno físico
- Exclusión regional/cultural en el desarrollo tecnológico
- Presión social y riesgos de seguridad
- Necesidad de complementariedad con otras herramientas

La autonomía lograda no es absoluta sino **situada y negociada**, requiriendo:

1. Adaptación pragmática constante
2. Criterio crítico vigilante
3. Complementación con múltiples herramientas
4. Entornos físicos más accesibles

Como una forma de comprender el fenómeno central de estudio, el análisis permitió generar diversas síntesis conclusivas, que se expresan en memos teóricos integradores.

MEMO 1: La paradoja de la autonomía digital.

La tecnología promete independencia total, pero revela que la verdadera autonomía requiere transformación sistémica del entorno físico y social, no solo innovación tecnológica.

MEMO 2: El celular como extensión existencial

Para personas con discapacidad visual, el smartphone trasciende su condición de dispositivo para convertirse en "tanque de oxígeno" (Myriam), lo que hace que su pérdida sea equivalente a "robarle la vista".

MEMO 3: Globalización excluyente

El desarrollo tecnológico reproduce colonialidad: apps diseñadas para "Europa" (Don Lorenzo) excluyen sistemáticamente a usuarios del Sur Global.

MEMO 4: Diseño universal como responsabilidad compartida

La accesibilidad no es solo responsabilidad de desarrolladores de apps, sino de todo el ecosistema: restaurantes con menús legibles, comercios con etiquetas accesibles, etc.

De este modo, el análisis transversal de las cuatro entrevistas permitió identificar como fenómeno central la **búsqueda de autonomía digital mediada por tecnología de asistencia visual**. Este fenómeno se caracteriza por una tensión dialéctica constante entre la promesa emancipadora de la tecnología y las barreras contextuales (técnicas, culturales, ambientales y sociales) que limitan su efectividad. La autonomía no emerge como un estado binario (dependiente/independiente), sino como un proceso de negociación continua entre las

capacidades de la tecnología, las competencias del usuario y las condiciones del entorno de uso.

Este hallazgo desafía las concepciones deterministas que asumen que la incorporación de tecnología genera automáticamente autonomía. Los datos evidencian que la independencia lograda es **situada, contextual y parcial**, requiriendo constantes adaptaciones pragmáticas por parte de los usuarios.

Modelo Paradigmático

Condiciones Causales

Las condiciones causales identifican los factores que originan el fenómeno estudiado. En este caso, tres condiciones estructurales impulsan la búsqueda de autonomía digital:

a) Dependencia previa en tareas cotidianas

La experiencia histórica de dependencia en actividades rutinarias constituye el motor primario del fenómeno. En este sentido, Solange explicita esta condición: "yo hace mucho tiempo tenía que pedir ayuda con mi mamá para que viera los nombres de los remedios y ahora con esta aplicación lo he podido hacer sola". Esta dependencia no se limita a tareas instrumentales, sino que afecta dimensiones fundamentales de la vida cotidiana. Carolina, por su parte, articula la persistencia de esta necesidad: "siempre está la curiosidad de qué dice... acceder a la información que, al no estar en Braille, no puedo acceder".

La gestión de medicamentos emerge como un caso paradigmático de esta dependencia. Así Solange reporta: "tomo alrededor de 12 remedios en la noche y en el día", situación que antes de la aplicación requería asistencia constante de terceros. Esta dependencia médica representa un riesgo vital, convirtiendo la autonomía en una necesidad crítica. .

b) Brecha de acceso a información visual

La segunda condición causal es la brecha estructural de acceso a información visual en un mundo diseñado primariamente para personas videntes. El análisis de Myriam identifica que "su principal obstáculo es el acceso a textos, una barrera que limita su independencia". Carolina lo conceptualiza como una necesidad fundamental: "la herramienta que más necesito... acceder a la información que, al no estar en Braille, no puedo acceder".

Esta brecha no es meramente técnica sino epistemológica ya que configura una exclusión informativa que afecta la participación social plena. La información en tinta representa el código hegemónico de transmisión cultural y su inaccesibilidad genera una desventaja estructural sistemática.

c) Necesidad de empoderamiento personal

La tercera condición causal trasciende lo instrumental para ubicarse en el plano de la dignidad y la autodeterminación. En este sentido, Myriam conceptualiza la lectura autónoma de una carta de restaurante como "un acto fundamental de autoafirmación". Por su parte, Solange sintetiza esta aspiración con la siguiente frase: "para hacer más autónoma mi mi idea... para no pedir ayuda".

Esta necesidad de empoderamiento revela que la tecnología de asistencia no responde únicamente a déficits funcionales, sino a demandas de reconocimiento y agencia personal. La autonomía es reivindicada como derecho, no como concesión.

Contexto

El contexto delimita las condiciones específicas bajo las cuales se manifiesta el fenómeno. Se identificaron cuatro dimensiones contextuales críticas:

a) Contexto geográfico-cultural: Inadecuación regional de las tecnologías

Los participantes identifican sistemáticamente la inadecuación de las aplicaciones a contextos latinoamericanos. Don Lorenzo explicita: "eso está hecho para Europa y entonces no están considerados" y enfatiza: "no está preparado para nosotros". Esta descontextualización se manifiesta concretamente en la ausencia del peso chileno como moneda reconocible. Carolina identifica esto como "primera gran desventaja... es más limitante".

Este hallazgo evidencia un patrón de colonialidad tecnológica: las soluciones son diseñadas desde y para contextos del Norte Global, reproduciendo exclusión en el Sur Global. La falta de reconocimiento de divisas locales no es un detalle técnico menor, sino una manifestación de la invisibilización de usuarios no-europeos/no-norteamericanos en el proceso de diseño.

b) Contexto tecnológico personal: Trayectorias y competencias digitales previas

El contexto tecnológico personal de cada usuario media significativamente su experiencia. Solange se autodefine: "yo soy rapidísima para acostumbrarme a aplicaciones", evidenciando alta competencia digital previa. En este mismo sentido señala que la aplicación demuestra accesibilidad básica: "muy accesible... es fácil de navegar... accesible para usarla con diferentes tipos de lectores de pantalla".

Carolina, por su parte, posee referencias comparativas: "similar a otra aplicación que yo utilizo... me fijé que no es lo mismo", lo que denota un usuario experto capaz de evaluación crítica. Este contexto de experticia tecnológica previa condiciona las expectativas, los patrones de uso y los criterios de evaluación.

c) Contexto espacial y social de uso: Ambientes físicos y presión social

Los espacios de uso condicionan radicalmente la efectividad de la tecnología. Solange distingue: "en la casa... en el supermercado... farmacia", identificando espacios relativamente controlados. Sin embargo, proyecta usos más desafiantes: "ir a un restaurante y poder leer la carta".

El caso de Myriam en el restaurante es paradigmático de cómo el contexto social invalida la tecnología. Reporta: "Me sentía presionada con mis otros comensales... como para hacerla más rápido", y concluye: "Hagámosla corta... ya dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía". La presión social temporal convierte la autonomía tecnológica en una carga social, obligando al abandono del objetivo emancipador.

Carolina identifica además el contexto de inseguridad urbana: "riesgo de perder el teléfono... no las puede usar en tantos entornos". La vulnerabilidad a la delincuencia limita los contextos de uso posibles, especialmente en espacios públicos.

d) Contexto de seguridad: El smartphone como extensión vital

Myriam conceptualiza radicalmente el contexto de seguridad: "Andar con el celular en la mano es muy inseguro porque te lo pueden robar en cualquier momento... robarle el teléfono a una persona con discapacidad visual es como robarle la vista". Esta metáfora no es retórica sino literal: el dispositivo se ha convertido en prótesis sensorial.

Profundizando esta conceptualización, Myriam declara: "El celular es un compañero, un complemento muy importante. Esto ya no es un lujo, una necesidad. Es como un tanque de oxígeno". La analogía médica es significativa: así como la pérdida de un tanque de oxígeno puede ser fatal para un paciente respiratorio, la pérdida del smartphone representa una discapacidad sobrevenida para usuarios con déficit visual.

Condiciones Intervinientes

Las condiciones intervinientes son factores facilitadores u obstaculizadores que afectan las estrategias de acción. Se identificaron dos grupos:

A. FACILITADORES

a) Diseño accesible de interfaz: La accesibilidad de la interfaz emerge como facilitador fundamental. Solange valora: "rápida su interfaz" y "fácil de navegar". Myriam enfatiza elementos concretos: "botones grandes y claros, fáciles de identificar y presionar", y celebra la ausencia de barreras en la experiencia de usuario: "no te pide que cree una clave, que no cree una clave que vincule. Maravilloso". Carolina sintetiza el principio de diseño valorado: "no está saturada de información... Tiene lo justo y necesario... limpia la aplicación". Este minimalismo funcional contrasta con aplicaciones sobrecargadas que aumentan la carga cognitiva. Adicionalmente, confirma: "absolutamente compatible" con lectores de pantalla, garantizando accesibilidad universal para usuarios de tecnologías asistivas.

b) Precisión técnica y confiabilidad: La precisión de la información es crítica para la confianza del usuario. Solange compara: "he usado por ejemplo Gemini, pero... puede a veces mentir en cambio la de Sain es más segura", estableciendo que la confiabilidad es "más segura brinda la seguridad porque no miente". Carolina cuantifica esta precisión: "95% de precisión... bastante preciso". Este nivel de confiabilidad permite que los usuarios deleguen decisiones críticas a la tecnología sin verificación constante, agilizando los procesos.

c) Inmediatez de respuesta: La velocidad emerge como el facilitador más valorado. Carolina enfatiza reiteradamente: "cosa de poner el teléfono encima... al tiro me da la información" y "lo principal que puedo responder... al tiro me da la información". Esta inmediatez no es mero confort, sino condición de dignidad: permite minimizar la exposición social vulnerable y responder a ritmos sociales normativos.

B) OBSTÁCULOS

a) Limitaciones regionales y culturales: Las limitaciones geográficas constituyen el obstáculo estructural más significativo. Don Lorenzo denuncia: "hay un billete de 1000 de 5000... igual lo reconocen QR código de barra", indicando reconocimiento parcial mediante códigos, no por características físicas completas de los billetes locales. Carolina cuantifica la exclusión: "bien poquitas las que tienen... considerando el universo de monedas", evidenciando que la funcionalidad de reconocimiento monetario es prácticamente inoperante en contextos no contemplados en el diseño original.

b) Problemas de diseño de interfaz y retroalimentación: Solange identifica sobrecarga informativa: "me decía muchos colores a la vez entonces como que no sabía si estaba bien", y velocidad excesiva de lectura: "no leer tan rápidamente... roja azul verde, roja azul verde... como muy confuso". Estos problemas de retroalimentación generan desorientación y reducen la confiabilidad percibida.

c) Inadecuación del entorno físico: Myriam experimenta el obstáculo más revelador: el fallo no es de la tecnología sino del entorno físico. La aplicación indica que "la letra estaba muy chica" al intentar leer una carta de restaurante. El diagnóstico de Myriam es certero: "el diseño de la propia carta, cuyo texto era probablemente muy tenue o estilizado". Su propuesta es sistémica: "si los negocios diseñaran menús más neutras, más simple, la tecnología de asistencia sería infinitamente más eficaz". Este hallazgo es teóricamente crítico: demuestra que la accesibilidad no depende únicamente de la tecnología asistiva, sino de la accesibilidad del entorno donde se aplica.

d) Problemas técnicos de rendimiento: Carolina reporta problemas de rendimiento: "tiende a pegarse un poco al comienzo... le cuesta iniciar", y funcionalidades no operativas: "Esa parte no me funcionó" referido al examinador de galería. También identifica: "hay que encuadrar bien la imagen", sugiriendo dificultades de usabilidad motriz. Myriam experimenta un problema crítico de accesibilidad: "La luz de la cámara se activó automáticamente..." lo cual fue para ella una experiencia choqueteante para ella debido a su patología de retina. Este fallo de diseño inclusivo es grave: una aplicación de asistencia visual debe considerar la fotosensibilidad como requisito básico.

e) Limitaciones lingüísticas: Myriam señala su frustración: "Me dio lata porque me frustró un poco" ante la ausencia de portugués. Esta limitación reduce la utilidad en contextos multilingües, particularmente relevantes en América Latina donde el portugués de Brasil representa una lengua regional importante.

