

**Estudio de Usabilidad de Aplicaciones Móviles Diseñadas para Personas con Discapacidad
Visual**

Autores:

Luciana Marcela López David y Yudy Andrea Saldarriaga Toro

Asesor:

Jhon Fernando Sánchez Álvarez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECTBI

Proyecto de Investigación

2025

Contenido

Introducción	8
Antecedentes	13
Marco Teórico	24
Evolución Histórica del Concepto de Discapacidad	24
Discapacidad Visual: Definición y Clasificación	27
Causas de la Discapacidad Visual	30
Cifras y Contexto de la Discapacidad Visual en Colombia.....	31
Tecnologías y Accesibilidad para Personas con Discapacidad Visual	34
El concepto de tflotecnología y su evolución	37
VoiceOver y TalkBack como referentes de Accesibilidad Táctil para Personas con Discapacidad Visual	43
De los Móviles con Teclado a los Smartphones Táctiles Accesibles	47
Usabilidad y Experiencia de Usuario – UX en Aplicaciones Diseñadas para Personas con Discapacidad Visual	49
Principios de Usabilidad y UX Aplicados al Diseño Accesible de Aplicaciones Móviles para Personas con Discapacidad Visual	51
Involucramiento de Usuarios Con Discapacidad Visual en el Diseño y Evaluación de Aplicaciones Móviles	53
Barreras de Accesibilidad en Aplicaciones Móviles Para Población con Discapacidad Visual ..	57
Identificación de Barreras Recurrentes en Aplicaciones Móviles para Población con Discapacidad Visual	60
Persistencia de Barreras en el Diseño de Aplicaciones Móviles	61
Adaptación de las WCAG al Entorno Móvil.....	62
Marco Jurídico Internacional	63
Normativas Europeas	63

Marco Normativo Colombiano	64
Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG)	65
Accesibilidad Web y Experiencia Móvil.....	66
Uso de Dispositivos Móviles por Personas con Discapacidad Visual.....	66
Políticas de Accesibilidad en Colombia	67
Modelo Español de Accesibilidad	68
Comparación Colombia - España.....	69
Dimensión Social, Ética y Legal de la Accesibilidad Digital	69
Impactos Sociales de la Accesibilidad Digital	70
Soluciones Tecnológicas Disponibles para Personas con Discapacidad Visual.....	71
Cumplimiento de Parámetros Internacionales de Accesibilidad	71
Metodología	73
Enfoque de Investigación	73
Técnicas de Recolección de Información.....	73
Perfil de Participantes.....	75
Recolección de Datos	75
Procedimiento.....	76
Instrumentos	77
Consideraciones Éticas.....	78
Selección de Aplicaciones a Evaluar.....	79
Resultados de la Investigación	84
Análisis de Resultados de la Encuesta Aplicada (Datos Cuantitativos).....	84
Resultados de Pruebas de Usabilidad.....	102
Análisis de las Entrevistas.....	126
Recomendaciones.....	129

Conclusiones	137
Anexos.....	139
Referencias	140

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tarea 1. Identificar 2 Billetes</i>	102
Tabla 2 <i>Tarea 2. Cambiar la Identificación de la Moneda por Peso Argentino</i>	102
Tabla 3 <i>Tarea 1. Identificar Rápidamente de qué Color es el Objeto</i>	104
Tabla 4 <i>Tarea 2. Tomar foto a Objeto y Compartirla en WhatsApp</i>	104
Tabla 5 <i>Tarea 1. Reaccionar a un Estado</i>	106
Tabla 6 <i>Tarea 2. Descargar y Abrir un Documento PDF</i>	106
Tabla 7 <i>Tarea 3. Compartir Ubicación en Tiempo Real con uno de los Contactos</i>	106
Tabla 8 <i>Tarea 1. Buscar 2 Correos sin Leer y Marcarlos como Leídos</i>	109
Tabla 9 <i>Tarea 2. Redactar un Correo, Adjuntar Archivo y Enviar</i>	109
Tabla 10 <i>Tarea 3. Buscar un Correo y Reenviarlo</i>	109
Tabla 11 <i>Tarea 1. Buscar y Seleccionar un Lugar Cercano al que Quiera ir Caminando</i>	111
Tabla 12 <i>Tarea 2. Guardar la Ubicación en la Lista de Favoritos</i>	112
Tabla 13 <i>Tarea 3. Iniciar y Detener la Guía de Exploración para ir a el Lugar Favorito</i>	112
Tabla 14 <i>Tarea 1. Buscar un Video que le Llame la Atención</i>	114
Tabla 15 <i>Tarea 2. Seleccionar el Video y Reproducirlo</i>	115
Tabla 16 <i>Tarea 3. Suscribirse a un Canal y Acceder a la Campana de Notificaciones</i>	115
Tabla 17 <i>Tarea 1. Tomar Foto a Medicamento y Averiguar de qué Tipo es yCuál es su Uso</i>	117
Tabla 18 <i>Tarea 2. Buscar un Voluntario para que Describa el Detalle de la Camisa que Lleva Puesta</i>	117
Tabla 19 <i>Tarea 1. Capturar y Hacer la Lectura de un Documento Impreso</i>	120
Tabla 20 <i>Tarea 2. Guardar el Texto Reconocido en la Biblioteca</i>	120
Tabla 21 <i>Tarea 1. Importar una Foto desde una Fuente Externa</i>	122
Tabla 22 <i>Tarea 2. Cambiar la Voz de Lectura y Velocidad</i>	122
Tabla 23 <i>Tarea 1. Importar Texto del Portapapeles y Colocarlo en Lectura</i>	124

Tabla 24 *Tarea 2. Configurar el Idioma de Lectura*.....124

Tabla 25 *Tarea 3. Renombrar un Documento*.....124

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Edad de los Participantes</i>	85
Figura 2 <i>Género</i>	85
Figura 3 <i>Tipo de Discapacidad Visual</i>	86
Figura 4 <i>Nivel Educativo de los Participantes</i>	87
Figura 5 <i>Sistema Operativo Móvil</i>	88
Figura 6 <i>Experiencia con el Uso de Smartphones</i>	88
Figura 7 <i>Frecuencia de Uso de WhatsApp</i>	89
Figura 8 <i>Frecuencia de Uso de Be My Eyes</i>	90
Figura 9 <i>Frecuencia de Uso Lazarillo</i>	91
Figura 10 <i>Frecuencia de Uso Cash Reader</i>	91
Figura 11 <i>Frecuencia de Uso YouTube</i>	92
Figura 12 <i>Frecuencia de Uso Identificador de Colores ONCE</i>	93
Figura 13 <i>Frecuencia de Uso Gmail</i>	94
Figura 14 <i>Frecuencia de Uso Voice Dream Reader</i>	95
Figura 15 <i>Frecuencia de Uso @Voice</i>	96
Figura 16 <i>Frecuencia de Uso Voice Dream Scanner</i>	97
Figura 17 <i>Calificación de Accesibilidad de Aplicaciones Móviles</i>	97
Figura 18 <i>Facilidad para Navegar con Lectores de Pantalla en Aplicaciones Móviles</i>	98
Figura 19 <i>Frecuencia con la que se Encuentran Barreras</i>	99
Figura 20 <i>Dificultades más Frecuentes en las Aplicaciones</i>	100

Introducción

En las últimas décadas, los avances tecnológicos han transformado de manera radical las actividades cotidianas, optimizando procesos y ofreciendo soluciones que facilitan la comunicación, el aprendizaje, el trabajo y el acceso a diferentes servicios. Las aplicaciones móviles, por su portabilidad y funcionalidad, se han consolidado como herramientas esenciales para interactuar con el mundo digital, sin embargo, este progreso no siempre ha sido inclusivo: las personas con discapacidad visual continúan enfrentando barreras que limitan su autonomía y participación plena en la era digital, este grupo, según el Ministerio de la Protección Social y ACNUR (2011), “está conformado por personas que presentan deficiencias para percibir la luz, forma, tamaño o color de los objetos, incluyendo tanto a quienes son ciegos como a quienes tienen baja visión; es decir, quienes, a pesar de usar gafas o lentes de contacto, o haberse practicado cirugía, presentan dificultades para distinguir formas, colores, rostros u objetos en la calle; ver en la noche o a diferentes distancias, independientemente de que la afectación sea en uno o ambos ojos”. Según el censo de accesibilidad web del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2024), “la discapacidad más recurrente en la población colombiana está asociada con la visión, pues el 55,3 % de las personas con discapacidad visual usan mecanismos de apoyo como gafas, regleta Braille o programas adaptados, y de ellos, el 73,3 % utiliza el teléfono móvil como principal dispositivo para conectarse a Internet”, este dato confirma que el dispositivo móvil es clave en su vida diaria, pero también que las aplicaciones no siempre cumplen criterios de accesibilidad.

Las cifras reportadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2021) en el último censo realizado en el año 2018, dan cuenta de que en Colombia existen 3.134.036 personas que presentan algún tipo de discapacidad, equivalentes al 7,1 % de la

población en general. De ellas, 1.948.332 poseen discapacidad visual, correspondientes al 62,17% de la población en situación de discapacidad. Esta cifra es bastante representativa y evidencia la importancia de sumar esfuerzos en la creación y mejora de tecnologías accesibles que ayuden a esta población a enfrentarse a un mundo lleno de barreras que no está diseñado para ellos, así lo afirman Alencastro, Ponce y Cobeña (2021): “No toda la tecnología está diseñada teniendo en cuenta las necesidades de todas las personas, se necesitan aún tecnologías específicas o adaptaciones para acceder a sus beneficios”. Esta realidad es preocupante y deja en evidencia que el uso de la tecnología por parte de esta población no debe suponer barreras interminables que limiten su autonomía y participación activa dentro de la sociedad, sino que debe constituirse en una herramienta aliada que ayude, enseñe y potencie su desarrollo integral en todos los ámbitos de la vida.

Sin embargo, pese a los avances en materia de inclusión digital, persisten obstáculos que dificultan el uso autónomo de aplicaciones móviles a las personas con discapacidad visual, entre los más frecuentes se encuentran botones sin etiquetas, contrastes inadecuados, navegación compleja e incompatibilidad con lectores de pantalla como TalkBack y VoiceOver. Aunque existen lineamientos internacionales, como las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) y legislaciones nacionales, su implementación suele ser parcial y carece de validación suficiente con usuarios reales. Tal como concluyen Bhagat, Joshi, Agarwal y Gupta (2023), “estas herramientas aún no son la opción preferida entre usuarios con discapacidad visual y generalmente están desarrolladas para usuarios avanzados debido a ciertas limitaciones” (traducción propia), esto evidencia la necesidad de incluir activamente a esta población en los procesos de diseño y prueba.

Frente a esta realidad, y aunque existen iniciativas internacionales y nacionales que promueven el diseño inclusivo, persisten vacíos que requieren investigación aplicada para evaluar el grado real de accesibilidad y usabilidad de aplicaciones móviles esenciales. Más allá de la estética de los diseños y desarrollos, la accesibilidad debe ser evaluada desde perspectivas más profundas, pues proveer productos accesibles constituye una necesidad ética, social y legal que se tiene con todas las personas, independientemente de su condición.

Los fundamentos teóricos que justifican y respaldan este proyecto investigativo, están centrados en los principios de usabilidad y la experiencia de usuario (UX), que son el manual por excelencia en el desarrollo de productos accesibles. A través de los lectores de pantalla como TalkBack en Android y VoiceOver en iOS, los usuarios pueden interactuar mediante gestos, comandos de voz y navegación absoluta por teclado, lo que les brinda una autonomía plena para hacer uso de todas las funciones del dispositivo sin depender de ayudas externas.

Otro punto que agrava la situación aquí presentada es que los profesionales de desarrollo de software en muchas de las situaciones carecen de información, conocimientos o herramientas útiles que les puedan ayudar en la aplicación y validación de criterios accesibles. Este proyecto, por consiguiente, no solo busca identificar barreras tecnológicas, sino que también busca ser un aporte significativo al campo del diseño centrado en el usuario, para que los desarrolladores e ingenieros encuentren en él, una herramienta de consulta que les permita la creación de aplicaciones cada vez más accesibles donde el usuario sea el principal protagonista.

Partiendo de este análisis, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué tan útiles son las aplicaciones móviles desarrolladas específicamente para personas con discapacidad visual, y cuáles son las principales barreras de accesibilidad a las que se enfrentan en su día a día?

La magnitud del problema justifica una investigación cuyo objetivo es evaluar la usabilidad de estas aplicaciones desde la perspectiva del usuario, con el fin de identificar barreras y proponer mejoras prácticas, para que empiecen a ser incorporadas en próximos desarrollos, y sirvan como referencia para mejorar las aplicaciones móviles que ya se encuentran en producción, de esta manera, no sólo se dejan en evidencia algunas de las dificultades que enfrentan las PCDV (Personas con Discapacidad Visual) en el uso cotidiano de aplicaciones móviles, sino que también se genera conocimiento útil que permitirá a los ingenieros mejorar sus procesos de diseño, desarrollo, y evaluación de aplicaciones, con un enfoque más inclusivo, funcional y centrado en las necesidades reales de esta población.

Aunque gran parte de la población Colombiana con discapacidad visual tiene la posibilidad de acceder a un Smartphone a través del lector de pantalla, actualmente no existen estudios que recopilen el nivel de Experiencia de Usuario y la usabilidad de las aplicaciones móviles. Esta falencia obliga, en muchas ocasiones, a los usuarios a prescindir de sus servicios por la poca autonomía que ofrecen, invisibilizando percepciones y opiniones, limitando el desarrollo de soluciones efectivas adaptadas a sus necesidades reales. Si no se aborda esta problemática desde un campo ingenieril, se mantendrán las barreras tecnológicas que impiden la autonomía, la participación social, y el acceso equitativo a servicios digitales esenciales para una población que, por derecho, debe gozar del acceso a la información en igualdad de condiciones al resto de la sociedad.

Este estudio tiene como propósito analizar la accesibilidad de aplicaciones móviles dirigidas a personas con discapacidad visual en Colombia, identificando barreras, evaluando su impacto y proponiendo mejoras que optimicen la experiencia de usuario; con esto se busca generar evidencia empírica que sirva como referencia tanto para la academia como para ingenieros y desarrolladores, y así lograr fortalecer la incorporación de criterios de accesibilidad en futuros desarrollos. Se plantea un estudio detallado, donde se evalúe la accesibilidad y la experiencia de los usuarios con discapacidad visual al momento de interactuar con aplicaciones móviles que han sido diseñadas para resolver necesidades específicas que requieren 100% del uso de la visión para ser llevadas a cabo.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para reducir la brecha digital y promover la igualdad de oportunidades, generando así aplicaciones más intuitivas, funcionales y adaptadas a las necesidades reales de la población con discapacidad visual. Con ello, se busca fortalecer su independencia tecnológica, inclusión social y su participación activa en la vida digital, lo que permitirá contribuir al desarrollo de un ecosistema digital verdaderamente accesible e inclusivo en Colombia.

Antecedentes

A nivel global, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su primer informe mundial sobre la visión publicado en 2019 en Ginebra, revela que más de 43 millones de personas en el mundo son ciegas y alrededor de 295 millones presentan baja visión, cifras verdaderamente alarmantes que deben alertar a los estados y motivarlos para que desde sus propios gobiernos incentiven y promuevan el desarrollo de políticas y normativas orientados a garantizar la accesibilidad y la participación equitativa de esta población en todos los ámbitos de la vida.

En Colombia por su parte, las cifras brindadas por el Instituto Nacional Para Ciegos – INCI (2020), de acuerdo con lo informado por el censo de Población y Vivienda 2018, el 62,17% de la población con discapacidad (1.948.332 personas) presentan problemas de visión o son ciegos totales, convirtiéndose en la discapacidad predominante del país y resalta la importancia de generar soluciones tecnológicas accesibles que respondan a sus necesidades actuales, puesto que se ha podido evidenciar que la mayor dificultad de inaccesibilidad se presenta en sectores de uso cotidiano como transporte, bancos, educación y salud, siendo estos los mayores proveedores de servicios digitales para que sus usuarios puedan autogestionarse desde cualquier lugar donde se encuentren. El INCI advierte que muchas de estas aplicaciones móviles y sitios web “no cumplen con estándares de accesibilidad, lo que las hace difíciles o imposibles de usar para personas ciegas o con baja visión” (INCI citado en Pepinosa, 2024).

Frente a este panorama, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) ha venido adelantando diferentes iniciativas para apoyar la inclusión y las oportunidades laborales de esta población. Una de las más destacadas es ConVerTIC, programa en América Latina que ha beneficiado a cerca de 207.000 personas con discapacidad visual al proporcionarles de manera gratuita e ilimitada dos herramientas tecnológicas: JAWS, un

lector de pantalla, y ZoomText, un magnificador de pantalla; estas herramientas han permitido a las personas ciegas o con baja visión maximizar el uso de computadores para su inclusión laboral, educativa y social. Con estrategias como esta, se busca eliminar barreras, promover la igualdad de oportunidades y garantizar el acceso a los derechos fundamentales en el entorno digital. Además, el Ministerio TIC ha proyectado ampliar el alcance e impacto del programa para 2025, explorando nuevas tecnologías que fortalezcan la inclusión en todo el territorio nacional (MinTIC, 2024).

Mientras en Colombia los avances recientes se centran en la provisión de herramientas tecnológicas, España constituye un referente histórico, ya que desde hace décadas ha impulsado políticas y organizaciones que han construido un modelo inclusivo y sostenible para la población con discapacidad visual. En los primeros años, cuando la discapacidad aún se interpretaba como un castigo divino y quienes la padecían eran vistos como seres incapaces o carentes de habilidades, las personas no contaban con el apoyo ni las asistencias técnicas y conocimientos requeridos que les permitieran defender sus derechos. Esta situación dio lugar para que, en 1938, las personas con discapacidad auditiva y visual unieran esfuerzos para hacerse sentir y fundaran lo que hoy se conoce como La organización de Ciegos Españoles – ONCE, una institución sin ánimo de lucro que basa su quehacer en un modelo asistencial único en el mundo que permite a las personas ciegas ser, estar y formar parte activa de su país, mediante el uso de tecnologías asistivas que les ayuda a tener mayor independencia en su vida diaria.