Estrategias de Acción e Interacción

Las estrategias representan las respuestas que los participantes desarrollan frente al fenómeno y sus condicionantes. Se identificaron cinco estrategias principales:

a) Exploración autónoma y aprendizaje situado: Los participantes desarrollan conocimiento de la aplicación mediante exploración directa, sin asistencia externa. Solange reporta: "al principio me costó para encontrar como las opciones", pero mantiene uso "durante estos días". Carolina enfatiza su autonomía: "nunca le pedí ayuda a otra persona... no fue necesario", y describe una curva de aprendizaje típica: "solo como la exploración inicial... ya después que entendí cómo funcionaba... súper sencillo". El dominio básico se logra en 2-3 horas de exploración autónoma, evidenciando que la aplicación permite aprendizaje por descubrimiento sin documentación extensiva.

b) Priorización selectiva de funciones: Los usuarios no adoptan todas las funcionalidades, sino que seleccionan aquellas relevantes para sus necesidades específicas. Don Lorenzo declara: "la que más utilicé... utilicé la lectura de textos cortos, etiquetas, señal". Carolina coincide: "la que más utilicé... acceder a la información escrita". Solange prioriza: "tomo alrededor de 12 remedios en la noche y en el día", usando centralmente la identificación de medicamentos. Esta selectividad evidencia apropiación crítica: los usuarios configuran la tecnología según sus necesidades particulares, no según las expectativas del diseñador.

c) Comparación crítica con alternativas tecnológicas: Los participantes no adoptan acríticamente la tecnología, sino que la evalúan comparativamente. Don Lorenzo explicita su rol evaluativo: "la investigué por dar una opinión", concluyendo que existen "aplicaciones que me son más útiles". Solange compara con aplicaciones de IA generativa: "he usado por ejemplo Geminis, pero... puede a veces mentir", estableciendo criterios de confiabilidad como variable de comparación. Carolina contrasta velocidades: "era cosa de poner el teléfono encima", valorando la inmediatez superior respecto a aplicaciones previas. Esta competencia comparativa evidencia usuarios expertos que operan en ecosistemas tecnológicos complejos.

d) Adaptación pragmática ante limitaciones: Frente a obstáculos insalvables, los usuarios adaptan pragmáticamente sus estrategias. Myriam desarrolla la respuesta más dramática: "Hagámosla corta... ya dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía", abandonando temporalmente el objetivo emancipador ante la presión social. Solange limita contextos de uso por privacidad: "solo la usó en su casa" para reconocimiento de personas. Carolina desarrolla vigilancia crítica: "utilizar nuestro criterio... cuestionarse... pueden fallar, pueden dar información errada". Estas adaptaciones no representan resignación sino pragmatismo: los usuarios negocian continuamente entre aspiraciones de autonomía y restricciones contextuales.

e) Uso complementario en ecosistemas tecnológicos: Los participantes no buscan una solución tecnológica única, sino que integran múltiples herramientas complementarias. Myriam sintetiza esta estrategia: "la aplicación es una herramienta excelente, pero no una solución única. Funciona mejor como un complemento". Carolina, pese a valorar positivamente la aplicación, mantiene su ecosistema previo: "Sí o sí, lo voy a implementar", pero continúa usando otras aplicaciones para funciones específicas. Esta estrategia de complementariedad evidencia sofisticación tecnológica: los usuarios orquestan conjuntos de herramientas especializadas en lugar de depender de soluciones monolíticas.

Consecuencias

Las consecuencias representan los resultados de las estrategias implementadas. Se identificaron seis tipos de consecuencias:

a) Impacto en autonomía personal: La consecuencia más significativa es la ganancia de independencia en tareas cotidianas. Solange celebra: "lo he podido hacer sola" en "tareas que antes necesitaba ayuda de otra persona". Carolina cuantifica su experiencia: "No fue necesario solicitarle a nadie ayuda... absolutamente autónoma", y le atribuye valor emocional: "siempre como un triunfo... me siento contenta y me siento autónoma... enriquece muchísimo".

Los casos específicos de autonomía lograda incluyen:

- **Solange:** "ver los colores de ropa por ejemplo combinarlos"
- **Carolina:** "Lectura de libro sin ayuda externa", "Verificación de fechas de vencimiento", "Identificación de tarjetas", "Confirmación de colores de zapatillas"

Estos casos demuestran que la autonomía no es abstracta, sino que se materializa en capacidades concretas para realizar tareas específicas sin asistencia.

b) Impacto emocional: Sorpresa, satisfacción y aumento de confianza: Las consecuencias emocionales trascienden lo instrumental. La primera impresión genera sorpresa positiva consistente. Solange reporta: "todo me pareció súper bien" y "quedé impresionada". Myriam experimenta: "Sorpresa, sorpresa positiva". Carolina declara: "me sorprendió gratamente tantas funciones que tenía... quedé gratamente sorprendida", caracterizándolo como "grato descubrimiento". Esta sorpresa inicial se transforma en aumento de confianza personal. Solange percibe que la aplicación "cambió de alguna manera mi confianza" y proyecta: "le daría más confianza para participar en actividades sociales". Carolina teoriza el mecanismo: "los niveles de confianza en uno mismo aumentan... confianza en desarrollar tareas de manera independiente". El logro técnico se convierte en logro psicológico, fortaleciendo la autoeficacia percibida.

Sin embargo, también emergen frustraciones. Don Lorenzo experimenta frustración porque no le resultó útil. Myriam, ante el fallo en el restaurante, vive presión: "Me sentía presionada... Hagámosla corta... ya dejo que me ayuden".

Carolina identifica la ausencia del peso chileno como "primera gran desventaja", evidenciando que las limitaciones generan decepción proporcional a las expectativas creadas.

c) Cambios en rutinas y prácticas cotidianas: La tecnología se integra en las rutinas diarias. Solange usó la aplicación "durante estos días" y planea seguir usándola. Carolina especifica temporalidades: "Principalmente en las tardes", "Durante viaje en bus", y reporta "Priorización sobre aplicación anterior", indicando sustitución parcial de herramientas previas. Don Lorenzo confirma integración: "Creo que sí", aunque con menor entusiasmo que otros participantes, coherente con su evaluación de que existen aplicaciones más útiles.

d) Descubrimientos inesperados del entorno: La tecnología revela información previamente inaccesible del entorno cotidiano. Carolina reporta un descubrimiento significativo: "Señales de seguridad en buses... nunca las había leído... con esta aplicación las descubrí", evidenciando que información de seguridad pública no estaba accesible hasta la intervención tecnológica. Solange descubre: "me gusta los colores porque decía... el color", accediendo a información estética previamente vedada. Myriam logra percepciones detalladas: "Pudo identificar objetos como un teclado, una mesa e incluso notar las sombras sobre su ropero", obteniendo comprensión espacial más rica de su entorno doméstico.

e) Recomendación y difusión entre pares: Los participantes desarrollan disposición a recomendar la tecnología. Solange recomienda: "al 100%" a "adultas mayores... gente joven... personas que están quedando con baja visión", identificando múltiples perfiles de usuarios potenciales. Proyecta transformación radical: "su vida cambiaría totalmente con la aplicación".

Carolina no solo expresa intención sino acción: "incluso ya lo he hecho", realizando "Recomendación a personas con mayor discapacidad visual" y "Recomendación a personas que viven solas", identificando perfiles de mayor vulnerabilidad que se beneficiarían significativamente.

f) Impacto proyectado en dimensiones vitales: Los participantes proyectan consecuencias en tres ámbitos vitales:

Ámbito social: Solange imagina: "ir a un restaurante y poder leer la carta". Carolina anticipa: "no quedo con ese vacío de información... Participación más activa", sugiriendo mayor inclusión en intercambios sociales.

Ámbito educativo: Solange proyecta que la tecnología podría "facilitar su acceso a la educación". Carolina valora: "tremendo aporte para leer... Acceso a información en tinta", identificando potencial transformador en contextos académicos.

Ámbito laboral: Solange contempla utilidad "en el futuro laboral". Carolina lo conceptualiza: "como apoyo, como aplicación de asistencia", reconociendo el potencial de inclusión laboral.

Estas proyecciones evidencian que los participantes no limitan la tecnología a usos instrumentales domésticos, sino que visualizan potencial transformador en todas las dimensiones de participación social.

Categorías Axiales Principales

El análisis axial permitió identificar siete categorías conceptuales que relacionan sistemáticamente las condiciones, estrategias y consecuencias identificadas:

Tensión Autonomía-Dependencia Contextual: Esta categoría captura la relación dialéctica entre la promesa de independencia tecnológica y la dependencia contextual de su efectividad. La autonomía lograda no es absoluta sino **contingente a condiciones favorables del entorno**.

Cuando el contexto favorece (espacios privados, tiempo suficiente, diseño accesible del entorno), los usuarios alcanzan autonomía plena. Solange sintetiza: "lo he podido hacer sola". Carolina confirma: "absolutamente autónoma".

Sin embargo, cuando el contexto limita (presión social, diseño inaccesible del entorno físico, inseguridad), los usuarios retornan a dependencia. Myriam expresa dramáticamente esta tensión: "dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía", evidenciando que la presión temporal social invalida la autonomía tecnológica.

Don Lorenzo representa el extremo de esta tensión: pese a integrar la aplicación, concluye que otras "aplicaciones que me son más útiles", sugiriendo que las limitaciones contextuales (especialmente regionales) superan las ventajas de la herramienta.

Esta categoría desafía concepciones simplistas que equiparan tecnología con emancipación automática. Los datos demuestran que **la autonomía es un logro situado y negociado**, no un estado garantizado por la mera disponibilidad tecnológica.

Brecha entre Diseño Tecnológico y Realidad Situada: Esta categoría conceptualiza la desconexión sistemática entre los contextos de diseño tecnológico (Norte Global) y los contextos de uso (Sur Global), generando **exclusión funcional** pese a disponibilidad técnica de la herramienta.

La brecha se manifiesta en tres dimensiones:

Dimensión regional-monetaria: Don Lorenzo denuncia: "eso está hecho para Europa y entonces no están considerados", haciendo explícita la colonialidad del diseño tecnológico. Carolina cuantifica la exclusión: "bien poquitas las que tienen... considerando el universo de monedas", evidenciando que el reconocimiento monetario es prácticamente inoperante en Chile.

Dimensión lingüística: Myriam experimenta frustración: "Me dio lata porque me frustró un poco" ante la ausencia del portugués, lengua relevante en el contexto latinoamericano. Esta limitación no es meramente técnica sino política: revela qué lenguas (y por tanto qué usuarios) son considerados prioritarios en el diseño.

Dimensión cultural (diseño del entorno físico): Myriam identifica la dimensión más sutil: "si los negocios diseñaran menús más neutros, más simple", reconociendo que la efectividad tecnológica depende críticamente de la accesibilidad del entorno físico donde se aplica. Este hallazgo es teóricamente crucial: demuestra la **interdependencia entre tecnología asistiva y diseño universal del entorno**.

Esta categoría evidencia que la brecha digital no es únicamente de acceso a tecnología, sino de **pertinencia contextual del diseño tecnológico**. La sofisticación técnica es insuficiente si el diseño no contempla las especificidades culturales, lingüísticas y ambientales de los contextos de uso.

Confianza Crítica: Empoderamiento con Vigilancia: Esta categoría conceptualiza la relación que los usuarios desarrollan con la tecnología: no es ni dependencia acrítica ni rechazo escéptico, sino **confianza vigilante**. De este modo, Solange establece criterios comparativos de confiabilidad: "más segura brinda la seguridad porque no miente", diferenciando explícitamente de alternativas que "puede a veces mentir". Esta discriminación evidencia criterio evaluativo sofisticado. Carolina, por su parte, teoriza explícitamente esta estrategia: "utilizar nuestro criterio... cuestionarse... no confiarse en absoluto un 100%... seguir utilizando... nuestro razonamiento". Esta declaración es pragmática: establece una epistemología de uso tecnológico basada en el **empoderamiento con vigilancia crítica**.

Los usuarios aprovechan las capacidades de la tecnología sin ceder completamente su agencia cognitiva. Esta estrategia representa una **negociación sofisticada entre delegación y control**, donde la tecnología es reconocida como herramienta poderosa pero falible, requiriendo supervisión humana continua.

Esta categoría desafía tanto el tecno-optimismo ingenuo (que asume que la tecnología es infalible) como el tecno-pesimismo paralizante (que rechaza la tecnología por sus limitaciones). Los usuarios demuestran una **racionalidad pragmática** que maximiza beneficios mientras minimiza riesgos mediante vigilancia crítica.

Complementariedad Tecnológica versus Solución Única: Esta categoría captura la estrategia de los usuarios de construir **ecosistemas tecnológicos complementarios** en lugar de depender de soluciones monolíticas. De este modo, Myriam articula explícitamente este principio: "la aplicación es una herramienta excelente, pero no una solución única. Funciona mejor como un complemento". Esta conceptualización evidencia comprensión sistémica: reconoce que diferentes herramientas poseen fortalezas específicas, y la estrategia óptima es la orquestación de un conjunto especializado. Por su parte, Don Lorenzo practica esta estrategia: pese a incorporar la aplicación evaluada, mantiene "aplicaciones que me son más útiles", configurando un portafolio tecnológico donde cada herramienta atiende necesidades

particulares. Carolina, aunque valora altamente la aplicación, también mantiene complementariedad: "Sí o sí, lo voy a implementar", pero no sustituye completamente su ecosistema previo.

Esta estrategia revela **sofisticación tecnológica**: los usuarios no son consumidores pasivos que adoptan acríticamente cada nueva tecnología, sino que evalúan, comparan y seleccionan herramientas según su valor agregado específico en un ecosistema existente.