La tiflotecnología es el punto de partida para comprender la aparición y evolución de tecnologías asistivas orientadas a personas con discapacidad visual. Rodríguez, Sánchez, Mir, Picó y Alsedà (1999) señalan que: “La Tiflotecnología engloba un espectro muy amplio de las distintas aplicaciones de la tecnología en general: desde dispositivos que utilizan tecnologías de

gama muy baja, aparatos mecánicos y electrónicos: bastones, relojes, máquinas de escribir braille, avisadores de tiempo, calculadoras parlantes, detectores de luz, básculas, etc.; hasta soluciones software o hardware que incorporan tecnologías muy avanzadas en su diseño y funcionamiento, basadas en la electrónica o la informática” (p. 6).

En tal sentido, el desarrollo de tecnologías accesibles para personas con deficiencias visuales tuvo sus raíces en la aparición del Computador Personal – PC, que marcó un hito importante en la forma de comunicación a finales de los años 70 y 80. La invención del PC y su estandarización en el campo de la informática, hizo posible que, por primera vez se diseñaran sistemas, programas y dispositivos que estuvieran en la capacidad de prestar ayuda asistencial y específica a la población, como los sintetizadores de voz, líneas Braille y ampliadores de imagen. Con estos avances las PCD tuvieron el primer acercamiento a la tecnología digital y escrita, y sentaron las bases conceptuales y técnicas para lo que más tarde se convertiría en la Era Digital y el diseño de aplicaciones móviles accesibles, logrando la transición desde entornos propios de computadores de escritorio, hacia plataformas móviles inteligentes que pueden ejecutarse a través de un Smartphone (Amo et al., 1998).

Un paso intermedio fundamental en esta transición y que vale la pena mencionar, se dio con la accesibilidad en los primeros teléfonos con teclado físico, especialmente los de la marca Nokia que tenían sistema operativo Symbian. Si bien el teclado se convertía en un punto de referencia para una persona ciega por el simple hecho de tocar las teclas, las funciones de estos equipos eran tan numerosas que suponía todo un reto el memorizarlas para poderlas ejecutar sin ver la pantalla. Con la incorporación de lectores de pantalla como TALKS y Mobile Speak, las personas ciegas y con baja visión lograron acceder por primera vez, a funciones básicas de comunicación mediante síntesis de voz. Tal como señalan expertos de la American Foundation

for the Blind, “TALKS proporciona salida de voz para casi todas las funciones del teléfono, incluidas las de contactos, identificación de llamadas, listas de llamadas, mensajería, correo electrónico, calendario, cámara, navegación web y más” (AFB, 2005, párr. 3, traducción propia), lo que representó un salto hacia la accesibilidad en dispositivos móviles para las personas con discapacidad visual.

Años más tarde, Nokia desarrolló su propia herramienta gratuita denominada Nokia Screen Reader (NSR), lanzada en 2011, con la cual “los usuarios pueden acceder a la información en sus teléfonos, incluidos contactos, registros de llamadas, mensajes y calendario, utilizando tecnología de conversión de texto a voz” (All About Symbian, 2011, párr. 2, traducción propia). Estos antecedentes demuestran que, mucho antes de la incursión de los smartphones en la era digital, ya existían soluciones que buscaban garantizar el derecho a la información a las personas con discapacidad visual, consolidando así el camino hacia los actuales desarrollos de aplicaciones móviles accesibles.

La rapidez con la que ha ido evolucionando la tecnología móvil, ha tenido un fuerte impacto en la forma con la que las personas hoy en día acceden a la información. Los teléfonos celulares han pasado de ser únicamente dispositivos para recibir llamadas, y se han convertido en herramientas multifuncionales capaces de realizar las mismas actividades que desde un computador, facilitando así el acceso inmediato a sus aplicaciones desde cualquier lugar con un dispositivo que tenga acceso a la red.

Inicialmente, el uso de un Smartphone por parte de una persona con discapacidad visual se consideraba impensable ya que, al tratarse de un dispositivo totalmente táctil – sin botones físicos perceptibles al tacto no existía la manera para que alguien que no pudiera ver la pantalla pudiera interactuar o tener control sobre sus funciones. No obstante, con la aparición de las

Tecnologías Asistivas este panorama cambió, y las personas ciegas por primera vez en su vida tuvieron un acercamiento con esta nueva tecnología, gracias al desarrollo de lectores de pantalla que fueron incorporados en los Sistemas Operativos de los dispositivos. La primera compañía referente en términos de accesibilidad es Apple, gracias a Michael Scott, un ingeniero ciego que se propuso diseñar un lector de pantalla que le permitiera escuchar su música favorita en el iPod sin depender de nadie. Es así como en el 2005 Apple marca un antes y un después en el campo tecnológico, pues su revolucionario invento incorporado en el sistema operativo iOS, les permitía a las personas con discapacidad visual disfrutar de todas sus funcionalidades desde el primer momento de su adquisición. Según el soporte técnico de Apple, con VoiceOver, un lector de pantalla basado en gestos se puede utilizar el iPhone incluso sin ver la pantalla. Esta herramienta ofrece descripciones por voz de lo que hay en la pantalla; por ejemplo, el nivel de batería, el nombre de quién llama, o el elemento sobre el que está colocado el dedo. También permite personalizar la voz de lectura de VoiceOver según las necesidades del usuario (Apple, 2025, párr. 2).

Tiempos más tarde los dispositivos con sistema operativo Android, también tuvieron su turno con la incorporación del lector de pantalla TalkBack. La primera versión de este lector fue lanzada por Google en 2009 y mejorada en los siguientes años con la instauración de la exploración táctil. TalkBack ofrece retroalimentación por voz para que el usuario pueda manipular el dispositivo sin necesidad de ver la pantalla, facilitando la interacción a través de gestos, y la lectura en voz alta del contenido que se toque, seleccione o active. (Google, 2024, párr. 1). Así, ambas herramientas se han convertido en las aliadas perfectas para que las personas con discapacidad visual puedan manipular un Smartphone con total autonomía.

Del mismo modo, en los últimos años se han llevado a cabo investigaciones que han evidenciado la importancia de las aplicaciones móviles como recurso fundamental para la inclusión y la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. En esta línea se encuentra el estudio de Sánchez García (2024), *Aplicaciones móviles para baja visión: impacto en la rehabilitación visual y mejora de la calidad de vida*, donde se presenta una revisión amplia de herramientas tecnológicas organizadas en distintas categorías: lectura y acceso a textos, descripción de imágenes, orientación y movilidad, asistencia remota y actividades de ocio. Dentro de las aplicaciones de lectura, se resaltan propuestas como Read2Go y Voice Dream, que permiten la personalización en voz, idioma y tamaño de fuente, así como la posibilidad de sincronizar el texto con su lectura en audio (Nwaeze, 2022; Borges & Mendes, 2018). A estas se suman otras opciones como BARD, Document Scanner o Newslines NFB, que facilitan el acceso a documentos, audiolibros y prensa escrita (Dockery & Krzystolik, 2020). De igual manera, trabajos más recientes destacan la versatilidad de Kibo y la masificación de plataformas como Audible para el consumo de audiolibros (Senjam et al., 2021). La revisión también resalta experiencias de asistencia colaborativa, entre ellas Be My Eyes, que a través de la conexión con voluntarios en tiempo real se ha consolidado como una de las soluciones más valoradas por su aporte a la vida cotidiana de esta población (Ávila, Wolf, Brock & Henze, 2016; Aruljyothi et al., 2021). Finalmente, se mencionan aplicaciones de ocio como Blind Mini Games o Blind Cricket, que integran dinámicas lúdicas mediante sonidos y contrastes visuales adaptados (Akkara & Kuriakose, 2019). El análisis realizado por Sánchez García evidencia que, a pesar del crecimiento de estas iniciativas, aún se presentan limitaciones vinculadas con la accesibilidad universal y la facilidad de uso, mostrando la necesidad de avanzar en desarrollos centrados en el usuario y en la reducción de barreras tecnológicas.

Para responder a estos retos, el referente más utilizado a nivel internacional es el de las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG, por sus siglas en inglés), reconocidas como el manual por excelencia para lograr el diseño inclusivo de plataformas y aplicaciones, aunque su cumplimiento aún no es total y presenta deficiencias en su aplicabilidad. Así lo demuestran Bhagat et al. (2023) quienes evaluaron diversas aplicaciones móviles asistivas para personas ciegas, con el fin de medir el grado de usabilidad y Experiencia de Usuario – UX durante su interacción con los lectores de pantalla VoiceOver y TalkBack. Las cuatro (4) aplicaciones evaluadas Seeing AI, Supersense, Envision y Lookout, están enfocadas en brindar a las personas con discapacidad visual una descripción del entorno en tiempo real, a través del uso de la Inteligencia Artificial y visión computacional, para que la interpretación del mundo y los objetos que los rodean sea algo más sencillo de entender e imaginar, dado a que estas aplicaciones están diseñadas para proveer información inmediata de contenido que solo es perceptible a la visión, como: descripción de textos impresos, identificación de objetos, reconocimiento de billetes, lectura de documentos, detección de rostros y orientación espacial básica, entre muchas otras funcionalidades. Los investigadores señalan en su estudio que, la evaluación no solo se centró en las pautas, sino también en los comentarios que se recopilaban de estos usuarios sobre los parámetros que cubren la precisión, el tiempo de respuesta, la confiabilidad, la accesibilidad, la privacidad, la eficiencia energética y la usabilidad de las aplicaciones (Bhagat et al., 2023, traducción propia). Las conclusiones de la investigación reafirmaron una vez más la insatisfacción de los usuarios por la incompatibilidad parcial que existe con los lectores de pantalla, y dejaron al descubierto la poca rigurosidad y exigencia con la que son implementados los criterios de accesibilidad en dichas aplicaciones.

En otra de las investigaciones realizada por Fuentes, Moreno y Díez (2022), se destaca que la “ONCE ofrece a sus 70.462 personas legalmente ciegas los recursos necesarios para la usabilidad de las TIC; sin embargo, la mayoría de individuos con discapacidad visual no cuenta con un sistema de apoyo similar” (traducción propia, p. 12), lo que indica que aunque en España se ha logrado consolidar un modelo de inclusión digital respaldado por la investigación y el desarrollo de tecnologías asistivas, no ha sido suficiente para que el resto de la población a nivel mundial adopte estas buenas prácticas y pueda contar con estos mismos privilegios.

Continuando con la revisión de literatura en el contexto Colombiano, se ha logrado encontrar antecedentes que evidencian iniciativas relacionadas con usabilidad y experiencia de usuario en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual; No obstante, la mayoría de ellos se enfocan en prototipos de aplicaciones que buscan dar solución a problemáticas muy específicas de la población, sin profundizar en estudios que permitan evaluar las herramientas existentes, las barreras a las que se enfrentan diariamente y el nivel de satisfacción de los usuarios finales. Un ejemplo claro de ello es el trabajo realizado en la universidad Distrital Francisco José de Caldas, donde los ingenieros Camargo y Murcia (2017) desarrollaron una aplicación móvil para facilitar la movilidad de personas ciegas en las calles; pero durante las etapas de diseño y desarrollo no se incluyeron pruebas sistemáticas de usabilidad, ni validación con la población objetivo. Lo mismo ocurrió en la universidad Cooperativa de Colombia, allí se desarrolló un trabajo de grado para diseñar una ‘aplicación móvil para la guía de personas con discapacidad visual’ (Ortega Correa, 2024), lo cual constituye un aporte importante al gremio para mejorar significativamente los desplazamientos y la identificación del entorno en lugares desconocidos; pero nuevamente, en este trabajo no se tomaron en cuenta las percepciones del usuario final.

De otro lado, cabe destacar el aporte realizado desde el Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, donde se documentó una metodología para realizar este tipo de evaluaciones considerando personas con discapacidad sensorial (De las que también hacen parte las personas con discapacidad visual) el proyecto está basado y sustentado bajo la norma NTC5854. Paniagua, Bedoya y Mera (2020), señalan que, en este trabajo se propone un método para la evaluación de usabilidad y accesibilidad para aplicaciones móviles, desarrollado en seis fases iterativas, las fases iniciales del método buscan asegurar el cumplimiento de los niveles de accesibilidad deseados según el W3C; seguidamente, se busca el cumplimiento de la usabilidad aplicando las fases restantes del método, obteniendo como resultados mejoras en cada iteración. Sin duda, este es un avance conceptual relevante, pero carece de aplicaciones prácticas en proyectos concretos dentro del país que integren a los usuarios en todas las fases del diseño y desarrollo.

Otros estudios como el reportado por Palacios Vanegas (2019), analizaron la aceptación de dispositivos móviles en personas con discapacidad visual, destacando que “los participantes muestran una disposición favorable hacia la adopción tecnológica” (p. 72); sin embargo, el alcance fue de carácter regional y exploratorio, orientado a la percepción más que a la experiencia de usabilidad de aplicaciones móviles en escenarios reales. Según lo explica Palacios Vanegas (2019), para la obtención de datos se aplicaron dos métodos. El primero fue una encuesta en línea que incluyó 31 participantes con baja visión o discapacidad visual en América Latina, enfocada en la accesibilidad que tienen estos a los teléfonos inteligentes en un país en vía de desarrollo; el segundo fue un panel de usuarios, realizado con tres participantes, en donde se recibieron opiniones en cuanto al uso de un modelo de representación de un dispositivo portátil

tipo brazalete, con dos simuladores de interfaces diferentes, que facilita a los discapacitados visuales la interacción con los dispositivos móviles. Los hallazgos se dirigen hacia una nueva línea de investigación, en el planteamiento de un diseño de un dispositivo vestible, con características especiales para un contexto en vía de desarrollo. Este es uno de los estudios más cercanos al presente proyecto, pues incluye evaluación directa con usuarios finales del país, ya que comparte el propósito de aplicar la tecnología a la vida diaria de las personas con discapacidad visual para mejorar su independencia, aunque contiene vacíos en la evaluación sistemática de la experiencia de usuario, aspecto que esta investigación busca abordar de manera más integral y profunda.

Más allá del papel que cumplen las Instituciones y gobiernos en la promulgación de leyes y políticas públicas, como se ha mencionado, el avance en materia de inclusión tiene sus cimientos en el desarrollo de la Tiflotecnología que abrió puertas a un gran número de productos y herramientas, mucho antes de que existieran las pantallas digitales.

En el marco de la accesibilidad digital, para que una aplicación móvil se considere inclusiva y sin barreras, los desarrolladores deben tener en cuenta aspectos relevantes que incluyen: Presentación de la información, tamaños y tipos de letra, contraste de colores y la inclusión de textos alternativos. En tal sentido, “Las personas con deficiencias sensoriales (visión, audición) y en función del grado de las mismas tendrán problemas con la presentación visual de la información, los tipos y tamaños de la letra, el contraste de colores, el color como información exclusiva, la información bajo soporte sonoro, etc.” (Bilbao & Miret, 2000, p. 8).

Pese a los avances anteriormente descritos, se identifican vacíos importantes que deben ser resueltos en aras de continuar trabajando por un camino de inclusión más sólido y equitativo, desde el ámbito de la discapacidad visual: En Colombia no existen estudios sistemáticos y

argumentados que midan integralmente la Experiencia de Usuario – UX y la usabilidad real de las aplicaciones móviles desarrolladas para este tipo de usuarios. La participación de la población objetivo en procesos de diseño, desarrollo validación y pruebas de usabilidad sigue siendo escasa, lo que conduce a soluciones que no responden a las necesidades puntuales del usuario final. Se ha podido observar que los pocos estudios, aunque toman como base la normativa actual y las pautas internacionales de accesibilidad digital, no son implementados con la rigurosidad y profundidad requerida.

El repaso por los antecedentes nacionales e internacionales permite reconocer avances importantes, pero también deja en evidencia que en Colombia aún queda un camino largo por recorrer en términos de inclusión. Las iniciativas encontradas aportan a la discusión y al desarrollo de futuras propuestas e investigaciones, y quedan lecciones aprendidas para que de ahora en adelante se integren de manera plena los usuarios en los procesos de diseño, y se estructuren evaluaciones sólidas cuyo alcance principal sea medir el impacto real de la tecnología en la vida cotidiana de las personas con discapacidad visual. De ahí que este proyecto investigativo adquiera relevancia al proponerse validar con rigor científico y normativo herramientas existentes que se encuentran al servicio de la población, pero que, en muchos casos no cumplen con el propósito para el cual fueron creadas, ya que su poca accesibilidad las convierte en obstáculos adicionales en lugar de soluciones efectivas. En tal sentido, avanzar hacia evaluaciones integrales como la que se efectuará en este proyecto, permitirá garantizar que desarrolladores e ingenieros cuenten con una herramienta de consulta confiable y fundamentada, orientada a la creación de aplicaciones móviles que respondan a las necesidades reales de accesibilidad, usabilidad y autonomía de las personas con discapacidad visual.

Marco Teórico

Evolución Histórica del Concepto de Discapacidad

El término discapacidad ha tenido múltiples conceptos a lo largo de la historia, y ha ido evolucionando en correspondencia con los cambios aptitudinales, sociales, culturales y científicos. En los orígenes, los primeros enfoques fueron de carácter Eugenesico, donde las personas con malformaciones o deficiencias no debían formar parte de la sociedad. Así lo manifiestan Barbosa Ardila, Villegas Salazar y Beltrán (2019), “en Occidente, inicialmente, los modelos de discapacidad fueron de tipo eugenésico, tal como demuestran, por ejemplo, las leyes de Licurgo en la Esparta del siglo IX a. C. que exigían que los recién nacidos con alguna malformación fueran arrojados desde lo alto del Monte Taigeto” (p. 100). Esta mirada asumía que, en sus orígenes la discapacidad no solo era estigmatizada, sino que propiciaba una exclusión extrema que llevaba incluso a no dejar vivir criaturas bajo estas condiciones.

Posteriormente, en la edad media los modelos de marginación continuaron perpetuando la inclusión de esta población, aunque esta vez regía la lógica moral y religiosa, que rezaba que un individuo no se le podía negar el derecho a vivir, y permitían que formaran parte de las familias; Aunque, eran considerados como una carga y se tenía una firme creencia de que no poseían capacidades para aportar a la sociedad. Además, se pensaba que su condición era consecuencia de algún pecado cometido por los padres, lo que reforzaba un imaginario de culpa y castigo que siempre llevaban sobre sus hombros; esto dio lugar para que se gestara una ligera concepción sujeta a la caridad y la mendicidad, que si bien generaba ciertos espacios de subsistencia, mantenía a esta población en los márgenes sociales y bajo una visión asistencialista más que de derechos (Barbosa Ardila, Villegas Salazar y Beltrán, 2019)

Así fueron disminuyendo considerablemente las medidas drásticas de exclusión, pero cobraron relevancia los centros de asilo, reformatorios y manicomios, donde recluían a las personas para que fueran protegidas pero marginadas del resto de la sociedad.

Pasaron varios siglos para que este concepto se transformara hacia un modelo biomédico, que predominó en gran parte del siglo XX. Para esta época, la discapacidad estaba relacionada con una consecuencia individual asociada a una enfermedad o deficiencia física sensorial o mental, y la persona que la padecía era vista como un paciente que debía superar dicha condición a través de tratamientos y rehabilitaciones, hasta alcanzar un estado casi que normal al resto de la población. En palabras de Barbosa Ardila, Villegas Salazar y Beltrán (2019), “el enfoque monocausal positivista termina favoreciendo la medicalización, la discapacidad y demanda más recursos” (p. 103).

Desde esta perspectiva, la discapacidad era vista como un problema clínico a corregir, dejando de lado otros factores que influían en la persona y hacían más visible su discapacidad. Además, al reducir la explicación de discapacidad únicamente a términos médicos, los riesgos de una medicación excesiva limitaban su participación plena en la sociedad, y generaban una alta demanda en recursos en salud, que resultaban ineficientes porque no se contaba con políticas de inclusión y accesibilidad que promovieran la igualdad de oportunidades, eliminaran barreras del entorno y garantizaran los derechos fundamentales de las personas con discapacidad.

Este panorama comenzó a cambiar con la publicación de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud, por sus siglas en inglés (ICF) promulgada por la Organización Mundial de la Salud – OMS en 2001. La ICF propuso grandes cambios de paradigmas, al superar la mirada exclusivamente clínica, introduciendo un modelo biopsicosocial. Engel (1977), creador del concepto, “propone que para comprender la enfermedad y la atención

en salud es necesario considerar simultáneamente las dimensiones biológicas, psicológicas y sociales” (p. 130, traducción propia)

Dicho planteamiento supuso una descentralización de enfoque netamente medicinal, y abrió la puerta para que la discapacidad fuera vista desde otro ámbito más inclusivo y humano. En coherencia con esta nueva visión, la OMS define que “la discapacidad es un término genérico que engloba las deficiencias, las limitaciones en la actividad y las restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre un individuo con una condición de salud y sus factores contextuales (factores ambientales y personales)” (OMS, 2001, p. 17).

A partir de esta definición, se reconoce que la discapacidad no está supeditada únicamente al factor médico, sino que surge de la interacción entre las características individuales y el entorno social, económico y cultural en el que vive la persona. La CIF también brinda un concepto muy claro y contundente que ilustra mejor como la discapacidad se percibe no desde la condición de la persona, sino desde las barreras que presenta el entorno, que no les permite una participación plena y equitativa en todos los espacios sociales. Por tanto, Colombia reconoce que las personas con discapacidad son todas aquellas que tienen deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás (Ministerio del Interior de Colombia, s. f., tomado de Ley 1346 de 2009). En tal sentido, la legislación nacional también adopta la definición propuesta por la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y establece un marco de referencia para el diseño de políticas públicas que promuevan la accesibilidad e igualdad de oportunidades de la población.

De este modo, mientras los enfoques eugenésicos y de marginación se caracterizaron por tener las personas aisladas y catalogarlas como seres de lástima y exclusión excesiva, los modelos médicos trataron de que los pacientes fueran mejorando con las terapias rehabilitadoras y medicamentos, y se destaca el modelo biopsicosocial, en el que el concepto fue comprendido desde un enfoque más amplio, englobando la discapacidad como una condición en la que la forma como se convive y se viven las experiencias, están directamente relacionadas con las barreras físicas y aptitudinales del entorno que imposibilitan un crecimiento integral de la persona.

Discapacidad Visual: Definición y Clasificación

En el marco del presente proyecto investigativo, la discapacidad que se aborda de manera específica es la discapacidad visual, por considerarse una de las condiciones que más inciden en la autonomía, interacción social y el acceso a la información en un país como Colombia. Su estudio cobra gran relevancia en un mundo cada vez más digitalizado, donde la mayoría de las actividades cotidianas como educación, comunicación, movilidad, compras, salud, ocio, dependen del uso de dispositivos y aplicaciones móviles con acceso a la red. Sin embargo, muchas de estas herramientas no están diseñadas siguiendo pautas de accesibilidad universal, para que personas ciegas o con baja visión puedan utilizarlas con total autonomía. En tal sentido, resulta fundamental definir que es discapacidad visual y cuáles son sus tipos de acuerdo al grado de visión, para darle una delimitación al objeto de estudio y proponer soluciones específicas en términos de usabilidad y Experiencia de Usuario – UX, al momento de interactuar con soluciones tecnológicas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la discapacidad visual como “una disminución de la capacidad visual que resulta de una enfermedad, traumatismo o condición

congénita, y que no puede corregirse completamente mediante tratamiento médico, quirúrgico ni con lentes convencionales” (World Health Organization, 2023, traducción propia). Esta definición pone de manifiesto que no se trata de un problema óptico fácilmente corregible, sino que es una condición que permanece pese a los avances e intervenciones médicos, que genera en el individuo que la padece modos diferentes para interactuar con el mundo que lo rodea, utilizando al máximo los demás sentidos para complementar lo que la visión no es capaz de transmitirle a través de sus ojos. Además, por ser una discapacidad tan recurrente a nivel mundial, la OMS resalta la necesidad de que los Estados, las instituciones y la sociedad en general, adopten medidas de inclusión y accesibilidad que eliminen barreras, para que cada día estas personas puedan llevar una vida completamente normal a la de los demás.

De acuerdo con la OMS, la discapacidad visual se clasifica en dos (2) categorías generales: Ceguera total y baja visión. En la ceguera total, Se considera ceguera a una agudeza visual menor de 3/60 en el mejor ojo con la mejor corrección posible, mientras que la baja visión se refiere a una agudeza visual inferior a 6/18 pero igual o superior a 3/60 en las mismas condiciones (World Health Organization, 2019).

Estas categorías ayudan a los profesionales a brindar un diagnóstico preciso sobre el tipo de discapacidad que padece la persona, con el fin de orientar la planificación de estrategias de inclusión, logrando diferenciar los grados de afectación visual en estos dos (2) grandes grupos a nivel poblacional. No obstante, La OMS ha considerado necesario hacer una clasificación más detallada basada en la agudeza visual, que permite medir el impacto funcional de la discapacidad, dependiendo de la distancia a la que una persona con vista normal debería ver un objeto. Por ejemplo, una persona con discapacidad visual leve solo podría percibir un objeto a 6 pies (1,8 metros) cuando una persona con visión normal lo vería a 12 pies (3,6 metros). Este criterio que

solo se consigue luego de una evaluación exhaustiva en el consultorio médico con equipos especializados, ayuda en gran medida a definir el grado de afectación de la visión y los ajustes razonables que deben establecerse para definir las intervenciones médicas, y favorecer los procesos de rehabilitación a nivel educativo y de accesibilidad para una inclusión plena en diversos entornos sociales. La fundación Adecco, hace referencia a las subcategorías de discapacidad que existen: leve, moderado, grave y ceguera: Leve: agudeza visual inferior a 6/12 o igual o superior a 6/18; Moderada: agudeza visual inferior a 6/18 o igual o superior a 6/60; Grave: agudeza visual inferior a 6/60 o igual o superior a 3/60; Ceguera: agudeza visual inferior a 3/60 (Fundación Adecco, 2023).

Así, una persona ciega enfrenta retos significativos para la movilidad y desplazamientos en lugares desconocidos, teniendo que hacer uso de herramientas como el bastón blanco, solicitar ayuda de personas o perros guías y tecnologías especializadas como los GPS accesibles y lectores de pantalla, para facilitar sus tareas diarias. Por su parte, las personas con baja visión al conservar alguna percepción visual pueden realizar actividades con una mayor independencia: Utilizan el bastón verde para guiarse en sus desplazamientos, lupas y filtros de contraste y aplicaciones de ampliación que les permite optimizar al máximo su resto visual y les ayuda a tener un mejor reconocimiento de su entorno y el acceso a la información de una manera más eficiente.

En consecuencia, abordar la discapacidad visual desde esta perspectiva integral, permite comprender que más allá de un déficit sensorial, la ausencia de visión no debe estar supeditada al aislamiento ni en actitudes de compasión; por el contrario, debe entenderse como un llamado a la reflexión para que las condiciones sociales y tecnológicas sean cada vez más accesibles, donde todos los individuos sin importar su condición puedan gozar de los mismos beneficios que el resto de la sociedad. Este proyecto investigativo se sitúa precisamente en esta lógica, pues tiene

como objetivo principal evaluar la accesibilidad de aplicaciones móviles desarrolladas para personas con discapacidad visual, para identificar las principales barreras que impiden su plena utilización por parte del usuario final.

Causas de la Discapacidad Visual

Las causas de la discapacidad visual son diversas, y pueden estar relacionadas con factores congénitos, adquiridas o deterioro de la visión por envejecimiento. Entre las causas congénitas se encuentran malformaciones o enfermedades genéticas que afectan al feto desde el vientre materno, y ocasionan daños irreversibles que destruyen la estructura ocular, como la retinopatía del prematuro, que es la principal causa de ceguera infantil en países desarrollados como Colombia. En este contexto, se implementa en todo el país el tamizaje neonatal como derecho de todos los recién nacidos: La ley 1801 de 2019 establece que “A todo recién nacido vivo se le debe realizar como mínimo un tamizaje neonatal básico, auditivo y visual” (Congreso de Colombia, 2019, art. 3).

De otro lado, las causas adquiridas ocurren a lo largo de la vida de la persona, gracias a un sinnúmero de morfologías que van apareciendo producto de otras enfermedades como la diabetes o accidentes. Las más comunes en la actualidad son las cataratas, glaucomas, degeneración macular y retinopatía diabética, o traumatismos o lesiones oculares que alteran la capacidad visual. Finalmente se tiene la pérdida de visión debido al envejecimiento: En ella los adultos mayores van experimentando pérdida de visión progresiva por degeneración de la retina, o la pérdida de elasticidad del cristalino del ojo que hace que las personas sean incapaces de enfocar objetos cercanos.

El análisis de las causas de la discapacidad visual permite dimensionar no solo la complejidad clínica y los diferentes tratamientos para ser abordadas, sino que también ayudan a

comprender de manera temprana las implicaciones que traen para el individuo, sus familias y sociedad en general. Entender los orígenes ya sean congénitos, adquiridos o por vejez, constituye un paso esencial para promover la detección temprana y minimizar complicaciones irreversibles que lleven a una ceguera total. Todos estos conocimientos se articulan para seguir sumando esfuerzos en salud pública, educación y tecnología, que fortalezcan acciones que garanticen la inclusión de las personas con discapacidad visual en el mundo actual.

Cifras y Contexto de la Discapacidad Visual en Colombia

En Colombia, la discapacidad visual representa la condición más prevalente dentro del conjunto de discapacidades, lo que representa a nivel social y gubernamental un reto importante para lograr una inclusión plena de toda esta población en el territorio nacional, con igualdad de condiciones, aprendizajes y oportunidades. Así lo demuestran los datos reflejados por el último Censo de Población y Vivienda realizado en 2018 por el Departamento Nacional de Estadísticas – DANE. En el país se reportaron 3.134.036 personas con algún tipo de discapacidad, equivalente al 7,1 % de la población, de las cuales 1.948.332 (62,17 %) presentan problemas de visión o ceguera absoluta, situando esta condición como la más frecuente a nivel nacional (INCI, 2020, p. 5).

En otras palabras, al menos 6 de cada 10 personas con discapacidad en Colombia enfrentan algún tipo de limitación visual una vez en su vida, dejando más agudo el panorama frente a otras discapacidades. Los datos muestran, además, que 1.885.773 personas viven con baja visión y aproximadamente 62.559 con ceguera total, cifras que reflejan una distribución semejante a las estimaciones internacionales de la OMS, donde la baja visión concentra cerca del 70 % de los casos frente a un 30 % atribuible a la ceguera (INCI, 2020, p. 6).

A nivel geográfico, la caracterización del INCI detalla que Bogotá concentra el 15,4 % de la población con discapacidad visual, seguida por Antioquia (10,9 %) y Valle del Cauca (8,6 %), lo que pone en evidencia desigualdades regionales en el acceso a diagnóstico y servicios especializados (INCI, 2020, p. 7).

En cuanto a los grupos etarios, la mayor proporción de personas con discapacidad visual se encuentra en la población de 19 a 59 años (47,8 %), seguida de los adultos mayores (40,3 %), siendo la niñez y adolescencia los grupos con menor prevalencia (INCI, 2020, p. 8).

Sin embargo, más allá de las cifras censales, estudios más recientes estiman que alrededor de 236.076 personas en el país viven con ceguera y más de 1.205.494 con discapacidad visual moderada a severa, lo que confirma la magnitud del reto y la necesidad de una respuesta integral (Oftalmoservicios, 2023).

En tal panorama, resulta fundamental destacar las labores de instituciones como el Instituto para Ciegos – INCI y el Centro de Rehabilitación para Adultos Ciegos – CRAC, que desde sus políticas misionales y su razón social, trabajan sin descanso para mejorar sustancialmente la calidad de vida de la población con discapacidad visual. Sus aportes están concentrados principalmente en la implementación de estrategias orientadas a visibilizar esta condición, promover la inclusión social y garantizar que las personas que presentan ceguera y baja visión, puedan desarrollar sus proyectos de vida sin barreras que impidan su libre autonomía.

El INCI como Entidad pública de orden Nacional es el encargado de diseñar políticas, planes y programas encaminados a mejorar la calidad de vida de la población ciega y con baja visión, en el marco del respeto por la diversidad. Su principal objetivo es fomentar una educación inclusiva en todo el territorio nacional, desarrollando materiales accesibles para que niños y

jóvenes incluso adultos, puedan acceder a la educación sin barreras. Por su parte, el CRAC genera un aporte más personalizado y vivencial, dedicado para que personas adultas por medio de procesos de rehabilitación, aprendan diferentes técnicas que les ayude en su autonomía. Desde el programa “Nadie sin rehabilitar”, que funciona desde el 2011, la Institución ha conseguido llegar a municipios de 28 departamentos, llevando programas de orientación y movilidad, orientación vocacional, servicios de apoyo psicosocial y desarrollo de habilidades para la vida diaria a 612 personas, impactando de manera directa familias de bajos recursos y de las zonas más apartadas del país. El CRAC también certificó a 61 nuevos tiflólogos (disciplina que estudia la educación, orientación, rehabilitación y adaptación de las personas con discapacidad visual) mediante su programa de Tiflogía para la Inclusión, una apuesta por formar profesionales capaces de acompañar procesos educativos y laborales de personas con discapacidad visual (ACIS, 2022).

En el informe de caracterización presentado por el INCI, también cabe destacar cifras que revelan datos interesantes respecto al acceso laboral y educativo de las personas con discapacidad visual. El informe muestra que “si se compara la cantidad de estudiantes del año 2017 con respecto al año 2018, se presenta un incremento de 1039 estudiantes con discapacidad visual” producto de los avances en inclusión educativa (INCI, 2020, p. 22).

Aunque aún persisten barreras tecnológicas y pedagógicas, actualmente estos enfoques han hecho posible una masiva participación en la apuesta que se tiene por disminuir la deserción escolar de la población. En el ámbito laboral, el documento no es muy alentador, pues advierte que la mayoría de esta población se concentra en actividades informales, lo que limita sus oportunidades de desarrollo profesional y acceso a ingresos dignos (INCI, 2020, p. 27).

Partiendo de estos hallazgos, es que el INCI y el CRAC unifican esfuerzos para seguir construyendo un país inclusivo desde todos los aspectos.

Tecnologías y Accesibilidad para Personas con Discapacidad Visual

El acceso a la tecnología constituye un factor determinante para todas las personas, independiente si tienen discapacidad o no. La transformación digital desmedida que se vive en la actualidad hace imprescindible que como mínimo se pueda acceder a un dispositivo móvil que permita la interacción social, el acceso a la información y los servicios.