Inmediatez como Valor Diferencial Crítico: Esta categoría identifica la velocidad de respuesta como el factor más valorado por los usuarios, determinando la adopción sobre alternativas tecnológicas. En este sentido, Carolina enfatiza reiteradamente este valor: "lo principal que puedo responder... al tiro me da la información" y "cosa de poner el teléfono encima", destacando la inmediatez como atributo diferenciador clave. Esta preferencia no es caprichosa sino estructuralmente fundada. Por su parte, Solange valora: "rápida su interfaz" y "muy rápidas respuestas, muy muy rápidas", estableciendo la velocidad como criterio de satisfacción primario.

El fundamento de este valor emerge al analizar los contextos de uso. Myriam experimenta **presión social temporal** en el restaurante: "Me sentía presionada con mis otros comensales... como para hacerla más rápido", donde la lentitud tecnológica se convierte en carga social que anula el objetivo de autonomía. Carolina identifica el factor de **seguridad urbana**: el uso prolongado del smartphone en espacios públicos aumenta el "riesgo de perder el teléfono", limitando "no las puede usar en tantos entornos". La inmediatez, entonces, minimiza la exposición vulnerable.

Esta categoría revela que la velocidad es **condición de dignidad y seguridad**. La lentitud tecnológica genera: (1) estigma social al visibilizar la diferencia, (2) exclusión social al no permitir seguir ritmos normativos de interacción, y (3) vulnerabilidad física al prolongar exposición en espacios inseguros.

Sin embargo, emerge una paradoja. Solange identifica que velocidad excesiva genera confusión: "no leer tan rápidamente... roja azul verde, roja azul verde... como muy confuso". Carolina reporta: "tiende a pegarse un poco al comienzo", evidenciando que problemas de rendimiento frustran la expectativa de inmediatez.

La implicación de diseño es clara: **la inmediatez es un requisito no negociable**, pero debe balancearse con control de ritmo por parte del usuario y confiabilidad técnica de rendimiento.

Descubrimiento Progresivo y Aprendizaje Situado: Esta categoría conceptualiza el proceso mediante el cual los usuarios dominan la tecnología: no mediante tutoriales formales sino mediante **exploración autónoma en contextos reales**. Carolina describe la curva típica: "medianamente fácil... lo que más me costó fue el reconocimiento inicial... ya después que entendí cómo funcionaba... súper sencillo". El dominio se logra en aproximadamente 2-3 horas de exploración. Significativamente, reporta: "nunca le pedí ayuda a otra persona... no fue necesario", evidenciando que la aplicación permite aprendizaje autodidacta. Por su parte, Solange confirma este patrón: "al principio me costó para encontrar como las opciones", seguido de integración fluida "durante estos días".

Esta categoría sugiere que el diseño exitoso no depende de documentación exhaustiva, sino de su facilidad de uso: elementos de interfaz cuya función es intuitivamente comprensible. Myriam, por ejemplo, valora precisamente esto: "botones grandes y claros, fáciles de identificar y presionar" y ausencia de barreras: "no te pide que cree una clave, que no cree una clave que vincule. Maravilloso". Carolina, por su parte, sintetiza el principio de diseño: "no está saturada de información... Tiene lo justo y necesario... limpia la aplicación". El minimalismo funcional facilita el descubrimiento progresivo al reducir la carga cognitiva exploratoria.

La implicación para el diseño es que la **usabilidad debe optimizarse para aprendizaje por descubrimiento**, minimizando barreras de entrada y maximizando claridad de uso.

Impacto Emocional Transformador: Esta categoría conceptualiza las consecuencias emocionales de la tecnología, que trascienden lo instrumental para afectar la **identidad y autoeficacia percibida**.

La respuesta emocional inicial es consistentemente de sorpresa positiva. Myriam experimenta: "Sorpresa, sorpresa positiva", expresión que duplica el término para enfatizar intensidad. Carolina declara: "me sorprendió gratamente tantas funciones que tenía... No pensé que tenía tantas opciones... quedé gratamente sorprendida", caracterizándolo como "grato descubrimiento". Solange reporta: "todo me pareció súper bien... quedé impresionada".

Esta sorpresa inicial se transforma en **sentimiento de logro**. Carolina teoriza: "siempre como un triunfo... me siento contenta y me siento autónoma... enriquece muchísimo". El logro técnico (realizar una tarea) se convierte en logro psicológico (fortalecimiento de autoeficacia).

El impacto más profundo es el **aumento de confianza personal**. Solange percibe que la aplicación "cambió de alguna manera su confianza" y proyecta: "me daría más confianza para participar en actividades sociales". Carolina explicita el mecanismo: "los niveles de confianza en uno mismo aumentan... confianza en desarrollar tareas de manera independiente".

Este hallazgo es teóricamente significativo: la tecnología no solo proporciona funcionalidad instrumental, sino que **transforma la identidad del usuario**, fortaleciendo la percepción de la propia competencia. La autoeficacia aumentada retroalimenta positivamente la disposición a enfrentar nuevos desafíos.

Sin embargo, también emergen **frustraciones proporcionales a expectativas**. Don Lorenzo experimenta funciones que le causaron "mayor frustración". Myriam vive la decepción del fallo en el restaurante. Carolina identifica la ausencia del peso chileno como "primera gran desventaja", evidenciando decepción ante promesas incumplidas.

Esta ambivalencia emocional (sorpresa-frustración, logro-decepción) sugiere que la tecnología genera **emociones intensas en ambas direcciones**: las funcionalidades exitosas elevan significativamente el bienestar emocional, pero las limitaciones generan frustraciones proporcionalmente intensas.

Solange articula la proyección transformacional más radical: "mi vida cambiará totalmente con la aplicación", expresión hiperbólica que revela la magnitud del impacto emocional anticipado. Esta proyección trasciende lo instrumental para ubicarse en el registro de la **esperanza transformadora**: la tecnología es investida emocionalmente como agente de cambio vital comprensivo.

Proposiciones Teóricas Emergentes

El análisis permite formular cuatro proposiciones teóricas substantivas:

Proposición 1: Interdependencia entre Diseño Tecnológico y Diseño Universal del Entorno.

Enunciado: La efectividad de tecnologías de asistencia está condicionada por el grado de accesibilidad del entorno físico donde se aplican. La accesibilidad no es una propiedad exclusiva de la tecnología, sino una **propiedad emergente de la interacción entre tecnología y entorno**.

Evidencia empírica: El caso de Myriam en el restaurante es paradigmático. La aplicación no logra leer la carta, indicando: "la letra estaba muy chica". El diagnóstico de Myriam es estructural: "el diseño de la propia carta, cuyo texto era probablemente muy tenue o estilizado". El fallo no es de la tecnología sino del entorno.

Myriam propone una solución sistémica: "si los negocios diseñaran menús más neutros, más simple, la tecnología de asistencia sería infinitamente más eficaz". Esta proposición es radical: **la mejora de la accesibilidad requiere transformación del entorno, no solo optimización tecnológica.**

Implicaciones: Las políticas de inclusión digital son insuficientes si no se acompañan de políticas de diseño universal del entorno físico. La accesibilidad es una **responsabilidad compartida** entre desarrolladores de tecnología asistiva y diseñadores de entornos físicos (arquitectos, diseñadores gráficos, comerciantes, etc.).

Proposición 2: Colonialidad Tecnológica y Exclusión Funcional

Enunciado: El desarrollo tecnológico globalizado reproduce exclusión cuando no considera particularidades regionales, generando **colonialidad tecnológica:** tecnologías diseñadas desde y para el Norte Global que son funcionalmente deficientes en el Sur Global.

Evidencia empírica: Don Lorenzo explicita la denuncia: "eso está hecho para Europa y entonces no están considerados" y enfatiza: "no está preparado para nosotros". Esta exclusión no es meramente percibida sino material: la ausencia del peso chileno invalida funcionalidades críticas. Carolina cuantifica: "bien poquitas las que tienen... considerando el universo de monedas" y lo identifica como "primera gran desventaja... es más limitante". La función de reconocimiento monetario, promocionada como característica central, es inoperante en Chile.

Implicaciones: La inclusión digital requiere **descolonización del diseño tecnológico:** incorporación sistemática de usuarios, contextos y necesidades del Sur Global desde las etapas iniciales de diseño, no como localización posterior. La universalidad tecnológica reclamada es frecuentemente **falsa.**

Universalidad: generalización de particularidades del Norte Global presentadas como estándares universales.

Proposición 3: Velocidad como Dignidad y Seguridad

Enunciado: La inmediatez de respuesta de tecnologías asistivas no es mero confort, sino **condición de dignidad social y seguridad personal.** La lentitud tecnológica genera estigmatización, exclusión social y vulnerabilidad física.

Evidencia empírica: Myriam experimenta presión social temporal en el restaurante: "Me sentía presionada con mis otros comensales... como para hacerla más rápido". La lentitud tecnológica se convierte en carga social que invalida el objetivo de autonomía: "Hagámosla corta... ya dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía". Carolina identifica el factor de seguridad: uso prolongado del smartphone aumenta el "riesgo de perder el teléfono", limitando contextos de uso: "no las puede usar en tantos entornos". Myriam conceptualiza

la vulnerabilidad: "Andar con el celular en la mano es muy inseguro porque te lo pueden robar... robarle el teléfono a una persona con discapacidad visual es como robarle la vista".

Mecanismos causales identificados:

1. **Dignidad:** La lentitud visibiliza la diferencia, generando estigma social
2. **Inclusión:** La lentitud impide seguir ritmos normativos de interacción social
3. **Seguridad:** La lentitud prolonga exposición vulnerable en espacios públicos inseguros

Implicaciones: La inmediatez debe considerarse como un **requisito no negociable** en el diseño de tecnologías asistivas. Las optimizaciones de rendimiento no son mejoras cosméticas sino transformaciones de la viabilidad social de la tecnología.

Proposición 4: Confianza Vigilante como Racionalidad Pragmática

Enunciado: Los usuarios de tecnologías asistivas desarrollan una relación de **confianza crítica:** aprovechan capacidades tecnológicas sin ceder completamente su agencia cognitiva, manteniendo vigilancia crítica permanente.

Evidencia empírica: Carolina teoriza explícitamente esta epistemología: "utilizar nuestro criterio... cuestionarse... pueden fallar, pueden dar información errada... no confiarse en absoluto un 100%... seguir utilizando... nuestro razonamiento".

Solange establece criterios de confiabilidad comparativos: "he usado por ejemplo Gemini, pero... puede a veces mentir en cambio la de Sain es más segura", evidenciando evaluación discriminante.

Mecanismo: Los usuarios no adoptan ni dependencia acrítica ni rechazo escéptico, sino una **tercera vía pragmática:** uso intensivo con supervisión crítica. Delegan tareas a la tecnología para ganar autonomía, pero mantienen vigilancia para evitar errores críticos.

Implicaciones teóricas: Este hallazgo desafía modelos simplistas de adopción tecnológica que asumen aceptación/rechazo binario. Los usuarios desarrollan **racionalidades sofisticadas** que maximizan beneficios mientras gestionan riesgos. Las tecnologías asistivas deben diseñarse asumiendo esta vigilancia crítica: proporcionar transparencia sobre niveles de confianza, permitir verificación fácil y facilitar corrección de errores.

Síntesis Interpretativa: Fenómeno Central Refinado

El análisis permite refinar el fenómeno central identificado inicialmente. La experiencia de los participantes no se reduce a "adopción de tecnología asistiva", sino que constituye una **"negociación permanente entre empoderamiento tecnológico y limitaciones contextuales en la búsqueda de autonomía digital"**.

Las personas con discapacidad visual utilizan aplicaciones de asistencia como herramientas de emancipación, pero su efectividad está constantemente mediada por:

1. **Diseño inadecuado del entorno físico:** Textos inaccesibles en menús, etiquetas estilizadas, ambientes visualmente complejos

2. **Exclusión regional-cultural en el desarrollo tecnológico:** Diseño eurocéntrico que no contempla monedas, idiomas o contextos latinoamericanos
3. **Presión social y riesgos de seguridad:** Ritmos sociales normativos que presionan, inseguridad urbana que limita uso
4. **Necesidad de complementariedad tecnológica:** Ninguna app resuelve todas las necesidades; se requieren ecosistemas complementarios

La autonomía lograda no es absoluta sino **situada, contextual y negociada**, requiriendo constantemente:

1. **Adaptación pragmática:** Ajustar expectativas y estrategias según restricciones contextuales
2. **Criterio crítico vigilante:** Mantener supervisión cognitiva sobre outputs tecnológicos
3. **Complementación con múltiples herramientas:** Orquestar ecosistemas tecnológicos especializados
4. **Transformación de entornos físicos:** Promover diseño universal para potenciar efectividad tecnológica

Este fenómeno revela que **la inclusión digital no es únicamente un problema tecnológico sino sistémico**, requiriendo transformaciones simultáneas en: (a) diseño de tecnologías asistivas, (b) diseño de entornos físicos, (c) ritmos y normas de interacción social, y (d) políticas de seguridad urbana.

La autonomía digital, entonces, emerge como **propiedad emergente de un sistema complejo** donde la tecnología es condición necesaria pero insuficiente. Su realización plena requiere la convergencia de múltiples factores contextuales favorables, explicando por qué la misma tecnología genera experiencias radicalmente diferentes según contextos de uso.

La teoría sustantiva emergente puede enunciarse del siguiente modo: "**La autonomía digital de personas con discapacidad visual se constituye como logro situado y negociado, emergente de la interacción compleja entre capacidades tecnológicas, competencias del usuario, accesibilidad del entorno físico y condiciones socioculturales de uso**".

Capítulo 5. Conclusiones y Proyección.

El presente capítulo sintetiza los hallazgos centrales de esta investigación, articulados desde la Teoría Empíricamente Fundamentada de Glaser y Strauss. Las conclusiones emergen directamente del análisis axial presentado en el Capítulo 5, preservando la trazabilidad metodológica desde los datos hasta las proposiciones teóricas. Se organizan en función de los objetivos específicos y posteriormente del objetivo general, demostrando cómo cada categoría axial identificada fundamenta conclusiones específicas. Finalmente, se proyectan líneas de aplicación de Seeing AI en contextos de educación escolar para estudiantes con discapacidad visual, considerando las potencialidades y limitaciones identificadas empíricamente.

Conclusiones en Función de los Objetivos Específicos

Respecto al primer objetivo específico – *"Analizar la utilidad funcional de Seeing AI en la vida cotidiana de personas con discapacidad visual, considerando escenarios de uso y su contribución a la autonomía"* – las categorías axiales **Condiciones Causales** y **Consecuencias** del modelo paradigmático fundamentan las siguientes conclusiones:

Seeing AI demuestra utilidad funcional significativa en escenarios específicos de la vida cotidiana. Las *condiciones causales* identificadas (dependencia previa en tareas cotidianas (medicamentos, textos), brecha de acceso a información visual no disponible en Braille y necesidad de empoderamiento personal) encuentran respuesta funcional en cinco aplicaciones principales: (a) **identificación de medicamentos y productos farmacéuticos**, crítica para autonomía en salud, evidenciada por Solange quien administra 12 medicamentos diarios sin asistencia; (b) **lectura de textos cortos** en diversos formatos (etiquetas, señalización, documentos impresos), siendo esta la funcionalidad más valorada transversalmente; (c) **identificación de colores** para tareas de vestimenta y organización doméstica; (d) **reconocimiento de objetos** para comprensión espacial del entorno; y (e) **verificación de información escrita** como fechas de vencimiento y contenido de tarjetas.

Las *consecuencias* identificadas en el análisis axial confirman contribución real a la autonomía: tareas previamente dependientes de terceros se realizan ahora independientemente, generando **impacto emocional transformador** (Categoría Axial 7) caracterizado por sentimientos de logro ("siempre como un triunfo" -Carolina), satisfacción inmediata ("quedó impresionada" -Solange), y aumento de confianza personal proyectada

("cambió de alguna manera su confianza" -Solange; "los niveles de confianza en uno mismo aumentan" -Carolina).

Sin embargo, la categoría axial **Tensión Autonomía-Dependencia Contextual** revela que esta autonomía no es absoluta ni universal: está contextualmente condicionada. Cuando el contexto favorece (entorno doméstico controlado, materiales con diseño accesible, iluminación adecuada), se logra autonomía plena ("lo he podido hacer sola" -Solange; "absolutamente autónoma" -Carolina). Cuando el contexto limita (diseño de menú inaccesible en restaurante de Myriam, ausencia de monedas locales, espacios públicos inseguros), se produce regreso pragmático a patrones de dependencia ("ya dejo que me ayuden, ya no peleo por la autonomía" -Myriam).

La **Proposición Teórica Emergente 1** ("Interdependencia Diseño Tecnológico-Diseño Universal") es crítica: la efectividad de Seeing AI está condicionada por la accesibilidad del entorno físico donde se aplica. El caso de Myriam evidencia que limitaciones atribuidas a la tecnología son frecuentemente consecuencias de entornos diseñados sin principios de accesibilidad universal. Esta constatación desplaza parcialmente la responsabilidad desde el desarrollo tecnológico hacia el diseño ambiental.

Conclusión integradora: Seeing AI genera utilidad funcional verificable que contribuye significativamente a autonomía en tareas específicas, pero esta contribución es fragmentada y contextualmente situada, no universal. La autonomía lograda es real pero frágil, requiriendo condiciones ambientales favorables para su materialización efectiva.

En relación al segundo objetivo específico – *"Evaluar la usabilidad y accesibilidad de la aplicación desde la perspectiva de los usuarios"* – las **Condiciones Intervinientes (Facilitadores y Obstáculos)** del modelo paradigmático y las categorías axiales 5 y 6 fundamentan las siguientes conclusiones:

Aspectos positivos de usabilidad (Facilitadores identificados):

Seeing AI presenta niveles destacados de usabilidad que la distinguen positivamente de otras alternativas tecnológicas. Los facilitadores identificados incluyen: (a) **diseño accesible:** interfaz "limpia" y "no saturada de información" (Carolina), "fácil de navegar" (Solange), con "botones grandes y claros, fáciles de identificar" (Myriam); (b) **compatibilidad plena** con tecnologías de asistencia estándar (VoiceOver, TalkBack), siendo "absolutamente

compatible" (Carolina); (c) **instalación simplificada** "sin requerimientos complejos: "no te pide que cree una clave, que vincule. Maravilloso" (Myriam); y (d) **precisión técnica** evaluada en "95% de precisión" (Carolina), con confiabilidad superior a alternativas de IA generativa ("puede a veces mentir en cambio la de Sain es más segura" -Solange).

La categoría axial **Descubrimiento Progresivo y Aprendizaje Situado** evidencia curva de aprendizaje breve: dominio funcional básico se logra en 2-3 horas de exploración autónoma, sin necesidad de asistencia externa o consulta de documentación técnica. Este aprendizaje por descubrimiento ("nunca le pedí ayuda a otra persona... no fue necesario" -Carolina; "al principio me costó, pero durante estos días" -Solange) indica diseño intuitivo que respeta principios de accesibilidad cognitiva.

La categoría axial **Inmediatez como Valor Diferencial Crítico** identifica la velocidad de respuesta como facilitador más valorado: "cosa de poner el teléfono encima... al tiro me da la información" (Carolina); "rápida su interfaz... respuestas muy muy rápidas" (Solange). La **Proposición Teórica Emergente 3** ("Velocidad como Dignidad") teoriza que esta inmediatez trasciende eficiencia técnica para constituir respeto a autonomía: permite minimizar exposición social vulnerable, operar en ritmos normativos, y reducir dependencia de disponibilidad de terceros.

Problemas críticos de usabilidad (Obstáculos identificados):

No obstante, se identifican obstáculos significativos: (a) **problemas de diseño de interfaz:** velocidad excesiva y sobrecarga en reconocimiento de colores ("me decía muchos colores a la vez... no sabía si estaba bien... roja azul verde, roja azul verde... muy confuso" -Solange), generando desorientación que reduce confiabilidad percibida; (b) **problemas técnicos de rendimiento:** "tiende a pegarse un poco al comienzo... le cuesta iniciar" (Carolina), y funcionalidades no operativas ("Esa parte no me funcionó" -examinador de galería); (c) **barreras de accesibilidad críticas:** activación automática del flash "una experiencia choqueante debido a su patología de retina" (Myriam), constituyendo fallo grave de diseño inclusivo, puesto que una aplicación de asistencia visual debe considerar fotosensibilidad como requisito básico no opcional; y (d) **requisitos motrices:** "hay que encuadrar bien la imagen" (Carolina), introduciendo barreras no contempladas para personas con motricidad reducida.

Conclusión integradora: Seeing AI demuestra usabilidad sobresaliente en el diseño de interfaz, compatibilidad con tecnologías de asistencia y curva de aprendizaje breve. La inmediatez de respuesta constituye su valor diferencial más significativo. No obstante, problemas técnicos y fallos críticos de accesibilidad (flash automático) reducen la experiencia de usuario y pueden generar frustración o daño en momentos críticos. La usabilidad general es alta pero no exenta de limitaciones que requieren atención urgente.

Respecto al tercer objetivo específico – "*Identificar limitaciones, retos y áreas de mejora*" – las **Estrategias de Acción/Interacción** y las categorías axiales sobre brechas y complementariedad fundamentan las siguientes conclusiones:

Categorías de limitaciones identificadas:

1. Limitaciones regionales y culturales: La categoría axial *Brecha entre Diseño Tecnológico y Realidad Situada* revela diseño centrado en contextos europeos y norteamericanos. La ausencia de monedas de circulación local (peso chileno identificado como "primera gran desventaja" -Carolina; "bien poquitas... considerando el universo de monedas" -Carolina) y reconocimiento monetario parcial mediante códigos QR/barras (Don Lorenzo) constituyen el obstáculo más señalado. La **Proposición Teórica Emergente 2** ("Localización como Inclusión") establece que el desarrollo tecnológico globalizado reproduce exclusión cuando no incorpora diversidad regional desde etapas iniciales. Don Lorenzo verbaliza esta exclusión estructural: "eso está hecho para Europa y entonces no están considerados... no está preparado para nosotros".

2. Limitaciones del entorno físico: El hallazgo más revelador es que muchas limitaciones atribuidas a la tecnología son consecuencias de entornos diseñados sin accesibilidad universal. El caso paradigmático de Myriam (fallo en restaurante por "letra muy chica" y "texto tenue o estilizado") evidencia que menús con diseño inaccesible anulan efectividad de tecnologías avanzadas. Esta constatación desplaza la responsabilidad desde el desarrollo tecnológico hacia el diseño ambiental.

3. Limitaciones de contexto de uso y seguridad: El *contexto de seguridad* emerge como barrera crítica no contemplada en las evaluaciones técnicas tradicionales. La inseguridad ciudadana limita severamente el uso en espacios públicos: "Andar con el celular en la mano es muy inseguro porque te lo pueden robar... robarle el teléfono a una persona con discapacidad visual es como robarle la vista... ya no es un lujo, una necesidad. Es como un

tanque de oxígeno" (Myriam). Carolina confirma: "riesgo de perder el teléfono... no las puede usar en tantos entornos". Esta dimensión debe integrarse en futuras evaluaciones, reconociendo que utilidad teórica no garantiza uso efectivo en contextos de vulnerabilidad social.

Estrategias de usuarios identificadas:

Las *estrategias de acción/interacción* identificadas revelan usuarios sofisticados que: (a) **priorizan selectivamente funciones** según sus necesidades particulares, apropiando la tecnología críticamente; (b) **comparan con alternativas**, estableciendo criterios de confiabilidad y velocidad; (c) **adaptan pragmáticamente** ante limitaciones ("ya dejo que me ayuden" -Myriam; "utilizar nuestro criterio... cuestionarse" -Carolina); y (d) mantienen **uso complementario** en ecosistemas tecnológicos ("herramienta excelente, pero no solución única" -Myriam).

La categoría axial **Confianza Crítica: Empoderamiento con Vigilancia** evidencia que usuarios desarrollan relaciones sofisticadas con tecnología: confían, pero mantienen criterio propio ("no confiarse en absoluto un 100%... seguir utilizando nuestro razonamiento" - Carolina). Esta *confianza vigilante* representa estrategia adaptativa saludable en un ecosistema digital donde tecnologías pueden fallar o desinformar.

La categoría axial **Complementariedad Tecnológica vs. Solución Única** revela que usuarios no buscan una aplicación universal sino herramientas complementarias especializadas que configuren un sistema robusto y redundante. Don Lorenzo mantiene "aplicaciones que me son más útiles" para funciones específicas; Carolina planea implementar Seeing AI pero mantiene ecosistema previo. Esta orquestación de múltiples herramientas evidencia sofisticación tecnológica que desmonta narrativas tecnosolucionistas sobre "la aplicación perfecta".

Conclusión integradora: Las limitaciones son estructurales (diseño eurocéntrico), ambientales (entornos inaccesibles) y contextuales (inseguridad ciudadana), no meramente técnicas. Los usuarios responden desarrollando estrategias sofisticadas de apropiación crítica, comparación, adaptación pragmática y uso complementario. Las áreas de mejora deben dirigirse simultáneamente a: desarrollo tecnológico (localización efectiva), diseño de entornos (accesibilidad universal de materiales impresos) y contextos de uso (consideración de seguridad y vulnerabilidad social).

En relación con el objetivo general – *"Evaluar la utilidad, usabilidad e impacto de Seeing AI identificando beneficios, limitaciones y posibles mejoras desde la experiencia de los usuarios"* – el **fenómeno central** identificado en el análisis axial fundamenta la siguiente conclusión integradora:

El fenómeno central que atraviesa esta investigación es la *"Búsqueda de autonomía digital mediada por tecnología de asistencia visual: tensión entre la promesa de independencia que ofrecen estas tecnologías y las barreras (técnicas, culturales, contextuales) que limitan su efectividad"*. Esta tensión no es contingente sino estructural, constituyendo la característica definitoria de la experiencia de usuarios con discapacidad visual al interactuar con tecnologías de asistencia basadas en inteligencia artificial.