Avances Históricos en Accesibilidad

Los avances tecnológicos para las personas con discapacidad visual han marcado un hito importante en su desarrollo, pues han abierto una puerta gigante para que a su manera y con ayuda tecnológica, puedan explorar el mundo con mayor facilidad, y puedan imaginar las maravillas que hay en él sin necesidad de ver. Antes de la llegada de la tecnología, estas personas vivían en absoluta oscuridad, y eran totalmente dependientes de sus familias para realizar sus tareas diarias. En términos de información, no tenían como leer, porque los métodos de lectura eran inaccesibles para ellos y quienes tenían la posibilidad acudían a terceros para escuchar las lecturas en voz alta, o a letras gigantes plasmadas en relieves rudimentarios que en ocasiones eran confusos al tacto. Esta perspectiva cambió con la invención del sistema de Lecto-Escritura Braille, diseñado por Louis Braille en 1.821, que, aunque no empleaba tecnología muy sofisticada, dio paso a la alfabetización de las personas ciegas en todo el mundo. Este sistema utiliza una serie de puntos en relieve que se organizan en celdas de 2 columnas y 3 filas, formando diferentes combinaciones que representan letras, números, signos de puntuación y símbolos matemáticos y científicos. Cada celda de braille puede tener entre uno y seis puntos en relieve, y las combinaciones de estos puntos permiten a los usuarios leer y escribir a través del tacto (Labrador Solís, 2008).

En cuanto a la movilidad y los desplazamientos, la ausencia de herramientas hacía que las personas con discapacidad visual tuvieran que enfrentarse diariamente a muchos obstáculos para poder salir de sus casas, incluso, tenían que depender exclusivamente de acompañantes que los guiaran en sus caminos. En 1930, la autonomía dio un giro sin precedentes con la invención del bastón blanco, que hasta la fecha sigue siendo la insignia por excelencia para la movilidad de las personas ciegas.

Con estos 2 avances significativos, las personas con discapacidad visual tuvieron visibilidad y se empezaron a tejer diferentes alternativas accesibles que contribuyeron a mejorar su autonomía e independencia. En tanto, con la llegada de la digitalización, se fueron ampliando aún más las opciones para que las personas con discapacidad visual continuaran fomentando su autonomía y desarrollo.

Accesibilidad y Autonomía en la Era Digital

Actualmente gracias a los lectores de pantalla, las aplicaciones móviles y los entornos accesibles, estas personas pueden incluirse interactuando con todas las personas y las tecnologías, dejando a un lado la discapacidad. Así, por ejemplo, pueden hacer uso autónomo de un computador y de un dispositivo móvil como cualquier persona del común, pueden leer textos impresos y desplazarse a lugares desconocidos guiados por GPS accesibles.

En este sentido, queda claro que antes de la tecnología, la población con discapacidad visual vivía aislada y dependiente, mientras que en la actualidad la accesibilidad más que una obligación se constituye en un derecho tangible que potencia la autonomía.

Desigualdades y Retos Actuales

Como en todo panorama, se pueden ver desigualdades reflejadas en los países menos desarrollados, donde en pleno siglo XXI, aún esta población sigue luchando y alzando la mano por falta de atención. Aquí se refuerza la necesidad de que se consoliden políticas públicas que puedan llegar a poblaciones minorías, carentes de recursos y zonas apartadas para que la equidad sea de todos y para todos.

Cuando se habla de accesibilidad, no se está haciendo énfasis únicamente a la eliminación de barreras físicas, sino que está ligada estrechamente a la manera como la sociedad percibe, acepta e interactúa con una persona bajo esta condición. En gran medida, las barreras aptitudinales inciden fuertemente en inequidad y falta de oportunidades, por concepciones erróneas que se tienen sobre la discapacidad visual, que no les permite reconocer las capacidades y potencialidades de estos individuos, reduciendo su existencia únicamente a la carencia de algún sentido, y no a la persona como ser integral que piensa, actúa y quiere ser parte activa de su propio mundo, sin barreras que la limiten. Así lo afirma la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, donde se promulga que, “la accesibilidad es un requisito indispensable para que las personas con discapacidad puedan vivir de forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida” (Naciones Unidas, 2006, art. 9).

Lo anterior implica que la accesibilidad en la actualidad deja de entenderse como un favor o un acto de caridad y compasión, para convertirse en una herramienta que permitirá transformar estas realidades en oportunidades reales de inclusión y desarrollo. En esa misma dirección, el presente proyecto busca aportar desde el campo de la Usabilidad y la Experiencia de Usuario – UX, entendiendo que la tecnología no solo debe facilitar tareas y simplificar procesos, sino que también debe ofrecer al usuario final accesibilidad y sencillez para que la experiencia de interacción se convierta en algo positivo y satisfactorio al usuario final. Logrando desmitificar

que la accesibilidad no implica dejar a un lado el diseño y lo estético, sino que se trata de articularlos para en conjunto, diseñar productos que puedan ser utilizados de manera autónoma por cualquier persona sin importar condición.

El concepto de tiflotecnología y su evolución

Mencionar el año exacto en el que surge el término tiflotecnología es difícil de precisar, los fragmentos académicos sugieren que inició aproximadamente en el año de 1.791, con el desarrollo de un prototipo de una máquina parlante diseñada por Wolfgang Von Kempelen, que fue capaz de articular y transmitir frases sencillas con una voz similar a la humana. Más tarde, en 1.841, aparece el raígrafo de Foucault, que consistió en una herramienta capaz de imprimir caracteres en relieve para que las personas ciegas pudieran leer a través del tacto, todas estas ideas brindadas por Louis Braille con las que buscaba establecer un método de comunicación eficaz entre personas invidentes. Estos 2 instrumentos constituyen la base de lo que hoy conocemos como tiflotecnología, que ha sido la fuente inspiradora para que las personas con discapacidad visual puedan tener autonomía y una mejor calidad de vida.

El término tiflotecnología fue reconocido e incorporado en el Diccionario de la Real Academia Española en 2008, como “El estudio de la adaptación de procedimientos y técnicas para su utilización por los ciegos” (RAE, s. f.). Con el fin de clarificar su alcance, resulta pertinente analizar a profundidad cada uno de los componentes del término tiflotecnología: La palabra tiflotecnología proviene de la unión del término griego tiflos (ciego) y tecnología (tratado o estudio de las técnicas), por lo que la etimología deja claro su propósito inicial: La adaptación y accesibilidad de las tecnologías de la Información y Comunicaciones y demás recursos tecnológicos, para que puedan ser aprovechados en igualdad de condiciones por personas ciegas.

En las primeras evoluciones tiflomecánicas, los dispositivos que existieron fueron netamente manuales como regletas y punzones, bastones y máquinas para la escritura en Braille, que aunque era muy complejo su uso y demandaban mucho tiempo y papel, era la única forma de comunicación con la que contaban las personas ciegas.

Luego llegan la microelectrónica y la electricidad en el siglo XX y con ella, la invención de nuevos aparatos para reducir la manualidad y mejorar la comunicación. El Optacon, desarrollado por John Linvill y el Stanford Research Institute en 1.971, convierte los signos impresos en tinta en una vibración táctil, en relieve, para que e ciego perciba con el dedo índice cuando la cámara pasa por el texto (Tecnología Adaptada, 2014).

La introducción de la informática personal – PC, trajo consigo nuevos retos para que las personas ciegas pudieran utilizarlas, dando lugar para que IBM en 1.986 desarrollara el IBM Screen Reader, considerado como el primer lector de pantalla para ciegos en el mundo, con el que más tarde se desarrollaron los lectores actuales. Según Knowbility (2021), el IBM Screen Reader funcionaba con el sistema operativo de escritorio (DOS) basado en texto. Inicialmente, solo estaba disponible en IBM. Jim y su equipo continuaron el desarrollo y lanzaron el IBM Screen Reader/2 para sistemas operativos gráficos como Windows 95 e IBM OS/2.

En la década de 1990 nace JAWS como el lector de pantalla líder en accesibilidad, por la incorporación de múltiples herramientas como macros y doble cursor para la navegación en interfaces gráficas propias de los sistemas operativos Windows, que empezaban a ganar mercado. A lo largo de los años JAWS ha ido evolucionando al paso de los Sistemas Operativos y el surgimiento de nuevas interfaces y herramientas, lo que lo consolida como el software preferido por millones de personas ciegas como sus ojos en el ordenador, para trabajar, estudiar, ocio, lectura, entre muchas otras funcionalidades. Su finalidad es hacer que ordenadores personales que

funcionan con Microsoft Windows sean más accesibles para personas con alguna minusvalía relacionada con la visión. Para conseguir este propósito, el programa convierte el contenido de la pantalla en sonido, de manera que el usuario puede acceder o navegar por él sin necesidad de verlo (Perú Accesible, 2009).

No obstante, su complejidad y múltiples funciones como salida para líneas Braille, hizo que el Software fuera propietario y sus licencias tuvieran alto costo. Esto supuso limitaciones para que países e instituciones de bajos recursos pudieran adquirirlo, generando una brecha en la disponibilidad de tecnologías asistivas en gran parte de Latinoamérica. Debido a estas falencias, varios gobiernos en sus políticas inclusivas generaron estrategias para proveer a las personas con discapacidad e instituciones públicas y privadas de este Software tan necesario para el acceso a la información para personas ciegas. En Colombia, el programa ConVerTIC, una iniciativa del Ministerio TIC, ha priorizado la inclusión digital al distribuir gratuitamente licencias para softwares tiflotécnicos como JAWS (lector de pantalla) y ZoomText (ampliador visual), en línea con el derecho constitucional a la autonomía educativa, laboral y social (Ministerio TIC – ConVerTIC, 2025).

De ahí surge la necesidad de desarrollar un software al que pudieran acceder todas las personas, y Michael Curran en 2006, entrega a la comunidad ciega el NVDA (NonVisual Desktop Access), un lector de pantalla gratuito y de código abierto programado en Python. Recibió tanta acogida que al siguiente año, junto con un compañero de estudio crearon la fundación sin ánimo de lucro llamada NV Access, para coordinar su desarrollo y dar soporte al producto. NVDA ha sido traducido por personas voluntarias a más de 55 idiomas, y utilizado por gente en más de 175 países. También ha ganado múltiples premios (NVDA en español, s. f.).

Expansión de la Tiflotecnología hacia la Tecnología Móvil

A finales de la década de 2000, comienza la expansión de la tecnología móvil a través de los celulares, y varias compañías realizaron sus propios desarrollos, con el fin de no excluir las personas con discapacidad visual de sus productos. Es así como la empresa Code Factory implementó en sus teléfonos aplicaciones con síntesis de voz para que los usuarios pudieran interactuar en dispositivos con Sistema Operativo Symbian. Tiempos después, en 2009 se dio el gran salto a la accesibilidad tecnológica desde Apple, cuando la compañía incorporó por primera vez en el iPhone 3GS, el apartado de accesibilidad donde se incluía el lector de pantalla VoiceOver para personas ciegas. VoiceOver no solo leía en voz alta todo el contenido en pantalla, sino que introdujo un sistema de gestos multitáctiles específicamente diseñados para usuarios ciegos, permitiendo interactuar con pantallas táctiles que antes eran prácticamente inaccesibles (Apple, 2009).

Android siguió sus pasos y también se propuso crear su propio lector, así por el mismo año lanzó TalkBack, y tras su éxito, lo introdujo definitivamente en la Android Accessibility Suite, para que pudiera ser activado en todos los dispositivos. Las investigaciones demuestran que estas herramientas continúan mejorando y adaptándose a los retos que impone la tecnología y el desarrollo de nuevos contenidos. Con el tiempo, tanto VoiceOver como TalkBack incorporaron mejoras como descripciones automáticas de imágenes mediante IA, lectura de documentos PDF complejos, y compatibilidad con dispositivos braille mediante Bluetooth, cerrando la brecha entre ordenadores y móviles en términos de accesibilidad, brindando a estas personas la posibilidad de consultar información y describir fotografías (tan comunes en la actualidad) sin ayudas adicionales.

Pero la tiflotecnología no solo se ha preocupado por brindar productos accesibles a nivel informático y digital, su término va mucho más allá y tiene otra mirada desde un enfoque más

funcional y cotidiano. En este apartado también es válido mencionar, dispositivos que aunque no son informáticos, ocupan la atención de la población con discapacidad visual, por considerarse necesarios y útiles para todas las personas. Se trata de dispositivos adaptados para reemplazar la ausencia de visión por medio de voz, o con señales táctiles que permiten que las personas ciegas y con baja visión puedan entenderlos y utilizarlos sin necesidad de verlos. Estas herramientas son indispensables para conseguir una mayor autonomía personal, seguridad, movilidad e inclusión social, y son valorados inmensamente por la población debido a las múltiples ventajas que ofrecen. Como ejemplo podemos mencionar los bastones blancos electrónicos, que evolucionan del tradicional bastón de orientación incorporando sensores ultrasónicos o de infrarrojos para detectar obstáculos a diferentes alturas y advertir mediante vibraciones o señales sonoras; los relojes parlantes y en braille, que permiten consultar la hora y la fecha, y programar alarmas sin depender de la vista; las balanzas de cocina parlantes, útiles para preparar alimentos con el tiempo exacto de cocción. Para el autocuidado, existen termómetros digitales parlantes que anuncian verbalmente la temperatura corporal, además de mostrarla en números grandes para facilitar su lectura a personas con baja visión. También están disponibles tensiómetros automáticos parlantes, que combinan una pantalla clara y numérica con voces que anuncian la presión arterial medida, alertando al usuario sobre los resultados—lo que permite mayor independencia en el seguimiento de la salud cardiovascular (Dispositivos, Fundación Barcelona Macula, s. f.).

También se destacan productos como los etiquetadores en braille y los lectores de códigos de barras, que permiten etiquetar e identificar objetos y alimentos de manera autónoma; así como los juegos adaptados (cartas en braille, tableros táctiles o dados parlantes y plataformas con

juegos por medio de sonidos), que no solo cumplen una función recreativa, sino también social, al fomentar la interacción inclusiva con familiares y amigos en los tiempos libres.

En espacios públicos también se cuenta con líneas en alto relieve llamadas podotáctiles que ayudan en la ubicación, y la señalización táctil en el sistema Braille. Estas adaptaciones constituyen un recurso clave para garantizar la autonomía y seguridad de las personas con discapacidad visual en entornos cotidianos: En elevadores, edificios públicos, centros comerciales y transporte público, estas señales permiten identificar pisos, puertas, servicios e incluso rutas de evacuación, todo a través del tacto y sin necesidad de asistencia visual (Senaletica Braille, s. f.)

Existen además dispositivos hápticos portátiles, como el prototipo BrailleBand, una pulsera vibratoria conectada por Bluetooth a un smartphone, que permite leer mensajes mediante pulsaciones en braille sobre el antebrazo; esto abre una vía de comunicación especialmente útil en movilidad o contextos donde el audio no es viable (Savindu et al., 2019).

Para finalizar, en el entorno sanitario también se han diseñado recursos tiflotécnicos orientados a garantizar la seguridad clínica y la autonomía personal del paciente con discapacidad visual. El sistema ScripTalk, desarrollado por la empresa En-Vision America en Estados Unidos a finales de la década de 1990, surge con el propósito de ofrecer a personas ciegas o con baja visión un acceso seguro a la información de sus tratamientos farmacológicos. La herramienta funciona mediante el uso de etiquetas RFID adheridas a los frascos de medicamentos, que contienen información detallada como el nombre del fármaco, la dosis, la frecuencia de consumo, la fecha de vencimiento y el médico prescriptor. Al acercarse el frasco a un lector parlante o a una aplicación móvil accesible, la información se reproduce en audio, lo que permite al usuario confirmar de manera independiente qué medicamento debe tomar y en qué cantidad. Esta

tecnología, que ha sido adoptada por farmacias y cadenas de distribución en Estados Unidos y Canadá, ha recibido reconocimiento por parte de instituciones como la U.S. Veterans Administration, al reducir riesgos asociados con la confusión de medicamentos o la sobredosificación accidental, problemas frecuentes en pacientes con discapacidad visual o adultos mayores polimedicados (AARP, 2021, traducción propia).

A lo largo de su evolución, la tiflotecnología ha pasado de ser un conjunto de dispositivos mecánicos incipientes a consolidarse como un ecosistema de soluciones digitales y móviles de alta complejidad, lo que la posiciona como un campo indispensable para avanzar en inclusión y equiparación de oportunidades. Esta transformación tecnológica ha configurado entornos cada vez más accesibles y ha generado cambios profundos en la vida de las personas con discapacidad visual. En la actualidad, no solo cuentan con computadores y teléfonos móviles accesibles, sino también con un amplio repertorio de herramientas y recursos especializados que contribuyen a suplir, en gran medida, las necesidades derivadas de la falta de visión, favoreciendo así su autonomía y participación plena en la sociedad.

VoiceOver y TalkBack como referentes de Accesibilidad Táctil para Personas con Discapacidad Visual

Los lectores de pantalla VoiceOver y TalkBack para dispositivos móviles, son actualmente la voz de quienes no pueden ver la pantalla de un Smartphone, constituyéndose en la herramienta indispensable para que las personas ciegas puedan manipular un dispositivo completamente liso sin percepciones al tacto ni botones físicos.

Gestos y Funciones Exclusivas en VoiceOver

VoiceOver desde sus inicios, ha incorporado gestos únicos que lo han consolidado en términos de accesibilidad como uno de los lectores más sólidos y eficientes del mercado. Los gestos multitáctiles fueron diseñados exclusivamente para personas ciegas: Entre los más utilizados se destaca el denominado Magic Tap, que consiste en hacer 2 toques en la pantalla con 2 dedos, para habilitar funciones sin necesidad de ubicar un botón específico en la pantalla, por ejemplo: Reproducir o pausar música o video, tomar una foto con la cámara, iniciar o detener una grabación, o iniciar o detener el cronómetro (Apple, s. f.-a)

Otro recurso distintivo y propio del VoiceOver es el rotor, un gesto circular realizado con 2 dedos que se asemeja a un dial o rueda digital, en la que se encuentran diversas funciones que el usuario siempre tendrá a la mano cada vez que las requiera: Al girar 2 dedos como si se tratara de una perilla física, podrá ajustar configuraciones tales como el volumen, la velocidad del habla, el uso de tonos o pronunciaciones fonéticas, la repetición de escritura o la lectura de la puntuación y la navegación por enlaces y encabezados (Apple, s. f.-b).