Seeing AI constituye herramienta de asistencia tecnológica valiosa que genera impactos positivos medibles en autonomía, confianza personal y participación social. La aplicación cumple efectivamente su promesa básica de convertir información visual en información audible, permitiendo acceso independiente a textos, objetos, colores, y escenas cotidianas. La experiencia de usuarios evidencia que esta tecnología posee dimensiones emocionales y psicológicas significativas más allá de funcionalidad instrumental: genera sorpresa positiva consistente ("Sorpresa, sorpresa positiva" -Myriam; "me sorprendió gratamente" -Carolina), aumenta autoeficacia percibida ("los niveles de confianza en uno mismo aumentan" -Carolina) y facilita descubrimientos del entorno previamente inaccesibles ("señales de seguridad en buses... nunca las había leído" -Carolina).

El hallazgo teórico central:

Sin embargo, esta evaluación global debe matizarse reconociendo que los beneficios están condicionados por múltiples factores externos. La investigación revela que **la autonomía tecnológicamente mediada no es una condición binaria (dependiente vs. autónomo) sino un estado dinámico y negociado, continuamente reconstruido en la intersección entre capacidades técnicas de la herramienta, características del entorno físico, contextos socioculturales y el usuario**. Esta comprensión desafía narrativas tecno-optimistas que presentan IA como solución universal a discapacidad, evidenciando que la tecnología, por avanzada que sea, no puede compensar entornos estructuralmente excluyentes ni contextos sociales de vulnerabilidad.

Existen escenarios donde la tecnología funciona excepcionalmente (lectura de textos en entornos domésticos controlados, identificación de objetos con iluminación adecuada) y otros donde fracasa completamente (reconocimiento monetario en contextos no contemplados, lectura de materiales con diseño inaccesible, uso en espacios públicos inseguros). La efectividad es, por tanto, *contextualmente situada y fragmentada*, no universal ni predecible a priori.

Sofisticación de usuarios:

La investigación confirma que los usuarios desarrollan relaciones críticas y sofisticadas con la tecnología: no la adoptan acríticamente, sino que la evalúan comparativamente, la integran selectivamente en ecosistemas personalizados y mantienen vigilancia epistémica sobre confiabilidad. Esta *confianza crítica* representa una estrategia adaptativa saludable en un ecosistema digital donde las tecnologías pueden fallar, desinformar o volverse obsoletas. Los usuarios no buscan una aplicación única, sino herramientas complementarias especializadas que, en conjunto, configuren sistema de asistencia robusto y redundante.

Alcances y restricciones:

Las limitaciones identificadas no invalidan el valor de Seeing AI, pero exigen comprensión realista de sus alcances. La aplicación representa un avance significativo respecto a tecnologías previas, particularmente en inmediatez de respuesta, facilidad de uso e integración con dispositivos cotidianos. El impacto más significativo radica en el **principio de inmediatez**: capacidad de obtener información visual en tiempo real, sin mediación humana. Esta inmediatez no es meramente eficiencia técnica sino *respeto a dignidad y autonomía*, permitiendo operar en ritmos sociales normativos sin depender de disponibilidad de terceros.

No obstante, la efectividad está comprometida por: (a) sesgos de diseño eurocéntrico que excluyen regiones no contempladas; (b) dependencia de condiciones ambientales no siempre controlables; (c) vulnerabilidades de rendimiento y estabilidad; y (d) exposición a riesgos de seguridad ciudadana.

Implicación metodológica:

Esta investigación evidencia que evaluar tecnologías de asistencia requiere superar enfoques meramente técnicos o funcionales, integrando dimensiones emocionales, contextuales, culturales y de seguridad que determinan utilidad real. La experiencia del usuario es

irreductible a métricas de precisión algorítmica o a velocidad de procesamiento: incluye sentimientos de logro, frustración ante limitaciones, negociaciones pragmáticas entre aspiraciones y restricciones y proyecciones de transformación en ámbitos vitales múltiples.

Como conclusión puede señalarse que Seeing AI es una herramienta valiosa pero no una solución universal. Su efectividad depende de ecosistemas sociotécnicos inclusivos donde converjan: tecnologías accesibles y localizadas, entornos físicos diseñados universalmente y usuarios que desarrollen apropiación crítica. Por tanto, la autonomía prometida es real pero frágil, requiriendo condiciones contextuales favorables para su materialización efectiva.

Proyección: Seeing AI en Educación Escolar para Estudiantes con Discapacidad Visual

Los hallazgos de esta investigación permiten proyectar aplicaciones específicas de Seeing AI en contextos de educación escolar. Las proyecciones se fundamentan en las potencialidades identificadas empíricamente y reconocen explícitamente las limitaciones que deben ser consideradas por educadores diferenciales y equipos pedagógicos.

Acceso a Material Educativo Impreso y Digital

Fundamentación empírica: La funcionalidad más valorada transversalmente fue la lectura de textos cortos. Carolina identificó "acceder a la información escrita" como uso principal, Solange valoró la capacidad para "leer etiquetas y documentos" y Carolina reportó "lectura de libro sin ayuda externa" como logro de autonomía. La inmediatez de respuesta ("cosa de poner el teléfono encima... al tiro me da la información") permite acceso en tiempo real sin esperas.

Posibles aplicaciones en el aula:

- Lectura autónoma de guías de trabajo, pruebas impresas y material fotocopiado que no esté disponible en formatos accesibles
- Acceso inmediato a textos en pizarra o proyectados que el docente escribe durante clases
- Revisión independiente de libros de texto no disponibles en Braille o formato digital accesible

- Verificación de instrucciones escritas en evaluaciones sin depender de asistencia del docente
- Acceso a carteles informativos, avisos, y señalización escolar ("señales de seguridad... nunca las había leído... con esta aplicación las descubrí" -Carolina)

Consideraciones críticas para educadores: La efectividad depende de calidad del material impreso. Textos con letra pequeña, bajo contraste, o tipografías estilizadas (como en el caso de Myriam) pueden fallar. Los docentes deben diseñar materiales siguiendo principios de accesibilidad universal: tipografías legibles (Arial, Verdana), tamaño mínimo 14-16 puntos, alto contraste cromático, evitar fondos ornamentales. Seeing AI complementa, pero no reemplaza formatos accesibles nativos (Braille, audio, digital con etiquetado).

Autonomía en Actividades de Ciencias Naturales y Experimentales

Fundamentación empírica: El reconocimiento de objetos permitió a Myriam "identificar un teclado, una mesa e incluso notar sombras", generando comprensión espacial más rica del entorno. La identificación de colores fue valorada por Solange ("me gusta los colores") para tareas de combinación y organización.

Aplicaciones en el aula:

- Identificación autónoma de materiales de laboratorio (vasos, probetas, instrumentos) sin depender de etiquetado táctil previo
- Reconocimiento de colores en experimentos de química (cambios cromáticos en reacciones, indicadores de pH)
- Descripción de imágenes en textos de biología (anatomía, ecosistemas, ciclos biológicos) para comprensión de conceptos visuales
- Exploración independiente de muestras, plantas, u objetos naturales durante salidas pedagógicas
- Verificación de montajes experimentales y configuración de materiales antes de realizar procedimientos

Consideraciones críticas: El reconocimiento de objetos puede ser impreciso con objetos similares o en contextos de baja iluminación. Los docentes deben validar información crítica de seguridad (reactivos químicos, materiales peligrosos) mediante etiquetado táctil

redundante. La tecnología complementa, pero no reemplaza los protocolos de seguridad establecidos.

Desarrollo de Autonomía Social y Participación en Actividades Escolares

Fundamentación empírica: Los participantes proyectaron impacto en participación social: Solange imaginó "ir a un restaurante y poder leer la carta", Carolina anticipó "participación más activa" y "no quedo con ese vacío de información". El impacto emocional transformador (aumento de confianza, sentimientos de logro) sugiere potencial para fortalecer la autoeficacia en contextos sociales escolares.

Aplicaciones en el aula:

- Identificación de compañeros mediante reconocimiento facial (con consideraciones éticas de privacidad), facilitando interacciones sociales
- Participación en actividades recreativas que involucren materiales visuales (juegos de mesa con cartas, instrucciones impresas)
- Acceso a información en eventos escolares (programas de actos, afiches informativos, exhibiciones visuales)
- Verificación de vestimenta y combinación de colores, aspecto relevante para adolescentes en construcción de identidad

Consideraciones críticas: El contexto de seguridad identificado empíricamente es crítico. En escuelas ubicadas en sectores de alta delincuencia, el uso de smartphone en espacios abiertos puede ser inseguro. Los educadores deben evaluar contextos específicos y promover uso en espacios protegidos (salas de clases, biblioteca) versus espacios públicos vulnerables. La estrategia de adaptación pragmática de Solange ("solo la usó en su casa" para reconocimiento facial) debe respetarse: la privacidad y seguridad tienen prioridad sobre autonomía tecnológica.

Apoyo en Matemáticas y Resolución de Problemas Visuales

Fundamentación empírica: Aunque no explícitamente evaluado en este estudio, la funcionalidad de lectura de textos permite acceso a problemas matemáticos escritos en tinta. Carolina verificó "fechas de vencimiento" e "identificación de tarjetas", evidenciando capacidad para procesar información numérica y alfanumérica.

Aplicaciones proyectadas:

- Lectura de problemas matemáticos escritos en pizarra o guías impresas
- Acceso a gráficos simples y diagramas con descripciones automáticas (aunque con limitaciones en precisión para gráficos complejos)
- Verificación independiente de resultados escritos en trabajos de pares durante actividades colaborativas
- Identificación de números en calculadoras visuales, relojes, o instrumentos de medición analógicos

Limitaciones reconocidas: Seeing AI no está optimizado para notación matemática compleja (ecuaciones, fracciones, raíces, integrales). Para matemática avanzada, se requieren tecnologías especializadas (como Mathis o lectores de LaTeX). Los educadores deben reconocer que Seeing AI complementa, pero no reemplaza herramientas matemáticas específicas.

Desarrollo de Alfabetización Tecnológica Crítica

Fundamentación empírica: La categoría axial *Confianza Crítica: Empoderamiento con Vigilancia* evidenció que usuarios sofisticados mantienen criterio propio: "utilizar nuestro criterio... cuestionarse... no confiarse en absoluto un 100%" (Carolina). Esta confianza vigilante representa una competencia deseable para navegar en ecosistemas digitales.

Objetivos pedagógicos:

El uso de Seeing AI en contextos escolares no debe ser meramente instrumental sino pedagógico, desarrollando competencias metacognitivas:

- Enseñar a estudiantes a validar información proporcionada por tecnología mediante fuentes alternativas o conocimiento previo
- Desarrollar criterios para identificar contextos donde la tecnología es confiable versus contextos donde puede fallar
- Promover comparación entre múltiples herramientas tecnológicas, desarrollando capacidad de selección crítica según tareas específicas
- Fomentar la reflexión sobre limitaciones (regionales, técnicas, contextuales) de tecnologías, evitando dependencia acrítica

- Enseñar estrategias de adaptación pragmática cuando tecnología falla, manteniendo autonomía mediante recursos alternativos

Estrategia pedagógica: Los educadores diferenciales deben enseñar no solo cómo usar Seeing AI sino cuándo usarlo, cuándo no usarlo, cómo validar sus respuestas y cómo mantener una perspectiva crítica. Esta alfabetización tecnológica crítica es una competencia fundamental para el siglo XXI, trascendiendo la discapacidad visual para constituir habilidad ciudadana general.

Construcción de Ecosistemas Tecnológicos Complementarios

Fundamentación empírica: La categoría axial *Complementariedad Tecnológica vs. Solución Única* evidenció que los usuarios sofisticados orquestan múltiples herramientas: "la aplicación es una herramienta excelente, pero no una solución única" (Myriam), lo cual representa una sofisticación tecnológica que los educadores deben promover.

Propuesta pedagógica:

Los educadores diferenciales deben facilitar el acceso no a una tecnología única sino a un ecosistema tecnológico complementario donde Seeing AI se integre con:

- Lectores de pantalla nativos (VoiceOver, TalkBack) para navegación general de dispositivos
- Aplicaciones de magnificación para estudiantes con baja visión que conservan remanente útil
- Herramientas especializadas para matemática (Mathis, calculadoras accesibles, software de geometría táctil)
- Aplicaciones de navegación y orientación para movilidad independiente en entorno escolar
- Recursos tradicionales (Braille, audio, material táctil) que mantienen vigencia y complementan tecnología digital

Competencia a desarrollar: Los estudiantes deben aprender a seleccionar herramientas apropiadas según la tarea específica, reconociendo fortalezas y limitaciones de cada tecnología. Esta competencia es más valiosa que el dominio experto de una herramienta única, pues permite la adaptabilidad ante cambios tecnológicos futuros.

Consideraciones para Implementación por Nivel Educativo

Educación Básica (1° a 8° básico):

- Introducción gradual comenzando con funcionalidades simples (reconocimiento de objetos, colores) antes de lectura de textos complejos
- Uso supervisado en contexto de aula con apoyo de educador diferencial o asistente de aula
- Actividades lúdicas que integren tecnología en exploración del entorno escolar (búsquedas de tesoros, identificación de objetos)
- Desarrollo temprano de conciencia crítica: enseñar que "el teléfono puede equivocarse" y validar información
- Coordinación con familia para consistencia de uso entre hogar y escuela, considerando el hallazgo de que usuarios aprendieron autónomamente en 2-3 horas

Educación Media (1° a 4° medio):

- Uso autónomo en actividades académicas con responsabilidad progresiva
- Integración en asignaturas científicas (laboratorios, experimentos) y humanistas (análisis de imágenes, fuentes visuales)
- Desarrollo de proyectos que requieran investigación autónoma con materiales visuales diversos
- Formación explícita en alfabetización tecnológica crítica y evaluación de confiabilidad de fuentes digitales
- Preparación para educación superior y autonomía post-escolar mediante uso consistente en contextos diversos
- Discusión crítica sobre limitaciones regionales y contextuales, desarrollando conciencia social sobre desigualdad tecnológica

Rol del Educador Diferencial en Mediación Tecnológica

Los hallazgos de esta investigación sugieren un rol específico para educadores diferenciales que trasciende la instrucción técnica:

1. Facilitadores de apropiación crítica: No solo se debe enseñar las funcionalidades sino desarrollar criterio para evaluar cuándo la tecnología es confiable y cuándo requiere validación.

2. Evaluadores contextuales: Considerar los contextos específicos de cada estudiante: nivel socioeconómico (acceso a smartphone y datos), contexto geográfico (seguridad del entorno escolar), alfabetización tecnológica familiar y condiciones visuales específicas (fotosensibilidad, campo visual remanente).

3. Mediadores de diseño universal: Colaborar con docentes de aula regular en el diseño de materiales educativos accesibles, reconociendo que la efectividad de Seeing AI depende de calidad del entorno físico (Proposición Teórica 1: Interdependencia Diseño Tecnológico-Diseño Universal).

4. Promotores de ecosistemas complementarios: Facilitar el acceso a múltiples herramientas tecnológicas, evitando dependencia de solución única: cuándo usar Seeing AI, cuándo usar lector de pantalla, cuándo recurrir a Braille o material táctil.

5. Investigadores de efectividad situada: Documentar sistemáticamente qué funcionalidades son efectivas en qué contextos específicos, generando conocimiento situado que informe la práctica profesional.

usuarios institucionales, tienen voz que puede influir en desarrollo tecnológico.

Limitaciones y Cautelas para la Implementación Escolar

Las proyecciones anteriores deben matizarse reconociendo limitaciones empíricamente identificadas:

Brecha digital y equidad: Seeing AI requiere smartphone (iOS o Android) y conectividad a internet para funcionalidades avanzadas. En contextos de vulnerabilidad socioeconómica, no todos los estudiantes tendrán acceso. Por tanto, los establecimientos deben considerar: (a) provisión institucional de dispositivos en préstamo; (b) uso compartido supervisado; o (c) alternativas tecnológicas de menor costo. La tecnología no debe profundizar desigualdades existentes.

Seguridad y vulnerabilidad: El hallazgo sobre inseguridad ciudadana es crítico. En escuelas ubicadas en sectores vulnerables, promover el uso de smartphone en espacios

abiertos puede exponer estudiantes a riesgo de robo. Los educadores deben: (a) evaluar seguridad del contexto escolar específico; (b) limitar su uso a espacios protegidos si el contexto es inseguro; y (c) no presionar a los estudiantes a usar tecnología en contextos donde ellos perciben vulnerabilidad. La estrategia de adaptación pragmática de usuarios (como Myriam que abandona uso ante presión social) debe respetarse: la seguridad tiene prioridad.

Limitaciones regionales persistentes: Mientras Microsoft no incorpore monedas locales, la funcionalidad de reconocimiento monetario será limitada. Los educadores no deben prometer autonomía financiera completa si esta funcionalidad es central para objetivos pedagógicos (educación matemática financiera). La frustración generada por limitaciones no cumplidas puede ser contraproducente.

Privacidad y ética: El reconocimiento facial plantea dilemas éticos. Solange limitó el uso de esta función a entorno doméstico por privacidad. En contextos escolares, es necesario: (a) obtener consentimiento informado de estudiantes y familias antes de activar el reconocimiento facial; (b) respetar la decisión de no usar esta funcionalidad; (c) educar sobre privacidad y protección de datos; y (d) considerar que identificar personas sin su consentimiento puede constituir vulneración ética.

Dependencia tecnológica: Existe riesgo de generar dependencia excesiva de la tecnología, atrofiando competencias tradicionales (Braille, cálculo mental, memoria). Los educadores deben promover el uso complementario, no sustitutivo: Seeing AI debe coexistir con, no reemplazar, alfabetización Braille y desarrollo de habilidades compensatorias tradicionales. La categoría de Complementariedad Tecnológica es central: múltiples herramientas robustecen autonomía más que herramienta única.

Reflexión Final: Hacia Ecosistemas Educativos Tecnológicamente Inclusivos

Esta investigación, basada en la Teoría Empíricamente Fundamentada de Glaser y Strauss, ha documentado que Seeing AI constituye una herramienta valiosa pero contextualmente situada para personas con discapacidad visual. Las proyecciones para la educación escolar se fundamentan en hallazgos empíricos que evidencian tanto potencialidades significativas como limitaciones estructurales que deben ser reconocidas honestamente.

El *fenómeno central* identificado (tensión entre promesa de autonomía y barreras que limitan efectividad) se reproduce en contextos educativos. Seeing AI puede efectivamente aumentar

el acceso a información visual impresa, facilitar participación en actividades científicas y sociales, reducir la dependencia de asistencia adulta en tareas cotidianas y fortalecer la autoeficacia y confianza de estudiantes. Estos beneficios son reales y significativos, con potencial transformador para experiencias educativas de estudiantes con discapacidad visual.

No obstante, su efectividad está condicionada por (a) el **diseño de materiales educativos** según principios de accesibilidad universal; (b) **contextos de seguridad** que permitan su uso sin exposición a vulnerabilidad; (c) **acceso equitativo** a dispositivos y conectividad; y (d) **mediación pedagógica** que desarrolle apropiación crítica, no dependencia acrítica. La autonomía prometida es real pero frágil, requiriendo ecosistemas educativos intencionadamente diseñados para su materialización.

La contribución central de esta investigación para educadores diferenciales es la comprensión de que la **tecnología de asistencia no es una solución autónoma sino un componente de ecosistemas sociotécnicos complejos**. La efectividad de Seeing AI depende de la calidad de entornos físicos (Proposición 1: Interdependencia Diseño-Entorno), consideración de contextos regionales (Proposición 2: Localización como Inclusión), respeto a dignidad mediante inmediatez (Proposición 3: Velocidad como Dignidad) y del desarrollo de confianza crítica (Proposición 4: Confianza Vigilante). Ninguno de estos factores es controlable únicamente desde la tecnología; todos requieren intervención educativa, política y social.

Los educadores diferenciales tienen responsabilidad y oportunidad de (a) facilitar *apropiación crítica* que desarrolle agencia tecnológica; (b) promover *ecosistemas complementarios* en lugar de soluciones únicas; (c) colaborar en *diseño universal* de materiales y entornos; (d) considerar *contextos de vulnerabilidad* social y económica; y (e) ejercer *incidencia* para que desarrolladores incorporen diversidad regional.

El desafío no es simplemente integrar Seeing AI en las aulas sino **construir culturas escolares tecnológicamente inclusivas** donde (1) las tecnologías de asistencia sean normalizadas, no excepcionales; (2) los materiales educativos sean diseñados accesiblemente desde origen; (3) los estudiantes desarrollen competencias de orquestación tecnológica y criterio crítico; (4) las comunidades educativas reconozcan que accesibilidad beneficia a todos, no solo a estudiantes con discapacidad; y (5) los espacios escolares sean seguros para uso de tecnología sin vulnerabilidad social.

Esta investigación espera haber contribuido conocimientos empíricamente fundamentados que orienten la práctica profesional de educadores diferenciales comprometidos con la inclusión. La Teoría Fundamentada ha permitido capturar la complejidad de experiencias de los usuarios, evitando simplificaciones tecno-optimistas o tecno-pesimistas. Los hallazgos revelan que la inclusión tecnológica efectiva requiere simultaneidad de intervenciones: desarrollo tecnológico localizado, diseño universal de entornos, políticas de equidad de acceso y mediación pedagógica crítica. Ninguna intervención aislada es suficiente; todas son necesarias.

El horizonte es la construcción de sociedades educativas donde la tecnología opere como facilitadora de derechos en contextos que respeten y promuevan la dignidad, autonomía y participación plena de todas las personas, independientemente de sus capacidades visuales. Seeing AI puede ser herramienta valiosa en ese trayecto, siempre que se reconozcan tanto sus potencialidades como sus limitaciones y siempre que se integre en ecosistemas educativos intencionadamente diseñados para inclusión genuina, no meramente retórica.

- Entrevista sobre su experiencia con la aplicación.
- Modalidad: presencial, videollamada o llamada telefónica según su preferencia.
- Preguntas sobre usabilidad, utilidad y impacto en su autonomía.

5. Criterios de participación Para participar debe cumplir con:

- Ser mayor de 18 años.
- Tener ceguera o baja visión.
- Poseer un dispositivo iOS (iPhone/iPad) compatible o Android.
- Tener conocimientos básicos de uso de smartphone.
- Firmar este consentimiento informado.

6. Riesgos y molestias mínimas identificadas:

- Posible fatiga durante las sesiones de capacitación.
- Frustración inicial al aprender nueva tecnología.
- Tiempo invertido en el estudio (aproximadamente 4-5 horas en total).

Medidas de mitigación:

- Sesiones pueden pausarse en cualquier momento.
- Soporte técnico disponible durante todo el proceso.
- Flexibilidad en horarios y modalidades de participación.

7. Beneficios potenciales para usted:

- Acceso gratuito y capacitación en herramienta tecnológica de asistencia.
- Posible mejora en autonomía personal.
- Contribución a investigación sobre accesibilidad.

Para la comunidad:

- Generación de conocimiento sobre tecnologías asistidas.
- Mejora de servicios y herramientas para personas con discapacidad visual.
- Evidencia para desarrolladores y políticas públicas.

8. Confidencialidad y privacidad.

Protección de datos:

- Su identidad será mantenida en estricta confidencialidad.
- Se utilizará un código numérico en lugar de su nombre real.
- Los datos serán almacenados en dispositivos seguros y encriptados.
- Solo el equipo de investigación tendrá acceso a la información.
- Grabaciones de audio (si las autoriza) serán destruidas tras la transcripción.

Uso de la información:

- Los datos serán utilizados únicamente para fines de investigación.

- Los resultados podrán ser publicados en revistas académicas o presentados en conferencias.
- Su identidad nunca será revelada en publicaciones.
- Podrá solicitar una copia de los resultados del estudio.

9. Participación voluntaria.

Su participación es completamente voluntaria:

- Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin penalización.
- Su decisión no afectará ningún servicio al que tenga derecho.
- Puede solicitar que sus datos sean eliminados del estudio.
- Puede declinar participar sin dar explicaciones.

10. Compensación

- La participación en este estudio no conlleva compensación económica.
- Usted conservará la aplicación Seeing AI instalada en su dispositivo.
- Mantendrá acceso a los materiales de capacitación proporcionados.

11. Contacto para dudas o problemas Durante el estudio, puede contactar a:

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez.

Teléfono: [REDACTED]
de atención: 08:00- 18:00.

Email: [REDACTED] Horario

En caso de quejas o inquietudes éticas:

Comité de ética institucional.
Email:

Teléfono:

12. Información adicional.

Sobre Seeing AI:

- Es una aplicación gratuita desarrollada por Microsoft.
- Requiere conexión a internet para algunas funciones.
- Compatible con dispositivos iOS o Android.
- Su uso continuado posterior al estudio es opcional.

Sobre los resultados:

- Se estima que los resultados estarán disponibles en marzo 2026.
- Podrá solicitar un resumen de los hallazgos principales.
- Los resultados podrán influir en mejoras futuras de tecnologías asistidas.

Declaraciones de consentimiento

A. Consentimiento para participación.

SI **He leído y comprendido** la información proporcionada sobre este estudio de investigación.

SI **He tenido oportunidad** de hacer preguntas y todas mis dudas han sido respondidas satisfactoriamente.

SI **Entiendo** que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin penalización.

SI **Acepto participar** en este estudio de investigación sobre Seeing AI.