Innovaciones y Gestos Característicos de TalkBack

TalkBack por su parte, también desarrolló gestos innovadores que cautivaron la atención de muchos usuarios ciegos, entre otras cosas, porque fue integrado en múltiples marcas y dispositivos que funcionan bajo el sistema operativo Android. Sus avances consideran el uso de 2 y 3 dedos para realizar textos personalizables como abrir notificaciones y gestionar diferentes menús. Los desarrolladores de TalkBack pensaron en la L como un gesto fácil de recordar y realizar, asignándole de varias maneras funciones claves para un desempeño más eficiente. En las notificaciones el usuario realiza un gesto en L invertida (deslizar hacia la derecha y luego hacia abajo) que abre un menú para acceder rápidamente a las notificaciones y configuraciones del teléfono. En otra L (deslizar un dedo hacia abajo y luego a la derecha) es posible abrir el menú

global de TalkBack, para buscar configuraciones sin tener que entrar directamente al apartado, como copiar la última frase hablada, activar la lectura continua desde el punto actual, silenciar temporalmente la retroalimentación por voz, abrir el menú de configuración rápida o incluso pausar y reanudar TalkBack sin salir de la aplicación (Google, s. f.-a).

La posibilidad de concentrar en un solo gesto el acceso a estas herramientas evita la navegación prolongada por menús y aumenta la eficiencia del uso cotidiano, especialmente en situaciones donde la rapidez y la discreción son fundamentales. Además, desde Android 11, es posible asignar funciones específicas a gestos con dos, tres o hasta cuatro dedos, por ejemplo: deslizar tres dedos hacia la derecha para leer desde la posición actual, deslizar tres dedos hacia abajo para ir al inicio del documento, o mantener presionados tres dedos para pausar la retroalimentación de voz.

Comandos Universales de Accesibilidad

Aunque ambos lectores ofrecen la personalización y gestos que los hacen únicos, han optado también por compartir comandos para facilitar una transición más fluida entre plataformas, y garantizar cierta estandarización en la Experiencia de Usuario – UX. Por ejemplo, basta con deslizar un dedo hacia la derecha o la izquierda para que el lector verbalice el elemento siguiente o anterior; Si se desliza un dedo hacia arriba o hacia abajo cambia la forma de navegación pudiendo moverse por caracteres, palabras, líneas, encabezados, enlaces, ETC; Otros 2 gestos universales tienen que ver con el desplazamiento con 3 dedos para desplazarse entre páginas, y el doble toque con un dedo para accionar un elemento.

Calidad de las Voces en Lectores de Pantalla

Otro punto destacable en los lectores, son sus voces, esas que le hablan permanentemente a los usuarios ciegos lo que tocan en la pantalla. Ambos se han esforzado por ofrecer voces de calidad que se asemejen a la humana, que pronuncien clara y pausadamente al momento de hacer lectura: VoiceOver permite seleccionar entre diferentes voces de Siri y voces premium de alta calidad, disponibles en múltiples idiomas y dialectos, además de ajustar parámetros como la velocidad de lectura, la entonación o el timbre, de manera que la experiencia auditiva pueda personalizarse según preferencias o necesidades específicas (Apple Support, s. f.-c).

En cambio TalkBack, se integra con el motor Google Text-to-Speech y otros motores externos como Vocalizer o Acapela, ofreciendo también voces en diversos idiomas, géneros y calidades, con la posibilidad de modificar la velocidad y el tono de lectura. (Google Accessibility, s. f.-a). En versiones recientes, Google incorporó voces neuronales más naturales, basadas en inteligencia artificial, lo que mejora la comprensión y reduce la fatiga auditiva en sesiones de uso prolongado, con un tono más suave y agradable.

Descripción de Imágenes y Objetos

VoiceOver incorpora desde el Sistema Operativo iOS 10 la opción Image Descriptions, con la que los usuarios pueden obtener descripciones automáticas de fotografías o elementos gráficos, y más adelante incluyó Screen Recognition, que ayuda a los usuarios a navegar por aplicaciones poco accesibles, generando etiquetas descriptivas para botones, emoticones y menús. Así, “Con VoiceOver, puedes escuchar descripciones de lo que aparece en tus imágenes, desde objetos hasta paisajes y personas”] (Apple, s. f.-e, párr. 1, traducción propia)

Por ejemplo, en una fotografía al pasar el dedo por ella, VoiceOver dirá: persona rubia sonriendo al aire libre, lo que hace que el usuario recree en su mente la escena.

Por su lado TalkBack aunque se demoró un poco para incluir esta función, integra el servicio Google Lookout y el sistema de Imagen descriptiva en TalkBack basado en Google Lens, que amplía las posibilidades de interpretación por parte del usuario invidente. TalkBack puede describir imágenes en aplicaciones y en la web, ayudándote a comprender fotos, gráficos y elementos sin etiqueta”] (Google, s. f.-c, párr. 2, traducción propia).

Al igual que VoiceOver también describe ampliamente fotografías y elementos sin etiqueta, permite identificar productos, y reconocer texto que se encuentra dentro de una imagen a través del reconocimiento de caracteres – OCR.

En síntesis, VoiceOver y TalkBack han revolucionado la manera como las personas con discapacidad visual interactúan con un dispositivo móvil, ofreciendo desde acciones muy básicas como responder a una llamada, explorar la pantalla o simplemente escuchar la hora, Hasta soluciones más complejas como leer un documento o hacer transacciones en internet, consultar las noticias y el correo electrónico. Estas herramientas sin duda siguen demostrando que la accesibilidad si es posible, y que se debe perseverar en el camino para que la discapacidad visual deje de ser un limitante y se transforme en sinónimo de oportunidad e innovación inclusiva.

De los Móviles con Teclado a los Smartphones Táctiles Accesibles

Las primeras aproximaciones de accesibilidad en dispositivos móviles, se dio con la llegada de aplicaciones externas que permitían por síntesis de voz la posibilidad de que personas con discapacidad visual pudieran manipular un teléfono celular de manera independiente: Talks, Mobile Speak y más tarde Nokia Screen Reader, se podían instalar en dispositivos Nokia con sistema operativo Symbian, para convertir el teléfono celular en un sistema hablado que anunciaba a sus usuarios ciegos funciones básicas como llamadas, calendario, contactos y mensajes de texto (Funciones propias de los primeros celulares con teclado físico).

Apple y el Salto hacia la Accesibilidad Nativa

El verdadero salto tecnológico que dio origen a la accesibilidad que se tiene actualmente, se produjo en 2009 cuando la compañía Apple, decide apostarle a la accesibilidad, e incluir por primera vez a las personas con discapacidad visual como usuarios que también podían beneficiarse de sus productos, a través del lector de pantalla VoiceOver. El iPhone 3GS fue el Smartphone que incorporó el VoiceOver de forma nativa, integrándolo directamente en su Sistema Operativo iOS: Este lector, “lee en voz alta lo que aparece en la pantalla del iPhone 3GS, permitiendo a los usuarios con discapacidad visual realizar llamadas, leer correos electrónicos, navegar por páginas web, reproducir música y ejecutar aplicaciones”] (Apple, 2009, párr. 15, traducción propia).

Este hecho supuso un giro en el diseño de tecnologías accesibles, pues a partir de ese momento la accesibilidad dejó de ser un recurso externo dependiente de software adicionales, para convertirse en un componente estructural del Sistema Operativo, donde la persona con discapacidad visual tiene su dispositivo completamente accesible, logrando de manera autónoma encenderlo y utilizarlo desde el primer momento que lo saca de la caja, Sin tener que esperar personas con visión que se lo configuren y le instalen el lector sin costos adicionales.

Apple con su novedoso invento fue influenciador para las demás industrias y personas del común, que veían como un dispositivo de alta gama también estaba pensado para personas con discapacidad visual; sin embargo, la falta de recursos económicos impedía que muchas personas tuvieran la posibilidad de adquirirlo. Así fue como la accesibilidad empezó a tomar fuerza, y se posicionó como un criterio de innovación e inclusión.

La Llegada de TalkBack y la Democratización de la Accesibilidad

Por este mismo año, Google también incursionó en este mundo tecnológico y lanzó su propio lector de pantalla denominado TalkBack. Este lector se caracterizó por ser una aplicación gratuita que al igual que VoiceOver, brinda retroalimentación por voz a los usuarios con Sistema Operativo Android, y al estar integrado directamente al sistema fue adoptado por diversas marcas de dispositivos, como Samsung, Motorola o Huawei, garantizando así un acceso inclusivo sin necesidad de instalar software adicional. Aunque en sus inicios se limitaba a funciones básicas de lectura de texto, TalkBack evolucionó rápidamente gracias a la instauración de la exploración táctil y la integración de gestos personalizados, ampliando sus capacidades de interacción con aplicaciones, menús y contenidos en pantalla (Google, s. f.-a).

Este desarrollo equiparó la accesibilidad hacia otros entornos más económicos y diversos, y consolidó las bases para que todo Sistema Operativo cuente con un lector de pantalla propio que garantice la accesibilidad a personas con discapacidad visual.

Así se describe el tránsito histórico desde dispositivos Symbian con teclado físico, hasta Smartphones táctiles iPhone Android actuales, que marcaron un cambio profundo en la manera como las personas con discapacidad visual forman parte activa de una era tecnológica, de la que, al principio parecían excluidos, pero que hoy en día son igual de protagonistas como cualquier persona del común que utiliza un dispositivo móvil.

Usabilidad y Experiencia de Usuario – UX en Aplicaciones Diseñadas para Personas con Discapacidad Visual

La Usabilidad y Experiencia de Usuario – UX en aplicaciones móviles que han sido diseñadas exclusivamente para personas con discapacidad visual, constituyen un eje fundamental en el desarrollo de tecnologías accesibles, pues en la práctica, no basta con que una aplicación sea

funcional, sino que se debe garantizar que sea eficiente, que la persona pueda utilizarla autónomamente y que la interacción genere en el usuario sentimientos de satisfacción y bienestar. Según Nielsen (1994), “La usabilidad se mide en función de atributos como el aprendizaje, la eficiencia, la memorabilidad, la prevención de errores y la satisfacción”. En esta línea, la Usabilidad es el primer filtro técnico que debe cumplirse con rigor en las etapas de diseño y desarrollo, para garantizar que una aplicación pueda ser aprendida y utilizada con consistencia y fluidez por usuarios ciegos, sin que ello implique hacer grandes esfuerzos mentales para entender su manejo en procesos complejos.

La Experiencia de Usuario más allá de la Accesibilidad Técnica

Por su parte, la Experiencia de Usuario – UX trasciende lo meramente funcional, pues de ella depende su independencia y autonomía, ya que la interacción se realiza por medio de lectores de pantalla y otras tecnologías de asistencia como líneas braille y síntesis de voz externos, lo que exige un diseño centrado en garantizar accesibilidad y consistencia en cada aplicación desarrollada. Sin embargo, que una aplicación sea accesible, no siempre garantiza que ofrezca una Experiencia de Usuario – UX positiva en su totalidad: Puede catalogarse como accesible porque cumple con un nivel de conformidad mínimo (A), pero seguir resultando confusa, lenta y un poco difícil para manejar. Según lo expresado en las pautas de accesibilidad, “aunque cumplir con el nivel A es un buen punto de partida, este nivel por sí solo a menudo no es suficiente para proporcionar una experiencia de usuario completa y satisfactoria” (Accesibilidad Web, s. f., párr. 4).

Para cerrar esa brecha tecnológica, se propuso el desarrollo del presente proyecto, que centra su investigación no sólo en buscar accesibilidad técnica, sino en recolectar elementos que ayuden en la construcción de una Experiencia de Uso real, con sentido y satisfacción, donde los

usuarios con discapacidad visual tengan protagonismo y sean promotores de mejoras, partiendo de sus propias vivencias y experiencias vividas a través del día a día.

Principios de Usabilidad y UX Aplicados al Diseño Accesible de Aplicaciones Móviles para Personas con Discapacidad Visual

En el contexto del diseño accesible, la usabilidad adquiere un papel central al garantizar que las personas con discapacidad visual puedan interactuar con las aplicaciones móviles de manera autónoma y eficiente. Así cobra relevancia en Usabilidad, un estricto cumplimiento de pautas y normativas que exige interfaces eficientes, coherentes y comprensibles, compatibles con lectores de pantalla y tecnologías asistivas. Según lo establecido por la W3C (2025), La usabilidad en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual se fundamenta en los principios reconocidos por las Pautas de Accesibilidad para Contenido Web (WCAG 2.1), que establecen un marco técnico basado en cuatro principios fundamentales: que la interfaz sea perceptible, operable, comprensible y robusta (POUR), lo cual asegura que los contenidos puedan ser percibidos, entendidos y utilizados correctamente por todos los usuarios, independientemente de sus capacidades, (traducción propia).

Así, se considera que una aplicación es perceptible, cuando la información puede ser captada sin depender de la vista. Por ejemplo, en las imágenes se deben incluir textos alternativos que brinden una pequeña descripción para que el usuario pueda saber de qué se trata, los videos deben tener explicación auditiva y el lector debe estar en la capacidad de verbalizar notificaciones emergentes o globos de texto para alertar a los usuarios sobre algún mensaje importante; El principio de operable exige que todas las funciones de la aplicación puedan ser manipuladas mediante el lector de pantalla. Aquí se incluye la navegación secuencial mediante

gestos táctiles (Con mensajes como: deslizar a la derecha para pasar al siguiente elemento y doble toque para seleccionar), la implementación de atajos por teclado externo para simplificar procesos y compatibilidad para dar órdenes por comandos de voz, de manera que ninguna función quede excluida por el lector de pantalla, ni inaccesible por requerir clics precisos en la pantalla. Este enfoque técnico se basa en el uso de etiquetas semánticas correctas (como <button>, <header>, <nav>), una jerarquía clara de encabezados y descripciones alternativas para imágenes, gráficos y botones, de modo que lectores de pantalla como VoiceOver y TalkBack los interpreten sin ambigüedades (World Wide Web Consortium, 2025).

Cuando se habla de comprensible, se hace referencia a que tanto la interfaz como los mensajes deben ser claros y predecibles para el usuario. Por ejemplo, la aplicación debe tener los botones etiquetados con palabras claras que indiquen la acción a realizar (Siguiente, enviar, OK) y que las instrucciones de un proceso sigan una secuencia lógica con indicaciones directas para el usuario, indicando su finalización exitosa o con errores; Por último, el principio de robusto se encarga de asegurar que la aplicación sea compatible con los lectores de pantalla como VoiceOver o TalkBack, garantizando que la aplicación tenga un funcionamiento fluido incluso al actualizarse.

Además, desde la experiencia técnica, una UX sólida reduce la carga cognitiva al ofrecer consistencia en la navegación, retroalimentación clara sobre el estado del sistema y mecanismos que previenen errores, aspectos que resultan cruciales cuando el usuario no cuenta con señales visuales claras (W3C, 2025).

No obstante, la Usabilidad se complementa con los principios de Experiencia de Usuario – UX, que aportan una perspectiva centrada en la interacción cotidiana de las personas con discapacidad visual cada vez que manipulan aplicaciones móviles. De acuerdo con la norma ISO

9241-210 (2019), la UX abarca “las percepciones y respuestas de una persona que resultan del uso o uso anticipado de un producto, sistema o servicio” (p. 3). Dejando claro que una aplicación no debe ser únicamente operable y eficiente, sino que debe ir más allá, generar confianza y promover autonomía a través de la resolución de necesidades puntuales para las que fueron diseñadas.

De esta manera, la accesibilidad no se limita únicamente al cumplimiento de pautas, sino que se traduce en experiencias de interacción más intuitivas, seguras y eficientes para que las personas con discapacidad visual puedan desenvolverse en igualdad de condiciones, sintiéndose verdaderamente incluidas, seguras y satisfechas al momento de interactuar con una aplicación, como lo hace cualquier persona del común.

Involucramiento de Usuarios Con Discapacidad Visual en el Diseño y Evaluación de Aplicaciones Móviles

La inclusión activa de los usuarios con discapacidad visual en los procesos de diseño y evaluación es un componente esencial para que las soluciones tecnológicas sean funcionales y verdaderamente efectivas. Cuando se desarrollan aplicaciones centradas en las necesidades de esta población, en muchas ocasiones las barreras de accesibilidad suelen pasar desapercibidas por desarrolladores y evaluadores, dado a que se limitan únicamente al desarrollo técnico, y son las mismas personas que desde su uso diario logran identificarlas. De acuerdo con el World Wide Web Consortium (W3C, s. f.), integrar a personas con discapacidad en las fases tempranas de diseño y pruebas permite evitar malentendidos, reducir costos de corrección en etapas avanzadas y producir soluciones que respondan a contextos de uso reales (Traducción propia). Además, se

evita que las aplicaciones queden en desuso o sean abandonadas por la población objetivo, debido a la falta de accesibilidad o a una experiencia poco agradable.

Beneficios de un Enfoque Centrado en el Usuario

Con este enfoque no sólo se evalúan los requisitos técnicos y funcionales de las aplicaciones, sino que los ingenieros pueden por un momento experimentar y comprender como los usuarios con discapacidad visual interactúan con lectores de pantalla de una manera tan natural y sencilla, siempre que no existan barreras que impidan su autonomía.

Investigaciones recientes afirman la importancia de involucrar la población desde fases tempranas de desarrollo, pues se han visto logros significativos en aplicaciones que hoy en día, son plenamente valoradas por su accesibilidad y excelente Experiencia de Usuario. Además, el enfoque centrado en el usuario fortalece no solo la eficiencia técnica, sino también la motivación de los equipos de desarrollo, quienes al observar las experiencias reales de los usuarios comprenden el impacto humano de su trabajo (W3C, s. f.).