B. Consentimiento para grabación de audio.

SI **Autorizo** la grabación de audio de la entrevista de evaluación con fines de transcripción y análisis.

SI **NO autorizo** la grabación de audio. (Las notas escritas serán tomadas en su lugar) .

C. Consentimiento para uso de datos.

SI **Autorizo** el uso de mis datos para publicaciones académicas y presentaciones, manteniendo mi anonimato.

SI **Deseo recibir** un resumen de los resultados del estudio cuando estén disponibles.

D. Modalidad de entrevista preferida

Presencial

SI Videollamada

SI Llamada telefónica

Horario preferido: Acordado con caroline según agenda de la entrevistada.

Firmas participante:

Nombre completo: Myriam

Firma: _____  _____

Fecha: 17-10-2025

Teléfono de contacto: [REDACTED] **Email (optional):** PSMOVALLE@GMAIL.COM

Edad:

Discapacidad:

INVESTIGADOR

Certifico que he explicado la naturaleza y el propósito de este estudio al participante mencionado, he contestado todas las preguntas y he sido testigo de la firma anterior.

Nombre del investigador: Caroline Andrea Hernández Pérez

Firma: _____

Fecha: 17/10/2025

Testigo (si corresponde).

Nombre completo: _____

Firma: _____ **Fecha:** _____

Copia para el participante

Se ha entregado una copia de este consentimiento informado al participante.

Versión: 1.0

Fecha de aprobación:

Vigencia: este documento ha sido elaborado siguiendo las directrices éticas internacionales para investigación con seres humanos y consideraciones específicas para personas con discapacidad visual.

Consentimiento informado para participación en investigación

Título del estudio: Experiencia del usuario ciego o con baja visión con Seeing AI: evaluación cualitativa y consideraciones sobre accesibilidad y autonomía.

Información para el participante

1. Identificación de la investigación:

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez

Institución: Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, UMCE

Contacto: _____

Correo Electrónico: _____

Fecha: 13/10/2025

2. Objetivo del estudio

Este estudio tiene como objetivo evaluar la experiencia de usuarios ciegos o con baja visión al utilizar la aplicación Seeing AI de Microsoft, analizando específicamente su impacto en la accesibilidad y autonomía personal en actividades de la vida diaria.

3. Justificación

La investigación busca generar conocimiento sobre herramientas tecnológicas de asistencia que puedan mejorar la calidad de vida e independencia de personas con discapacidad visual, contribuyendo al desarrollo de mejores prácticas en accesibilidad digital.

4. Descripción del procedimiento.

Su participación incluirá tres etapas:

Etapas 1 - Presentación (45-60 minutos):

- Demostración de la aplicación Seeing AI.
- Instalación en su dispositivo iOS o Android.
- Capacitación básica en su uso.
- Resolución de dudas iniciales.

Etapas 2 - Uso autónomo (2-3 días):

- Uso libre de la aplicación en su vida diaria.
- Sin supervisión directa.
- Con soporte técnico disponible si lo necesita.

Etapas 3 - Entrevista de evaluación (30-45 minutos):

- Entrevista sobre su experiencia con la aplicación.
- Modalidad: presencial, videollamada o llamada telefónica según su preferencia.
- Preguntas sobre usabilidad, utilidad y impacto en su autonomía.

5. Criterios de participación Para participar debe cumplir con:

- Ser mayor de 18 años.
- Tener ceguera o baja visión.
- Poseer un dispositivo iOS (iPhone/iPad) compatible o Android.
- Tener conocimientos básicos de uso de smartphome.
- Firmar este consentimiento informado.

6. Riesgos y molestias Riesgos mínimos identificados:

- Posible fatiga durante las sesiones de capacitación.
- Frustración inicial al aprender nueva tecnología.
- Tiempo invertido en el estudio (aproximadamente 4-5 horas en total).

Medidas de mitigación:

- Sesiones pueden pausarse en cualquier momento.
- Soporte técnico disponible durante todo el proceso.
- Flexibilidad en horarios y modalidades de participación.

7. Beneficios potenciales Para usted:

- Acceso gratuito y capacitación en herramienta tecnológica de asistencia.
- Posible mejora en autonomía personal.
- Contribución a investigación sobre accesibilidad.

Para la comunidad:

- Generación de conocimiento sobre tecnologías asistidas.
- Mejora de servicios y herramientas para personas con discapacidad visual.
- Evidencia para desarrolladores y políticas públicas.

8. Confidencialidad y privacidad

Protección de datos:

- Su identidad será mantenida en estricta confidencialidad.
- Se utilizará un código numérico en lugar de su nombre real.
- Los datos serán almacenados en dispositivos seguros y encriptados.
- Solo el equipo de investigación tendrá acceso a la información.
- Grabaciones de audio (si las autoriza) serán destruidas tras la transcripción.

Uso de la información:

- Los datos serán utilizados únicamente para fines de investigación.
- Los resultados podrán ser publicados en revistas académicas o presentados en conferencias.
- Su identidad nunca será revelada en publicaciones.
- Podrá solicitar una copia de los resultados del estudio.

9. Participación voluntaria.

Su participación es completamente voluntaria:

- Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin penalización.
- Su decisión no afectará ningún servicio al que tenga derecho.
- Puede solicitar que sus datos sean eliminados del estudio.
- Puede declinar participar sin dar explicaciones.

10. Compensación

- La participación en este estudio no conlleva compensación económica.
- Usted conservará la aplicación Seeing AI instalada en su dispositivo.
- Mantendrá acceso a los materiales de capacitación proporcionados.

11. Contacto para dudas o problemas Durante el estudio, puede contactar a:

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez.

Teléfono: [REDACTED]

Email: [REDACTED]

Horario de atención: 08:00- 18:00.

En caso de quejas o inquietudes éticas:

Comité de ética institucional.

Teléfono:

Email:

12. Información adicional

Sobre Seeing AI:

- Es una aplicación gratuita desarrollada por Microsoft.
- Requiere conexión a internet para algunas funciones.
- Compatible con dispositivos iOS o Android.
- Su uso continuado posterior al estudio es opcional.

Sobre los resultados:

- Se estima que los resultados estarán disponibles en marzo 2026.
- Podrá solicitar un resumen de los hallazgos principales.
- Los resultados podrán influir en mejoras futuras de tecnologías asistidas.

Declaraciones de consentimiento

A. Consentimiento para participación

SI **He leído y comprendido** la información proporcionada sobre este estudio de investigación.

SI **He tenido oportunidad** de hacer preguntas y todas mis dudas han sido respondidas satisfactoriamente.

SI **Entiendo** que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin penalización.

SI **Acepto participar** en este estudio de investigación sobre Seeing AI.

B. Consentimiento para grabación de audio.

SI **Autorizo** la grabación de audio de la entrevista de evaluación con fines de transcripción y análisis.

SI **NO autorizo** la grabación de audio. (Las notas escritas serán tomadas en su lugar) .

C. Consentimiento para uso de datos

SI **Autorizo** el uso de mis datos para publicaciones académicas y presentaciones, manteniendo mi anonimato.

SI **Deseo recibir** un resumen de los resultados del estudio cuando estén disponibles.

D. Modalidad de entrevista preferida

- Presencial
- SI Videollamada
- Llamada telefónica

Horario preferido: Acordado con caroline según agenda de la entrevistada.

FIRMAS PARTICIPANTE:

Nombre completo: Lorenzo Morales Lobos.

Firma:

Fecha: 10-10-2025.

Teléfono de contacto: [REDACTED]
Edad:

Email (opcional): [REDACTED]
Discapacidad: Retinitis Pigmentosa

Investigador

Certifico que he explicado la naturaleza y el propósito de este estudio al participante mencionado, he contestado todas las preguntas y he sido testigo de la firma anterior.

Nombre del investigador: Caroline Andrea Hernández Pérez

Firma: _____

Fecha: 17/10/2025

Testigo (si corresponde).

Nombre completo: _____

Firma: _____ **Fecha:** _____

Copia para el participante

Se ha entregado una copia de este consentimiento informado al participante.

versión: 1.0

fecha de aprobación:

VIGENCIA: Este documento ha sido elaborado siguiendo las directrices éticas internacionales para investigación con seres humanos y consideraciones específicas para personas con discapacidad visual.

Consentimiento informado para participación en investigación

Título del estudio: Experiencia del usuario ciego o con baja visión con Seeing AI: evaluación cualitativa y consideraciones sobre accesibilidad y autonomía.

Información para el participante:

1. Identificación de la investigación

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez

Institución: Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, UMCE.

Contacto: [REDACTED]

Correo Electrónico: [REDACTED]

Fecha: 03/11/2025

2. Objetivo del estudio

Este estudio tiene como objetivo evaluar la experiencia de usuarios ciegos o con baja visión al utilizar la aplicación Seeing AI de Microsoft, analizando específicamente su impacto en la accesibilidad y autonomía personal en actividades de la vida diaria.

3. Justificación

La investigación busca generar conocimiento sobre herramientas tecnológicas de asistencia que puedan mejorar la calidad de vida e independencia de personas con discapacidad visual, contribuyendo al desarrollo de mejores prácticas en accesibilidad digital.

4. Descripción del procedimiento

Su participación incluirá tres etapas:

Etapa 1 - Presentación (45-60 minutos):

- Demostración de la aplicación Seeing AI.
- Instalación en su dispositivo iOS o Android.
- Capacitación básica en su uso.
- Resolución de dudas iniciales.

Etapa 2 - Uso autónomo (2-3 días):

- Uso libre de la aplicación en su vida diaria.
- Sin supervisión directa.
- Con soporte técnico disponible si lo necesita.

Etapa 3 - Entrevista de evaluación (30-45 minutos):

- Entrevista sobre su experiencia con la aplicación.
- Modalidad: presencial, videollamada o llamada telefónica según su preferencia.
- Preguntas sobre usabilidad, utilidad y impacto en su autonomía.

5. Criterios de participación Para participar debe cumplir con:

- Ser mayor de 18 años.
- Tener ceguera o baja visión.
- Poseer un dispositivo iOS (iPhone/iPad) compatible o Android.
- Tener conocimientos básicos de uso de smartphone.
- Firmar este consentimiento informado.

6. Riesgos y molestias riesgos mínimos identificados:

- Posible fatiga durante las sesiones de capacitación.
- Frustración inicial al aprender nueva tecnología.
- Tiempo invertido en el estudio (aproximadamente 4-5 horas en total).

Medidas de mitigación:

- Sesiones pueden pausarse en cualquier momento.
- Soporte técnico disponible durante todo el proceso.
- Flexibilidad en horarios y modalidades de participación.

7. Beneficios potenciales para usted:

- Acceso gratuito y capacitación en herramienta tecnológica de asistencia.
- Posible mejora en autonomía personal.
- Contribución a investigación sobre accesibilidad.

Para la comunidad:

- Generación de conocimiento sobre tecnologías asistidas.
- Mejora de servicios y herramientas para personas con discapacidad visual.
- Evidencia para desarrolladores y políticas públicas.

8. Confidencialidad y privacidad.

Protección de datos:

- Su identidad será mantenida en estricta confidencialidad.
- Se utilizará un código numérico en lugar de su nombre real.
- Los datos serán almacenados en dispositivos seguros y encriptados.
- Solo el equipo de investigación tendrá acceso a la información.
- Grabaciones de audio (si las autoriza) serán destruidas tras la transcripción.

Uso de la información:

- Los datos serán utilizados únicamente para fines de investigación.
- Los resultados podrán ser publicados en revistas académicas o presentados en conferencias.
- Su identidad nunca será revelada en publicaciones.
- Podrá solicitar una copia de los resultados del estudio.

9. Participación voluntaria.

Su participación es completamente voluntaria:

- Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin penalización.
- Su decisión no afectará ningún servicio al que tenga derecho.
- Puede solicitar que sus datos sean eliminados del estudio.
- Puede declinar participar sin dar explicaciones.

10. Compensación.

- La participación en este estudio no conlleva compensación económica.
- Usted conservará la aplicación Seeing AI instalada en su dispositivo.
- Mantendrá acceso a los materiales de capacitación proporcionados.

11. Contacto para dudas o problemas. Durante el estudio, puede contactar a:

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez. Teléfono: [REDACTED]
 Email: [REDACTED] Horario de atención: 08:00- 18:00.

En caso de quejas o inquietudes éticas:

Comité de ética institucional. Teléfono:
 Email:

12. Información adicional

Sobre Seeing AI:

- Es una aplicación gratuita desarrollada por Microsoft.
- Requiere conexión a internet para algunas funciones.
- Compatible con dispositivos iOS o Android.
- Su uso continuado posterior al estudio es opcional.

Sobre los resultados:

- Se estima que los resultados estarán disponibles en marzo 2026.
- Podrá solicitar un resumen de los hallazgos principales.
- Los resultados podrán influir en mejoras futuras de tecnologías asistidas.

Declaraciones de consentimiento

A. Consentimiento para participación

SI **He leído y comprendido** la información proporcionada sobre este estudio de investigación.