Ejemplos de colaboración exitosa: Seeing AI y Lookout

Cabe destacar que hoy en día se encuentran ejemplos claros de este trabajo colaborativo entre desarrolladores / Población objetivo, como las aplicaciones Seeing AI de Microsoft y Lookout de Google, ambas diseñadas y ajustadas con la participación directa de personas con discapacidad visual desde sus fases de diseño y desarrollo.

Seeing AI, surgió en 2017, como respuesta a la necesidad que existía en las personas con discapacidad visual para describir escenas, personas, imágenes y billetes porque los lectores de pantalla no tenían esta posibilidad. Con esta aplicación diseñada como una cámara parlante, se obtiene información precisa y en tiempo real del entorno y de todo lo enfocado por medio del

dispositivo: Durante sus pruebas iniciales, Microsoft trabajó con grupos de usuarios ciegos que validaron la precisión de las descripciones y sugirieron mejoras en la forma de presentar la información (Microsoft, 2023).

Lookout también hizo lo propio tomando observaciones de usuarios ciegos y con baja visión, pues esta aplicación utiliza visión por computadora para identificar productos, escanear y leer documentos impresos, reconocer colores y describir escenas en tiempo real. Estas aplicaciones alcanzaron gran aceptación precisamente porque no se limitaron a cumplir requisitos de accesibilidad, sino que evolucionaron con base en el feedback continuo de quienes las iban a utilizar en su vida diaria, logrando convertirse en herramientas que apoyan la educación, la movilidad urbana y la participación social (Google, 2023).

Aplicaciones en Educación y Banca Digital

El involucramiento de personas con discapacidad visual en este tipo de pruebas para aplicaciones móviles ha cobrado cada vez mayor relevancia por las razones anteriormente expuestas: Sectores como la banca digital y la educación virtual, consideran estas pruebas de Usabilidad de gran importancia para desarrollar productos donde toda la población quede incluida, sin necesidad de hacer reprocesos. En estos contextos donde se requiere la ejecución exitosa de procesos sensibles, como la autenticación, las transferencias o la navegación en plataformas y contenidos educativos, resulta fundamental poderlos llevar a cabo de una manera segura y sin contratiempos.

Así se puede evidenciar en estudios documentados en entornos universitarios que recogen este tipo de experiencias. La Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, por ejemplo, desarrolló el proyecto Iris, que “se enfocó en el diseño e implementación de un entorno virtual de

aprendizaje accesible, apoyado en herramientas tiflotecnológicas que permitieran a los estudiantes con discapacidad visual acceder en igualdad de condiciones a los procesos académicos” (UNAD, s. f., p. 6).

Como resultado, “Se realizaron ajustes de accesibilidad en la plataforma Moodle, incorporando lectores de pantalla, etiquetas semánticas y descripciones alternativas, con el fin de mejorar la experiencia de navegación de los estudiantes con discapacidad visual” (UNAD, s. f., p. 7).

Dichos ajustes no habían sido percibidos inicialmente por los desarrolladores, ya que estaban centrados en otros aspectos técnicos, sin considerar ciertos elementos que para una persona ciega resultan determinantes para lograr interacciones más cómodas y eficientes.

Así mismo se opera en plataformas bancarias, donde varios bancos han reconocido a los usuarios con discapacidad visual como clientes con poder adquisitivo que también generan actividad económica. De acuerdo con Lopes, Façanha y Viana (2022), en su análisis sobre la accesibilidad de aplicaciones móviles bancarias en Brasil, “se detectaron un total de 653 violaciones en todas las apps... incluyendo componentes de interfaz sin descripción textual” (p. 1). Este tipo de hallazgo motivó que varios bancos internacionales emprendieran mejoras específicas —como etiquetado correcto de botones, compatibilidad con lectores de pantalla como VoiceOver y TalkBack, y opciones de autenticación biométrica accesible— para permitir que personas con discapacidad visual realizaran operaciones financieras de forma más autónoma, segura y eficiente, con los propios usuarios como principales veedores del proceso.

Barreras de Accesibilidad en Aplicaciones Móviles Para Población con Discapacidad Visual

Las aplicaciones móviles constituyen una herramienta fundamental para que las personas con discapacidad visual puedan comunicarse con el resto del mundo en igualdad de condiciones; Sin embargo, frecuentemente los usuarios tienen que enfrentarse con barreras de accesibilidad que les impiden interactuar de manera autónoma y satisfactoria con cierta aplicación. El World Wide Web Consortium (W3C, 2018), a través de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1), establece principios y criterios que permiten identificar y reducir estas barreras, reconociendo cinco categorías principales:

Barreras Perceptuales

En la primera categoría se encuentran las barreras perceptuales, que están relacionadas con la dificultad que tienen las personas con discapacidad visual para interpretar y comprender ciertos contenidos por la falta de información sensorial, como la descripción alternativa en imágenes, íconos o gráficos, así como contrastes deficientes entre texto y fondo que no permiten que una persona con baja visión pueda visualizar el contenido. Según la Web Accessibility Initiative (WAI, 2019), estas deficiencias impiden que lectores de pantalla transmitan adecuadamente la información, y afectan también a personas con baja visión que requieren configuraciones de alto contraste. Así, las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1) del W3C establecen que todo contenido visual debe contar con descripciones textuales y cumplir con criterios mínimos de contraste para garantizar su legibilidad.

Barreras de Interacción y Navegación

En la segunda categoría se clasifican barreras de interacción y navegación, que corresponden a obstáculos que limitan el desplazamiento por la aplicación libremente. La

imposibilidad para realizar gestos, botones sin etiquetar o no accionables que limitan la selección de controles o menús, y la exploración táctil no lineal, afectan directamente en el desplazamiento por la pantalla. Según Horton y Quesenbery (2014), estos problemas dificultan que los usuarios ciegos interactúen con la aplicación de manera autónoma, ya que dependen del feedback auditivo y háptico para orientarse y ejecutar tareas con éxito. Garantizar un diseño coherente, con etiquetado adecuado y una navegación predecible, permite una experiencia más eficiente y satisfactoria. Según las directrices del Gobierno de España (2020), los flujos de navegación deben ser lineales y predecibles, evitando estructuras que requieran exploración visual o gestos complejos que no puedan ser replicados por usuarios con discapacidad visual. La retroalimentación háptica y sonora cumple un rol esencial en la orientación dentro de la aplicación, permitiendo al usuario saber cuándo ha realizado una acción correctamente o cuándo se requiere una corrección.

Barreras Técnicas o de Compatibilidad

La tercera categoría aborda las barreras técnicas o de compatibilidad, que se dan cuando una aplicación no se integra adecuadamente y no es compatible con los lectores de pantalla TalkBack y VoiceOver. Esto genera que el lector de pantalla no sea capaz de interpretar y brindar al usuario por medio auditivo las opciones que presenta la aplicación. La ISO 9241-171:2008 sobre accesibilidad en software advierte que la falta de interoperabilidad con estas herramientas constituye una limitación crítica, pues impide que la información sea verbalizada o que los comandos táctiles se interpreten de forma adecuada.

La cuarta categoría estudia las barreras de contenido y comprensión, que implican estructuras semánticas deficientes, como encabezados mal formulados, listas, formularios sin etiquetas, tablas sin marcas o mensajes de error que no pueden ser leídos por el lector de pantalla

de manera correcta para informar a los usuarios. estas carencias incrementan la carga cognitiva y generan frustración al impedir que los usuarios construyan un mapa mental coherente de la aplicación. Las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1) del World Wide Web Consortium (W3C) establecen que el contenido debe ser comprensible y estructurado semánticamente para facilitar su interpretación por tecnologías de asistencia. Esto incluye el uso correcto de etiquetas HTML, roles ARIA, y la presentación clara de instrucciones, estados y retroalimentación. La Web Accessibility Initiative (WAI) también enfatiza que una buena semántica no solo mejora la accesibilidad, sino que también optimiza la experiencia de usuario en dispositivos móviles, donde el espacio visual y la interacción táctil son más limitados.

Barreras Contextuales

La quinta y última categoría se encarga de las barreras contextuales, en las que se evalúan los diferentes entornos en los que se utiliza la aplicación y las condiciones propias del usuario. Para el usuario con discapacidad visual, el entorno juega un papel determinante para un uso correcto de la aplicación. La WAI (2019) advierte que una interfaz con tiempos de espera cortos, ausencia de confirmaciones auditivas o dependiente de condiciones de iluminación puede excluir a usuarios con discapacidad visual en situaciones de movilidad o uso en espacios públicos. La WCAG 2.1 recomiendan diseñar interfaces que sean tolerantes al error, que permitan pausas o extensiones de tiempo, y que ofrezcan múltiples formas de interacción para adaptarse a distintos entornos de uso.

Identificación de Barreras Recurrentes en Aplicaciones Móviles para Población con Discapacidad Visual

La identificación de las barreras más recurrentes que enfrentan las personas con discapacidad visual al usar aplicaciones móviles es un paso fundamental para garantizar que los productos desarrollados puedan ser mejorados, y puedan cumplir con su función principal de inclusión y autonomía. Esto permite que los nuevos desarrollos no repitan los mismos errores ni dejen estas barreras sin resolver. Aunque existen lineamientos internacionales como las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1) del W3C (2018), muchas aplicaciones fallan en su implementación práctica, reproduciendo errores comunes que afectan la usabilidad.

Estudios de accesibilidad evidencian que aplicaciones de uso cotidiano como transporte, banca y redes sociales suelen presentar interfaces visuales densas, con elementos no etiquetados, navegación no lineal y retroalimentación limitada (Gobierno de España, 2020). Incluso algunas aplicaciones que han sido diseñadas específicamente para la población ciega, que buscan atender sus necesidades particulares, en ocasiones, no generan experiencias satisfactorias ni completamente accesibles. La identificación de estas barreras no necesariamente tiene que hacerse siguiendo un documento normativo, solo basta con implementar pruebas de usabilidad con la población con discapacidad visual, y documentar los hallazgos y sugerencias que surgen directamente con la interacción, que dejan al descubierto obstáculos invisibles para los desarrolladores. Las auditorías de accesibilidad también ayudan en esta tarea al realizar pruebas automatizadas, mediante el uso de herramientas especializadas que arrojan de manera inmediata las falencias encontradas, el porcentaje de afectación y posibles mejoras para corregirlas. Además, la comparación entre aplicaciones del mismo contexto y uso, permiten detectar patrones recurrentes como la incompatibilidad con lectores de pantalla, la ausencia de retroalimentación

por medio de sonidos, o la dependencia excesiva de estímulos visuales imperceptibles por el lector. Estas barreras no son aisladas, sino estructurales: se repiten porque el diseño no contempla la interacción en escenarios reales con usuarios ciegos o con baja visión, mediante el uso de lectores de pantalla como VoiceOver o TalkBack. La norma ISO 9241-171 (2008) advierte que la interoperabilidad con estas herramientas es esencial, pero en la práctica, muchas apps no permiten una navegación fluida ni una verbalización completa del contenido. Además, la Web Accessibility Initiative (WAI, 2019) señala que el contexto de uso —como la movilidad, el ruido ambiental o la iluminación— influye directamente en la accesibilidad; Sin embargo, pocas aplicaciones se adaptan para eliminar estas barreras. Identificar estas falencias no solo implica reconocer fallos técnicos, sino entender que la exclusión digital ocurre cuando el diseño ignora la diversidad funcional. Por tanto, el análisis de patrones recurrentes debe ir más allá del cumplimiento normativo y enfocarse en transformar la experiencia digital en una vivencia realmente inclusiva.

Se vuelve entonces indispensable que el equipo de diseñadores y desarrolladores incorporen en sus cronogramas procesos de validación continua con usuarios finales. De esta manera se podrán realizar los ajustes requeridos antes de que la aplicación salga a producción, o en etapas tempranas de uso cuando todavía es posible corregir barreras que impidan una interacción plena y satisfactoria. Este enfoque permite priorizar los problemas más críticos, para lograr una Experiencia de Usuario – UX autónoma, significativa e independiente.

Persistencia de Barreras en el Diseño de Aplicaciones Móviles

Diversas investigaciones han evidenciado que a pesar de los avances en tecnologías asistivas y en la adopción de criterios de accesibilidad, persisten barreras significativas en el diseño de aplicaciones móviles, entre las más frecuentes se encuentran la ausencia de etiquetas en

botones y elementos interactivos, el uso de contrastes insuficientes en la interfaz, la complejidad en la navegación y la falta de compatibilidad con lectores de pantalla como VoiceOver y TalkBack. Bartosińska, 2024 (citado en González, Canales & Ordenes, 2025) identificó en un estudio de accesibilidad en dispositivos móviles un total de 68 problemas recurrentes, entre los principales se destacan las dificultades en la escritura con teclados virtuales y la dependencia de interacciones basadas en gestos, las cuales limitan la autonomía de los usuarios.

Por su parte, Visser (2024) evaluó la accesibilidad de 50 aplicaciones líderes en cinco sectores: comida y entrega, pagos, fitness, compras y streaming; sus resultados mostraron que el 72 % de las experiencias analizadas presentaban barreras significativas, lo que derivaba en abandono de procesos, desinstalación de aplicaciones e insatisfacción generalizada de los usuarios. Entre los problemas más críticos se encontraron la omisión de etiquetas para lectores de pantalla, la falta de soporte para escalamiento de fuentes y la casi total incompatibilidad con la orientación horizontal.

Adaptación de las WCAG al Entorno Móvil

En cuanto al marco normativo, el referente internacional más reconocido son las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG), cuya adaptación al contexto móvil se presenta en la guía WCAG2Mobile, este documento incorpora criterios de éxito relevantes de WCAG 2.1 y 2.2, como la orientación de la pantalla, el contraste no textual, la identificación del propósito de los campos de entrada, la adaptabilidad del contenido, la interacción mediante gestos y la claridad en los mensajes de estado. No obstante, la misma guía advierte que muchas de las técnicas desarrolladas en WCAG 2.0 tienen aplicación limitada en aplicaciones nativas y frameworks multiplataforma (p. ej., Flutter o React Native), lo que genera una brecha entre la norma y la práctica (W3C Group, 2025).

Finalmente, Scott, 2023 (citado en González, Canales & Ordenes, 2025) señala que, a pesar de estas limitaciones, las personas con discapacidad visual han ido sustituyendo ayudas tradicionales por dispositivos móviles convencionales, lo que confirma la importancia de avanzar en el diseño accesible. Sin embargo, la evidencia también muestra que el cumplimiento parcial de los estándares dificulta alcanzar una experiencia verdaderamente inclusiva, lo que hace necesario fortalecer los procesos de desarrollo y validación de accesibilidad en aplicaciones móviles.

Marco Jurídico Internacional

La accesibilidad digital se fundamenta no únicamente en lineamientos técnicos como las WCAG, sino también en un conjunto de normas y políticas internacionales y nacionales que buscan garantizar el ejercicio de derechos y la inclusión plena de las personas con discapacidad en entornos digitales.

En el ámbito internacional, la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD), adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2006, constituye el marco jurídico más relevante. Su artículo 9 establece la obligación de los Estados Parte de adoptar medidas para garantizar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones, a la información y las comunicaciones, incluidas las tecnologías digitales, promoviendo la eliminación de obstáculos y la implementación de ajustes razonables (PNUD, s.f.).

Normativas Europeas

En países Europeos, se destacan varias disposiciones normativas, como la Directiva (UE) 2016/2102 que obliga a los Estados miembros a garantizar la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones móviles del sector público, mediante requisitos mínimos comunes, mecanismos de

seguimiento y sistemas de reclamación para los usuarios (Parlamento Europeo y del Consejo, 2016). En España, esta directiva se materializó en el Real Decreto 1112/2018, que regula el cumplimiento de accesibilidad en portales web y aplicaciones públicas, extendiendo su alcance a la Administración General, autonómica y local, así como a la Administración de Justicia (BOE, 2018). Más recientemente, la Ley 11 de 2023 incorporó al ordenamiento jurídico español nuevas disposiciones de accesibilidad universal para productos y servicios digitales, incluyendo terminales de autoservicio, servicios bancarios, comercio electrónico, transporte, redes sociales y aplicaciones móviles, consolidando así una regulación integral (BOE, 2023).

Por otra parte, la norma europea EN 301 549, adoptada por el ETSI, constituye el estándar técnico de referencia para garantizar la accesibilidad en productos y servicios TIC, abarcando sitios web, aplicaciones móviles, software y documentos digitales con el objetivo de homogeneizar las exigencias entre los sectores público y privado (ETSI, 2014).

Marco Normativo Colombiano

En Colombia, la accesibilidad digital encuentra sustento en la ratificación de la CDPD (Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad) mediante la Ley 1346 de 2009 que reconoce la obligación del Estado de adoptar medidas pertinentes para eliminar barreras y garantizar el acceso de las personas con discapacidad a las TIC en condiciones de igualdad (Ministerio de Protección Social, 2009). Esta normativa se complementa con la Ley 1618 de 2013, que establece disposiciones específicas para asegurar el ejercicio pleno de los derechos de las personas con discapacidad. En su artículo 14, la ley reconoce la accesibilidad digital como un componente esencial de la igualdad material, obligando a entidades públicas y privadas a implementar ajustes razonables en el entorno físico, la información y las comunicaciones, incluyendo las TIC (Ministerio de Protección Social, 2013).

Por su parte, la Resolución 1519 de 2020 expedida por el Ministerio TIC, estableció lineamientos concretos de accesibilidad web para el sector público en Colombia. Esta resolución obliga a cumplir los estándares WCAG 2.1 en nivel AA en todos los procesos de diseño, rediseño y actualización de portales y aplicaciones electrónicas del Estado, marcando un avance significativo en la institucionalización de la accesibilidad digital como política pública (MinTIC, 2020).

Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG)

Además de las normativas nacionales e internacionales, es fundamental destacar los lineamientos técnicos globales que sirven de referencia directa para el diseño accesible de contenidos digitales como las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG), conocido como el estándar más utilizado a nivel internacional, estas fueron elaboradas por el World Wide Web Consortium (W3C) en cooperación con organizaciones y expertos de todo el mundo, las WCAG proporcionan un marco unificado para garantizar que la información contenida en páginas y aplicaciones web (ya sea texto, imágenes, sonidos o código estructural) sea accesible para las personas con discapacidad (W3C, 2025).

Las WCAG se organizan bajo cuatro principios: perceptibles, operables, comprensibles y robustas, cada uno se desarrolla en directrices y criterios de éxito medibles, dichos criterios se dividen en tres niveles de conformidad (A, AA y AAA), lo que permite a desarrolladores, diseñadores, autoridades y empresas establecer metas progresivas de accesibilidad digital. En este sentido, las versiones WCAG 2.0 (2008), 2.1 (2018) y 2.2 (2023, con actualizaciones hasta 2025) mantienen compatibilidad retroactiva, de modo que cumplir con la versión más reciente implica también satisfacer las anteriores (W3C, 2025).

Accesibilidad Web y Experiencia Móvil

La accesibilidad web no puede desligarse de la experiencia móvil, en este ámbito, estudios técnicos destacan que los dispositivos actuales integran herramientas nativas de accesibilidad como TalkBack en Android o VoiceOver en iOS, que permiten a usuarios con discapacidad visual interactuar mediante gestos, lectores de pantalla y otras funciones específicas, sin embargo, se ha resaltado la importancia de aplicar buenas prácticas de diseño receptivo, garantizar controles táctiles accesibles, evitar restricciones de zoom y reducir la carga de escritura en formularios con el fin de que la accesibilidad web se mantenga plenamente en contextos móviles (MDN, 2025).

Uso de Dispositivos Móviles por Personas con Discapacidad Visual

El uso de dispositivos móviles por parte de personas con discapacidad visual ha aumentado de manera significativa en la última década, en gran medida gracias a la integración de tecnologías de asistencia y al desarrollo de aplicaciones específicas que buscan suplir las necesidades de autonomía, comunicación y acceso a la información. La literatura evidencia que estas soluciones, y, pese a que se han evidenciado avances importantes en términos de inclusión, aún se enfrentan limitaciones de diseño y usabilidad que comprometen la experiencia de los usuarios.

En el contexto latinoamericano, Mansilla, Lescano y Costaguta (2015) llevaron una revisión sobre la accesibilidad en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual, en su estudio identificaron problemas recurrentes asociados al uso de lectores de pantalla, la interacción con mapas digitales, la escritura en teclados virtuales y la privacidad de las salidas de voz sintetizada, como respuesta, propusieron estrategias basadas en software libre, incluyendo la realimentación vibro-táctil en teclados, el uso de audio y vibración para la exploración de mapas

(caso de TouchOver Map y PointNav), y combinaciones de audio y vibración personalizables para la navegación en interfaces.

En el ámbito internacional, Sánchez García (2024) recopiló y analizó aplicaciones móviles dirigidas a personas con baja visión, destacando su impacto en la rehabilitación visual y la mejora de la calidad de vida. Entre las más relevantes se encuentran aplicaciones de magnificación como SuperVision+ Magnifier, weZoom y Magnifying Glass with Light, así como herramientas basadas en inteligencia artificial, como Sullivan+, Seeing AI y Eye-D las cuales permiten reconocimiento de texto, objetos y rostros. Asimismo, aplicaciones de lectura como Read2Go, Voice Dream y BARD han demostrado ser eficaces en la integración de audiolibros, braille digital y personalización de la experiencia lectora. Los hallazgos muestran que, aunque la oferta de aplicaciones es amplia y diversa, muchas de ellas carecen de validaciones empíricas rigurosas y presentan barreras de uso asociadas a la complejidad de las interfaces, los costos de adquisición o la falta de compatibilidad con dispositivos más antiguos.

Estos estudios evidencian que la accesibilidad en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual no depende únicamente de la incorporación de tecnologías de asistencia, sino también de la calidad del diseño centrado en el usuario, la validación continua en contextos reales y la integración de criterios normativos internacionales como las WCAG.

Políticas de Accesibilidad en Colombia

A partir de lo anterior, es importante revisar cómo Colombia ha venido desarrollando programas y políticas en materia de accesibilidad, contrastándolos con modelos internacionales más avanzados que ofrecen aprendizajes y referentes valiosos. En el caso de Colombia, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ha liderado iniciativas como ConVerTIC, un programa pionero en América Latina que, desde su implementación, ha

transformado la vida de más de 200.000 personas con discapacidad visual. Su aporte más significativo ha sido la provisión gratuita e ilimitada de dos herramientas esenciales: JAWS, un lector de pantalla, y ZoomText, un magnificador, que han facilitado la inclusión digital, educativa, social y laboral de personas ciegas y con baja visión. Estas acciones han demostrado el compromiso del Estado por reducir las brechas tecnológicas y garantizar el acceso a derechos fundamentales mediante el uso de TIC (Ministerio TIC, 2024). No obstante, aunque el impacto del programa es evidente, su alcance se ha concentrado en la entrega de licencias de software, sin incorporar mecanismos sistemáticos de verificación de accesibilidad en servicios digitales públicos y privados lo que limita su potencial como política integral de accesibilidad digital.

Modelo Español de Accesibilidad

En contraste, el modelo español, encabezado por la Fundación ONCE, ha avanzado hacia un enfoque más estructural e institucionalizado a través del sello de accesibilidad A-Tech, donde certifica diversos productos y servicios tecnológicos (como televisores inteligentes, ordenadores, teléfonos móviles, cajeros automáticos, videojuegos y plataformas digitales) quienes cumplen con los requisitos establecidos en la norma europea EN 301 549, que constituye el estándar técnico de referencia en accesibilidad TIC, este sistema de certificación no solo ofrece garantías reales a los usuarios con discapacidad sobre la idoneidad de los productos que adquieren o utilizan, sino que también otorga un valor diferencial a las empresas desarrolladoras, incentivando a la industria a adoptar criterios de accesibilidad desde las etapas tempranas de diseño y desarrollo. Al integrar la accesibilidad como atributo de calidad tecnológica, el modelo español trasciende la provisión de ayudas individuales y promueve un ecosistema digital accesible de manera sostenible y verificable (Fundación ONCE, s.f.).

Comparación Colombia - España

A partir de esta comparación, es evidente que mientras en Colombia los esfuerzos se han centrado principalmente en la entrega de soluciones asistivas a la población usuaria, en España se avanza hacia la consolidación de un marco de certificación y estandarización que abarca tanto al sector público como al privado. Esto revela un vacío en el caso colombiano, donde aún no se cuenta con un sistema rígido de auditoría ni con sellos de calidad que garanticen la accesibilidad de los productos y servicios TIC que circulan en el mercado. El aprendizaje derivado del modelo español radica en la necesidad de evolucionar los programas focalizados, como ConVerTIC, hacia políticas más amplias que integren la accesibilidad como un criterio obligatorio de innovación tecnológica, competitividad empresarial y garantía de derechos.

Dimensión Social, Ética y Legal de la Accesibilidad Digital

La accesibilidad digital constituye mucho más que un aspecto técnico del diseño de aplicaciones y dispositivos se trata también de un elemento con profundas implicaciones sociales y éticas. En la actualidad, la participación en la vida social, económica y cultural está mediada por la tecnología, de modo que excluir a un grupo de personas por la falta de accesibilidad equivale a reforzar desigualdades estructurales ya existentes. En el caso de las personas con discapacidad visual, el acceso a entornos digitales inclusivos significa la posibilidad de desarrollar autonomía, ejercer sus derechos fundamentales y participar de manera plena en la sociedad de la información. Como lo señala el Libro Blanco de Tecnología Móvil Accesible (Grupo Fundosa, 2021), la accesibilidad debe asumirse como un componente central del Diseño para Todos, entendida como la creación de entornos digitales que funcionen en igualdad de condiciones para cualquier usuario independientemente de sus capacidades.

De acuerdo con lo anterior, la accesibilidad digital tiene una dimensión ética, social y legal que no se puede ignorar: Ética, porque responde a un principio de justicia y respeto por la dignidad humana, ya que reconoce la diversidad de usuarios y promueve la igualdad en el acceso a las oportunidades. Social, porque su implementación contribuye a reducir la brecha digital, previniendo nuevas formas de exclusión que afectan a grupos históricamente marginados, como las personas con discapacidad visual o las personas mayores. Y legal, porque tanto en el ámbito internacional como nacional existen marcos normativos que obligan a los Estados y a las empresas a garantizar entornos digitales accesibles. Como sostienen Mansilla, Lescano y Costaguta (2015), gran parte de los problemas de accesibilidad en aplicaciones móviles se originan en la falta de comprensión de los desarrolladores frente a cómo los usuarios ciegos interactúan con las pantallas táctiles; de allí que sea indispensable un enfoque de diseño centrado en el usuario que priorice la diversidad desde el inicio de los procesos tecnológicos.

Impactos Sociales de la Accesibilidad Digital

Cabe resaltar que la accesibilidad digital genera impactos directos en la autonomía, la inclusión y la participación social de las personas con discapacidad visual. La evidencia muestra que cuando las tecnologías móviles incorporan criterios de accesibilidad, los usuarios pueden realizar tareas cotidianas como comunicarse, desplazarse, estudiar o trabajar sin depender de intermediarios, incrementando su independencia y fortaleciendo su integración en distintos entornos sociales. No obstante, cuando estas condiciones no se cumplen, surgen consecuencias negativas como frustración, temor a equivocarse, resistencia al uso de dispositivos móviles y la necesidad de transportar equipos secundarios como respaldo (Mansilla, Lescano & Costaguta, 2015). Por este motivo, garantizar la accesibilidad no solo mejora la experiencia de uso, sino que

también se convierte en una estrategia para fortalecer la empleabilidad y asegurar que las tecnologías contribuyan de manera efectiva a la calidad de vida de todas las personas.

Soluciones Tecnológicas Disponibles para Personas con Discapacidad Visual

Un aspecto importante en el análisis de la accesibilidad digital es la identificación de las soluciones tecnológicas actualmente disponibles para personas con discapacidad visual en dispositivos móviles, entre las más utilizadas se encuentran los lectores de pantalla, como TalkBack en Android y VoiceOver en iOS, que permiten la interacción mediante retroalimentación auditiva la cual facilita la navegación por gestos táctiles (Senjam, Manna & Bascaran, 2021). A estas se suman aplicaciones de reconocimiento de texto como Seeing AI o Envision AI, que convierten en voz la información capturada por la cámara del dispositivo, ampliando las posibilidades de lectura y autonomía en contextos educativos y laborales. Además, se han desarrollado soluciones específicas para la orientación y movilidad, como TouchOver Map y PointNav, que integran vibraciones y señales auditivas para guiar al usuario en la exploración de entornos exteriores (Mansilla, Lescano & Costaguta, 2015). En el ámbito de la comunicación, los teclados accesibles con retroalimentación vibro-táctil permiten la escritura más confiable en pantallas táctiles, superando limitaciones derivadas del ruido ambiental o de la falta de referentes físicos. De esta manera, las tecnologías móviles combinan funciones integradas y aplicaciones de terceros para transformar los dispositivos en herramientas de asistencia versátiles que fortalecen la vida independiente, la participación social y la inclusión educativa.

Cumplimiento de Parámetros Internacionales de Accesibilidad

Ahora bien, la efectividad de estas soluciones depende en gran medida de que las aplicaciones móviles cumplan con parámetros técnicos de accesibilidad internacionalmente establecidos. Las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1) constituyen el marco

de referencia más reconocido, estructurado en cuatro principios: perceptible, operable, comprensible y robusto (W3C, 2021). En el ámbito perceptivo, destacan criterios como ofrecer alternativas textuales para contenidos no visuales (1.1.1), garantizar un contraste mínimo de 4.5:1 entre texto y fondo, y permitir el ajuste del tamaño de la tipografía sin pérdida de información (1.4.4). Desde la operabilidad, se exige que todas las funciones puedan ejecutarse mediante teclado (2.1.1), que los elementos tengan un orden de enfoque lógico (2.4.3) y que los objetivos táctiles tengan dimensiones adecuadas (2.5.5). En cuanto a la comprensibilidad, se recomienda un uso consistente de etiquetas y encabezados (3.2.4), junto con mecanismos de identificación y corrección de errores (3.3.1–3.3.4). Finalmente, el principio de robustez enfatiza la compatibilidad con tecnologías de asistencia mediante un correcto etiquetado de roles y estados (4.1.2). Estos parámetros, traducidos al diseño de interfaces móviles, implican la correcta descripción de botones e íconos para su lectura por lectores de pantalla, la provisión de audioguías o vibraciones como canales alternativos de interacción, la implementación de textos escalables y el aseguramiento de la compatibilidad con softwares de apoyo como Jaws, ZoomText, VoiceOver o TalkBack.

Metodología

Enfoque de Investigación

El presente proyecto investigativo se enmarca dentro de un enfoque mixto, donde se combinan métodos cuantitativos y cualitativos. Este tipo de enfoque resulta pertinente para abordar el problema planteado: La evaluación de la usabilidad y la Experiencia de Usuario – UX, al momento de interactuar con aplicaciones móviles desarrolladas para personas con discapacidad visual. Con el componente cuantitativo se recopilarán datos objetivos y medibles, tales como el nivel de satisfacción, la facilidad percibida, el nivel de dificultad y la frecuencia de uso en la utilización diaria de las aplicaciones móviles en la población con discapacidad visual de Colombia. El componente cualitativo, se encargará de brindar un panorama más profundo e ilustrativo, pues se centrará principalmente en recolectar y comprender las experiencias, emociones, dificultades y las estrategias que día a día utilizan los participantes en su interacción con este tipo de tecnologías.

El diseño de la investigación es de tipo Exploratorio-Descriptivo: Exploratorio porque se busca identificar barreras y facilitadores en la experiencia de los usuarios, tema en el que aún hay mucho campo por descubrir a nivel nacional; Descriptivo porque a través de los participantes se caracterizan de manera detallada los hallazgos, sin llegar a proponer todavía soluciones técnicas definitivas que ayuden a mitigar el problema.

Técnicas de Recolección de Información

En el desarrollo del proyecto para la aplicación y recolección de información, se emplearán tres técnicas principales que, al combinarse, ofrecerán una visión integral del objeto de estudio, y ayudarán a entender de manera específica y natural, las dificultades que enfrentan en su

día a día las personas con discapacidad visual para interactuar con aplicaciones móviles, que son de vital importancia para realizar sus tareas habituales.

En la primera técnica de recolección, se empleará 1 encuesta estructurada, que será diseñada haciendo uso del formulario en línea de Microsoft Form, y luego enviada a diferentes listas de difusión, redes sociales y asociaciones para que sea diligenciada por personas con discapacidad visual. Este cuestionario estará orientado a recolectar datos comparables sobre facilidad de uso, accesibilidad y satisfacción general con aplicaciones móviles. Además, la encuesta estará compuesta por preguntas cerradas, principalmente en escala tipo Likert, lo que facilitará el análisis estadístico posterior.

La segunda técnica consistirá en entrevistas semiestructuradas, en la que se utilizará una guía para interrogar a los participantes con el fin de profundizar en los testimonios y recoger sus propias experiencias cotidianas, dificultades, estrategias o tips de adaptaciones y recomendaciones, conservando los relatos como fuente valiosa de información.

La tercera técnica se aplicará a través de pruebas de Usabilidad, para las que se definirá un conjunto de tareas representativas vividas en escenarios reales de uso, acompañadas de instrucciones simples y accesibles, de forma que los participantes concentren su atención en la interacción con la aplicación que se esté evaluando, y no en la interpretación o análisis de lo impartido. Con estos protocolos se garantizarán la uniformidad del procedimiento y la calidad de la información recolectada. Aquí se registrarán métricas de desempeño, tales como tiempo de ejecución entre una actividad y otra, errores cometidos y el nivel de autonomía alcanzado, para observar de cerca la realidad que viven las personas ciegas y con baja visión al utilizar estas aplicaciones.

Perfil de Participantes

La población participante estará conformada por personas con discapacidad visual, que incluye usuarios con ceguera total y baja visión. Esta diversidad es fundamental, pues no todas las personas presentan las mismas necesidades y varían dependiendo del grado de visión.

Para ser incluidos en la investigación deberán cumplir con los siguientes criterios: Ser mayor de 18 años, tener discapacidad debidamente diagnosticada (Ceguera o baja visión), ser usuarios frecuentes de dispositivos móviles con Sistema Operativo Android e iOS, tener experiencia mínima de un año en el uso de Smartphones con lectores de pantalla, y disposición para participar de manera voluntaria en las pruebas, encuestas y entrevistas, manifestándolo por medio del consentimiento informado.

En cuanto al número de participantes, para las encuestas se buscará un mínimo de 50 personas, con el fin de obtener los datos suficientes para realizar análisis estadísticos básicos. En las pruebas de Usabilidad y las entrevistas, se trabajará con un grupo más reducido como mínimo de 20 personas, suficiente para captar la diversidad de experiencias y enriquecer la profundidad cualitativa.

Recolección de Datos

La recolección de datos seguirá una planificación bien estructurada, para garantizar la rigurosidad del estudio y la accesibilidad y comodidad durante el proceso para los participantes.

Para las entrevistas y las pruebas de Usabilidad, se establecerán contactos con fundaciones y entidades de personas con discapacidad visual ubicadas en Medellín – Antioquia, para invitar a sus miembros a participar de la investigación. El contacto directo se hará con los directores de las fundaciones vía telefónica o comunicación por WhatsApp, y a su vez se les

entregará la invitación para que sea difundida entre sus miembros por medios habituales, como correo electrónico, redes sociales o llamadas.