SI **He tenido oportunidad** de hacer preguntas y todas mis dudas han sido respondidas satisfactoriamente.

SI **Entiendo** que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin penalización.

SI **Acepto participar** en este estudio de investigación sobre Seeing AI.

B. Consentimiento para grabación de audio.

SI **Autorizo** la grabación de audio de la entrevista de evaluación con fines de transcripción y análisis.

SI **NO autorizo** la grabación de audio. (Las notas escritas serán tomadas en su lugar) .

C. Consentimiento para uso de datos

SI **Autorizo** el uso de mis datos para publicaciones académicas y presentaciones, manteniendo mi anonimato.

SI **Deseo recibir** un resumen de los resultados del estudio cuando estén disponibles.

D. Modalidad de entrevista preferida

Presencial

SI Videollamada

Llamada telefónica

Horario preferido: Acordado con caroline según agenda de la entrevistada.

Firmas participante:

Nombre: Carolina

Firma:

Fecha: 03-11-2025.

Teléfono de contacto: [REDACTED]

Email: [REDACTED]

Edad:

Discapacidad:

Investigador

Certifico que he explicado la naturaleza y el propósito de este estudio al participante mencionado, he contestado todas las preguntas y he sido testigo de la firma anterior.

Nombre del investigador: Caroline Andrea Hernández Pérez

Firma: _____

Fecha: 03/10/2025

Testigo (si corresponde).

Nombre completo: _____

Firma: _____ **Fecha:** _____

Copia para el participante

si Se ha entregado una copia de este consentimiento informado al participante.

versión: 1.0

fecha de aprobación:

vigencia: Este documento ha sido elaborado siguiendo las directrices éticas internacionales para investigación con seres humanos y consideraciones específicas para personas con discapacidad visual.

Consentimiento informado para participación en investigación

Título del estudio: Experiencia del usuario ciego o con baja visión con Seeing AI: evaluación cualitativa y consideraciones sobre accesibilidad y autonomía.

Información para el participante

1. Identificación de la investigación

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez

Institución: Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, UMCE.

Contacto:

Correo Electrónico: _____

Fecha: 13/10/2025

2. Objetivo del estudio

Este estudio tiene como objetivo evaluar la experiencia de usuarios ciegos o con baja visión al utilizar la aplicación Seeing AI de Microsoft, analizando específicamente su impacto en la accesibilidad y autonomía personal en actividades de la vida diaria.

3. Justificación

La investigación busca generar conocimiento sobre herramientas tecnológicas de asistencia que puedan mejorar la calidad de vida e independencia de personas con discapacidad visual, contribuyendo al desarrollo de mejores prácticas en accesibilidad digital.

4. Descripción del procedimiento

Su participación incluirá tres etapas:

Etapas 1 - Presentación (45-60 minutos):

- Demostración de la aplicación Seeing AI.
- Instalación en su dispositivo iOS o Android.
- Capacitación básica en su uso.
- Resolución de dudas iniciales.

Etapas 2 - Uso autónomo (2-3 días):

- Uso libre de la aplicación en su vida diaria.
- Sin supervisión directa.
- Con soporte técnico disponible si lo necesita.

Etapas 3 - Entrevista de evaluación (30-45 minutos):

- Entrevista sobre su experiencia con la aplicación.
- Modalidad: presencial, videollamada o llamada telefónica según su preferencia.
- Preguntas sobre usabilidad, utilidad y impacto en su autonomía.

5. Criterios de participación Para participar debe cumplir con:

- Ser mayor de 18 años.
- Tener ceguera o baja visión.
- Poseer un dispositivo iOS (iPhone/iPad) compatible o Android.
- Tener conocimientos básicos de uso de smartphone.
- Firmar este consentimiento informado.

6. Riesgos y molestias mínimas identificadas:

- Posible fatiga durante las sesiones de capacitación.
- Frustración inicial al aprender nueva tecnología.
- Tiempo invertido en el estudio (aproximadamente 4-5 horas en total).

Medidas de mitigación:

- Sesiones pueden pausarse en cualquier momento.
- Soporte técnico disponible durante todo el proceso.
- Flexibilidad en horarios y modalidades de participación.

7. Beneficios potenciales Para usted:

- Acceso gratuito y capacitación en herramienta tecnológica de asistencia.
- Posible mejora en autonomía personal.
- Contribución a investigación sobre accesibilidad.

Para la comunidad:

- Generación de conocimiento sobre tecnologías asistidas.
- Mejora de servicios y herramientas para personas con discapacidad visual.
- Evidencia para desarrolladores y políticas públicas.

8. Confidencialidad y privacidad

Protección de datos:

- Su identidad será mantenida en estricta confidencialidad.
- Se utilizará un código numérico en lugar de su nombre real.
- Los datos serán almacenados en dispositivos seguros y encriptados.
- Solo el equipo de investigación tendrá acceso a la información.
- Grabaciones de audio (si las autoriza) serán destruidas tras la transcripción.

Uso de la información:

- Los datos serán utilizados únicamente para fines de investigación.
- Los resultados podrán ser publicados en revistas académicas o presentados en conferencias.
- Su identidad nunca será revelada en publicaciones.
- Podrá solicitar una copia de los resultados del estudio.

9. Participación voluntaria.

Su participación es completamente voluntaria:

- Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin penalización.
- Su decisión no afectará ningún servicio al que tenga derecho.
- Puede solicitar que sus datos sean eliminados del estudio.
- Puede declinar participar sin dar explicaciones.

10. Compensación.

- La participación en este estudio no conlleva compensación económica.
- Usted conservará la aplicación Seeing AI instalada en su dispositivo.
- Mantendrá acceso a los materiales de capacitación proporcionados.

11. Contacto para dudas o problemas Durante el estudio, puede contactar a:

Investigador Principal: Caroline Andrea Hernández Pérez. Teléfono: [REDACTED]

Email: [REDACTED]

Horario de atención: 08:00- 18:00.

En caso de quejas o inquietudes éticas:

Comité de ética institucional.

Teléfono:

Email:

12. Información adicional

Sobre Seeing AI:

- Es una aplicación gratuita desarrollada por Microsoft.
- Requiere conexión a internet para algunas funciones.
- Compatible con dispositivos iOS o Android.
- Su uso continuado posterior al estudio es opcional.

Sobre los resultados:

- Se estima que los resultados estarán disponibles en marzo 2026.
- Podrá solicitar un resumen de los hallazgos principales.
- Los resultados podrán influir en mejoras futuras de tecnologías asistidas.

Declaraciones de consentimiento

A. Consentimiento para participación.

SI **He leído y comprendido** la información proporcionada sobre este estudio de investigación.

SI **He tenido oportunidad** de hacer preguntas y todas mis dudas han sido respondidas satisfactoriamente.

SI **Entiendo** que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin penalización.

SI **Acepto participar** en este estudio de investigación sobre Seeing AI.

B. Consentimiento para grabación de audio.

SI **Autorizo** la grabación de audio de la entrevista de evaluación con fines de transcripción y análisis.

SI **NO autorizo** la grabación de audio. (Las notas escritas serán tomadas en su lugar) .

C. consentimiento para uso de datos

SI **autorizo** el uso de mis datos para publicaciones académicas y presentaciones, manteniendo mi anonimato.

SI **Deseo recibir** un resumen de los resultados del estudio cuando estén disponibles.

D. Modalidad de entrevista preferida

- Presencial
SI Videollamada
SI Llamada telefónica

Horario preferido: Acordado con caroline según agenda de la entrevistada.

firmas participante:

Nombre completo: Solange

Fecha: 11-11-2025.

Teléfono de contacto: [REDACTED]

Email (opcional): [REDACTED]

Edad:

Discapacidad: Ceguera Nascimento.

Investigador

Certifico que he explicado la naturaleza y el propósito de este estudio al participante mencionado, he contestado todas las preguntas y he sido testigo de la firma anterior.

Nombre del investigador: Caroline Andrea Hernández Pérez

Firma: _____

Fecha: 12/10/2025

TESTIGO (si corresponde).

Nombre completo: _____

Firma: _____ **Fecha:** _____

Copia para el participante

se ha entregado una copia de este consentimiento informado al participante.

versión: 1.0

fecha de aprobación:

VIGENCIA: Este documento ha sido elaborado siguiendo las directrices éticas internacionales para investigación con seres humanos y consideraciones específicas para personas con discapacidad visual.

Bibliografía.

- Alencastro, J. A. P., & Cobeña, G. V. S. (2021). Tiflotecnología en la accesibilidad educativa universitaria como recurso para estudiantes con discapacidad visual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), pág. 42-65.
- Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2008). Teoría de la autodeterminación: Una macroteoría de la motivación, el desarrollo y la salud humana. *Psicología Canadiense*, 49(3), 183-185. doi: 10.1037/a001280.
- Envision (sin fecha). ¿En qué se diferencia la aplicación Envision de Seeing AI? <https://support.letsenvision.com/hc/en-us/articles/8119148765201-How-is-Envision-App-different-from-Seeing-AI>
- Glaser, BG y Strauss, AL (1967). El descubrimiento de la teoría fundamentada; estrategias para la investigación cualitativa. Chicago: Aldine Press.
- Guest G., Bunce A., Johnson L. ¿Cuántas entrevistas son suficientes? Un experimento con saturación y variabilidad de datos. *Métodos de campo*. 2006;18(1):59–82.
- Hirmas, M, Olea, A., María Ximena Sgombich, M.A., Jofré, D. y Mattoli, M. (2024). Salud digital y personas mayores: Una exploración al uso actual y oportunidades de optimización en Chile” *Revista Chilena de Salud Pública*. Vol. 28:e75205. DOI: 10.5354/0719-5281.2024.75205
- Microsoft (2022). Seeing AI | Aplicación de cámara que habla para las personas con deficiencias visuales. <https://www.microsoft.com/es-mx/ai/seeing-ai>.
- Microsoft (sin fecha). ¡Bonjour! ¡Bienvenidos! Seeing AI se expande a cinco idiomas más. [¡Bonjour! ¡Bienvenidos! Seeing AI se expande a cinco idiomas más - News Center Latinoamérica](#)
- Microsoft (sin fecha). Seeing AI: Investigación en nuevas tecnologías para apoyar a la comunidad ciega y con discapacidad visual. [Investigación en nuevas tecnologías para apoyar a la comunidad ciega y con discapacidad visual - Microsoft Accessibility Blog](#)
- Microsoft (sin fecha). Una aplicación para personas con discapacidad visual que narra el mundo que te rodea. [Ver IA | Microsoft Garage](#)
- Naciones Unidas (2006). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. Disponible en <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/18054>
- Natalina Martiniello, Werner Eisenbarth, Christine Lehane, Aaron Johnson & Walter Wittich. (2019). Exploring the use of smartphones and tablets among people with visual impairments: Are mainstream devices replacing the use of traditional visual aids?, *Assistive Technology*, DOI:10.1080/10400435. 2019.1682084.
- Olguín Gil, L. E., Vázquez Guzmán, F., Vázquez Zayas, E., García Ortega, I., & Amado Guzmán, J. F. (2022). Evaluación de la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones LookOut y Seeing AI para dispositivos móviles en personas con discapacidad visual: Un estudio descriptivo. *Pistas Educativas*, No. 143. Disponible en <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>
- ONCE. (2019). Accesibilidad de Asistentes Virtuales. Observatorio Accesibilidad TIC [cglefindmkaj/](#). Discapnet. [chrome-extension://efaidnbmninnibpcajp](#)

https://www.discapnet.es/sites/default/files/áreas-tematicas/tecnologia/informe_observatorio_asistentes_virtuales_2019_revisado_415862.pdf.
Organización Mundial de la Salud (1994). Proyecto Whoqol. Medición de la calidad de vida. Disponible en <https://www.who.int/tools/whoqol>
Organización Mundial de la Salud (2019). Primer Informe mundial sobre la visión. Comunicado de prensa, Ginebra. <https://www.who.int/es/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>
República de Chile (2010). Ley 20.422 que establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad.
República de Chile (2012). Ley 20.584 que regula los derechos y deberes que tienen las personas en relación a acciones vinculadas a su atención en salud.

Páginas web

<https://www.seeingai.com/>
<https://claude.ai/>
Microsoft (sin fecha). Seeing AI app from Microsoft. https://youtu.be/bqeQByqf_f8
AliBlueBox (sin fecha). Ha Llegado La Descripción de Video a Seeing AI: ¡Descubre La Nueva Función! <https://youtu.be/aIoW47B2gEg>
TifloEduca (sin fecha). Aplicación Seeing AI reconoce y describe el entorno a personas ciegas y baja visión. https://youtu.be/VOEM58A_hQE
Lighthouseguild (sin fecha). Tutoriales paso a paso de Seeing AI creados por nuestros Tech Pals, diseñados para ayudarte a navegar y aprovechar al máximo esta potente aplicación para ciegos y personas con discapacidad visual. <https://lighthouseguild.org/seeing-ai-tutorials/>