Por su parte, la encuesta tendrá una difusión masiva a nivel nacional, haciendo uso de redes sociales y comunicaciones por medio de grupos, donde se les invitará a aportar con sus experiencias mediante el diligenciamiento del formulario en línea. Al ser una encuesta virtual podrán recopilarse testimonios de diferentes regiones del país, lo que otorgará un enfoque más inclusivo y diverso a la investigación.

En todos los procedimientos se contará con la aceptación y firma de un consentimiento informado, y los participantes recibirán una breve explicación de los objetivos y actividades que los convocan.

La firma del consentimiento informado se llevará a cabo de manera accesible: Se hará lectura del mismo, y se le proporcionará a cada participante la guía de firmas junto con un esfero, indicándole de manera precisa y clara donde debe firmar.

Las actividades se realizarán en espacios accesibles, como salones amplios y con iluminación adecuada, sillas y mesas para que los participantes se sientan cómodos durante las pruebas.

Procedimiento

El procedimiento investigativo se desarrollará en las siguientes etapas:

1. Reclutamiento de participantes a través de las fundaciones, entidades, grupos o gremios de personas con discapacidad visual.
2. Envío del formulario por medios virtuales para el diligenciamiento de las encuestas por parte de los participantes.

3. Convocatoria de los participantes de manera presencial para la realización de las pruebas y entrevistas.
4. Realización de entrevistas semiestructuradas.
5. Ejecución de pruebas de Usabilidad con los mismos participantes de las entrevistas, registrando métricas de desempeño.

Se explicará previamente la dinámica, se resolverán dudas y se dará espacio para que el participante exprese comentarios adicionales y percepciones de las actividades.

Instrumentos

Los instrumentos de recolección de información a utilizar serán los siguientes:

El cuestionario de encuestas o formulario Online, que contendrá de 12 a 14 preguntas, algunas abiertas, otras cerradas tipo Likert. Aquí se evaluarán ítem relacionados con claridad, facilidad de uso, satisfacción y accesibilidad al interactuar con las aplicaciones móviles. El tiempo promedio para responderlo será de 10 minutos.

Entrevistas, con 10 preguntas aproximadamente, que se harán mediante una guía abierta y semiestructurada en la que, se dará lugar para hacer repreguntas. Se abordarán temas como ejes temáticos, barreras de uso, experiencias, estrategias y sugerencias de mejora. Tendrán una duración aproximada de 20 minutos por participante.

Pruebas de Usabilidad, en las que se plantearán 4 tareas por aplicación móvil evaluada, las tareas tendrán tipologías directas, relacionadas con el uso de la aplicación y lo relevante que resulta ser para el día a día de las personas con discapacidad visual. Se les pedirá que hagan lectura de textos impresos, navegación en menús, búsqueda de información, identificación de

objetos, uso de GPS accesible, entre otras. El tiempo estimado para cada tarea dependerá de la complejidad de la misma, se manejarán tiempos entre 3 y 5 minutos aproximadamente.

Finalmente, como parte de los instrumentos, se incluirá un formato de consentimiento informado, cuyo detalle completo se presenta en los anexos.

Consideraciones Éticas

El proceso investigativo se desarrollará bajo los principios éticos de respeto, autonomía y confidencialidad de los participantes. Todas las personas convocadas serán informadas previamente de las finalidades del estudio, la naturaleza de las actividades propuestas y el uso exclusivo de los datos para fines académicos e investigativos.

La participación será totalmente voluntaria, el participante podrá retirarse en cualquier momento sin que ello implique ninguna consecuencia. Para ello, se diseñará un consentimiento informado que previamente será leído y explicado. La firma se hará con asistencia visual y con la utilización de la guía de firmas como ajuste razonable.

Así mismo, se garantizará la confidencialidad de la información recolectada, los datos personales no serán divulgados, y los registros de las actividades como grabaciones, fotografías, videos y encuestas se almacenarán únicamente para el análisis de la investigación.

Tras concluir el estudio, el material será resguardado siguiendo las normas Institucionales de protección de datos.

Selección de Aplicaciones a Evaluar

Dentro del diseño metodológico fue necesario delimitar las aplicaciones móviles que van a ser objeto de evaluación en las pruebas de Usabilidad. La selección se llevó a cabo con base en criterios de pertinencia y popularidad entre las personas con discapacidad visual, accesibilidad declarada por los desarrolladores, y disponibilidad en las tiendas de Apple Store y Play Store de los sistemas operativos iOS y Android respectivamente. Con el propósito de obtener una evaluación más nutrida y enriquecedora desde todos los ángulos, se incluyeron tanto aplicaciones gratuitas como de pago, que permitieran contar con un panorama más amplio y real de las herramientas que usan día a día las personas ciegas y con baja visión para realizar sus tareas. Así, las aplicaciones que forman parte del estudio investigativo y que serán evaluadas mediante las pruebas de Usabilidad son diez (10) en total: De estas, siete (7) son multiplataforma, es decir, están disponibles en ambos Sistemas Operativos; dos (2) son exclusivas de iOS y una (1) de Android.

También se considera relevante en la investigación analizar el modelo económico de cada una de estas herramientas, dado a que las aplicaciones con gratuidad son las predominantes en la población por su asequibilidad, (Si se tiene en cuenta que en su mayoría son de recursos económicos limitados); Pero sin dejar de lado aquellas aplicaciones que por ser de pago, ofrecen funcionalidades más altas y de gran utilidad que benefician enormemente a usuarios del ecosistema iOS y que constantemente requieren de recursos económicos para su sostenibilidad en el tiempo y mejoras continuas. En tal sentido, se seleccionaron siete (7) aplicaciones gratuitas y tres (3) de pago.

Cada aplicación será probada por cuatro (4) participantes usuarios de iOS y Android, para contrastar y hacer comparaciones entre las experiencias y falencias encontradas en ambas

plataformas. Caso diferente a las apps de pago, en las que si será necesario profundizar hasta encontrar usuarios que las hayan comprado y las usen con frecuencia, para detectar patrones de accesibilidad y puntos de mejora.

Las aplicaciones escogidas para trabajar en el proyecto investigativo son las siguientes:

1. ***WhatsApp (Gratuita, Multiplataforma)***: Aplicación e mensajería indispensable en la comunicación diaria. Su relevancia radica en que, pese a que en términos generales es compatible con lectores de pantalla, algunas funcionalidades como visualización de estados y posición de foco pueden ser dificultosos para la navegación entre chats extensos. Es la herramienta más usada por la comunidad con discapacidad visual en Colombia para mantener comunicación personal, laboral y educativa, lo que la convierte en una de las aplicaciones centrales de la investigación.
2. ***Be My Eyes – Prestame tus Ojos (gratuita, multiplataforma)***: Aplicación diseñada exclusivamente para población con discapacidad visual, que ofrece a sus usuarios asistencia remota con la cámara del dispositivo, para obtener información con la ayuda de personas voluntarias sobre un tema en específico. Aunque implementa pautas de accesibilidad efectivas, la Experiencia de Usuario puede verse afectada por la calidad de las respuestas recibidas y la disponibilidad de voluntarios. Es preciso resaltar su alcance global: Según cifras oficiales de la aplicación, actualmente cuenta con aproximadamente 892.821 usuarios con discapacidad visual y una red de 9.272.601 voluntarios distribuidos en más de 150 países, incluida Colombia. Sin embargo, es importante aclarar que no existen estadísticas desagregadas por país, por lo que no se dispone de información exacta sobre el número de usuarios activos en Colombia (Be My Eyes, 2025).

3. ***Lazarillo (gratuita, multiplataforma)***: Aplicación de geolocalización o GPS accesible, pensada para que las personas ciegas y con baja visión, obtengan información sobre ubicaciones y direcciones a través de sonidos y puntos de referencia específicos guiados por voz. Es altamente pertinente para el estudio por ser una herramienta de autonomía, aunque su efectividad puede verse afectada por la precisión del GPS y la densidad urbana.
4. ***Cash Reader (de pago, multiplataforma)***: Aplicación especializada en la identificación de billetes mediante la cámara del dispositivo. Se incluye en el análisis porque es una herramienta que facilita a las personas ciegas la gestión financiera de una manera autónoma, aunque su costo puede considerarse una barrera de acceso para personas de bajos recursos en países como Colombia. Además, la precisión del valor del dinero puede estar sujeto a la calidad del billete y la cercanía con la que se enfoque, y los cambios frecuentes en su diseño.
5. ***YouTube (gratuita, multiplataforma)***: Plataforma de entretenimiento muy utilizada por la población en general por su facilidad de acceso y amplio portafolio de contenido audiovisual. Aunque es accesible con lectores de pantalla, los controles de videos, filtros y búsqueda son susceptibles a investigaciones más profundas, porque pueden suponer limitaciones al interactuar con búsquedas precisas y rápidas. Su importancia en este estudio radica en la inclusión de la comunidad con discapacidad visual en el ocio y la educación informal.
6. ***Identificador de Colores Once (gratuita, multiplataforma)***: Aplicación de asistencia específica para población ciega, que permite reconocer colores a través de la cámara del dispositivo. Cobra relevancia porque es una herramienta indispensable para generar autonomía en actividades básicas, aunque la precisión de la información suministrada puede variar según la iluminación, la precisión de la cámara y la tonalidad de colores.

7. ***Gmail (gratuita, multiplataforma)***: Servicio de correo electrónico fundamental para la comunicación digital. Aunque es accesible en la mayoría de funciones, el reto puede estar en la manera como se organizan y se gestionan correos desde el dispositivo móvil. Su relevancia está en el rol protagónico que cumple en la comunicación académica, laboral y personal del día a día.
8. ***Voice Dream Reader (de pago, exclusiva iOS)***: Aplicación diseñada para personas con discapacidad visual, que les permite leer libros y textos en diferentes formatos de una manera accesible y personalizada. Es altamente valorada por los usuarios, pero su costo puede ser una limitación para que todos puedan disfrutarla, y su configuración puede no ser tan sencilla.
9. ***@Voice (gratuita, exclusiva Android)***: Aplicación para la lectura de libros y textos. Sin embargo, puede requerir configuraciones adicionales para que su funcionamiento sea óptimo, y no todos los usuarios pueden tener ese nivel de experiencia tecnológica.
10. ***Voice Dream Scanner (de pago, exclusiva iOS)***: Aplicación especializada en el reconocimiento óptico de caracteres (OCR). Se incluye en el análisis por la utilidad que ofrece a usuarios ciegos al permitirles leer textos impresos de documentos y etiquetas de productos. aunque al igual que otras de pago, puede suponer una limitación económica para algunos usuarios. Es particularmente relevante en contextos donde la documentación digital aún es baja.

Con la selección de estas aplicaciones se busca cubrir los principales ámbitos de la vida cotidiana de las personas con discapacidad visual: En el ámbito de la comunicación se tuvieron en cuenta aplicaciones indispensables como WhatsApp y Gmail; En asistencia y movilidad se consideraron Lazarillo, Be My Eyes y el identificador de colores ONCE; En información y

lectura se eligen aplicaciones de lectura exclusivas para personas con discapacidad visual como Voice Dream Reader, Voice Dream Scanner y @Voice; En el ámbito financiero se opta por Cash Reader; Y en entretenimiento y ocio se incluyen Youtube.

De esta forma, se asegura un análisis amplio que refleja tanto las prácticas cotidianas como las herramientas especializadas utilizadas en la interacción digital de las personas con discapacidad visual.

Resultados de la Investigación

Análisis de Resultados de la Encuesta Aplicada (Datos Cuantitativos)

Este capítulo presenta los resultados obtenidos en la fase cuantitativa del estudio, orientada a describir las percepciones y patrones de uso de aplicaciones móviles por parte de personas con discapacidad visual usuarias de smartphones y lectores de pantalla.

El análisis se basa en la información recolectada mediante un cuestionario respondido por 93 participantes con ceguera total y baja visión a nivel nacional, con el propósito de identificar qué tan accesibles y útiles resultan estas herramientas en su vida cotidiana.

Los datos permiten reconocer tendencias en la frecuencia de uso, la valoración de accesibilidad y el nivel de satisfacción asociados a diez aplicaciones representativas: WhatsApp, Be My Eyes, Lazarillo, Cash Reader, YouTube, Identificador de Colores ONCE, Gmail, Voice Dream Reader, @Voice y Voice Dream Scanner.

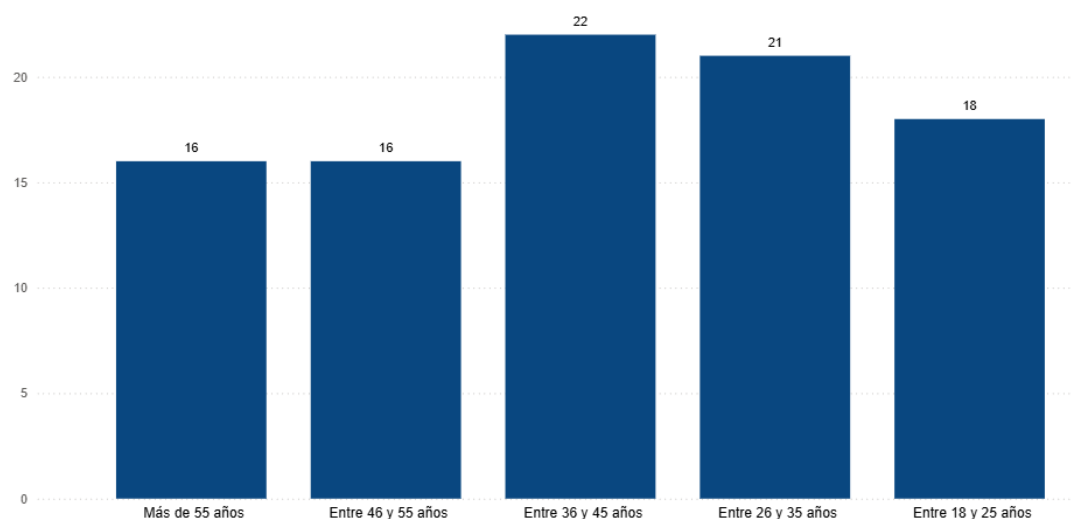
A partir de estas valoraciones, se busca no solo determinar los niveles de accesibilidad percibidos, sino también detectar indicios de desuso o preferencia, posiblemente relacionados con la confianza, la precisión o la relevancia funcional de cada aplicación.

En conjunto, los resultados cuantitativos ofrecen una visión general del comportamiento de los usuarios frente al uso de tecnologías móviles accesibles, y constituyen la base para el análisis cualitativo posterior, en el cual se profundizará en las razones y experiencias que explican las tendencias observadas.

Edad de los Participantes

Figura 1

Edad de los Participantes

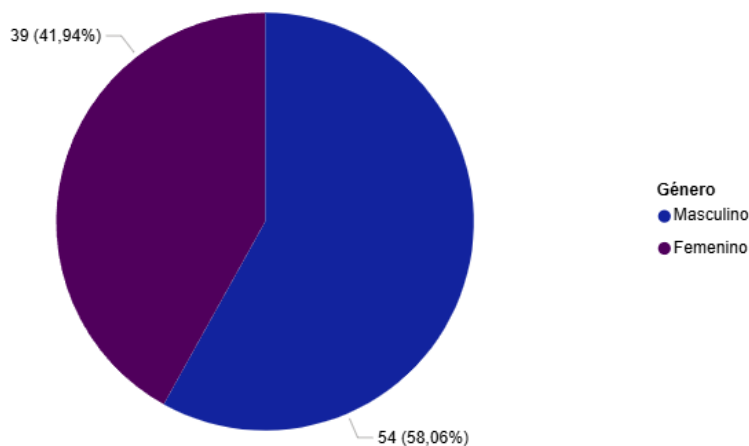


El análisis de la distribución por edades revela que la mayoría de los participantes corresponde a las personas entre 36 y 45 años, con un 23.66% de la muestra total. Esta tendencia de alta participación se mantiene con el grupo de 26 a 35 años, el cual conforma un 22.58% del total, mientras que los usuarios más jóvenes, de 18 a 25 años, también constituyen una proporción significativa del 19.35%. Por el contrario, la presencia de participantes de mayor edad es notablemente baja y equitativa ya que los grupos de 46 a 55 años y el de más de 55 años registran una participación idéntica, de solo un 17.2% cada uno.

Género de los Participantes

Figura 2

Género

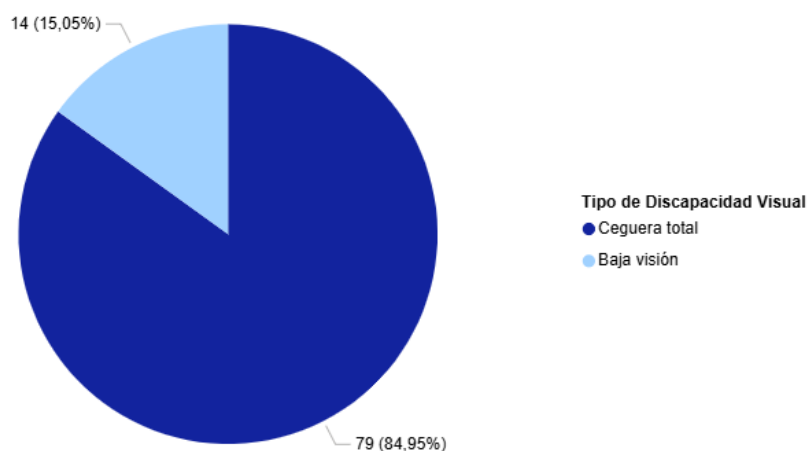


El análisis de la distribución por género muestra una mayor participación masculina en el estudio, ya que los hombres representan el 58% de la muestra (54 participantes), mientras que las mujeres constituyen el 42% restante (39 participantes).

Tipo de Discapacidad Visual

Figura 3

Tipo de Discapacidad Visual



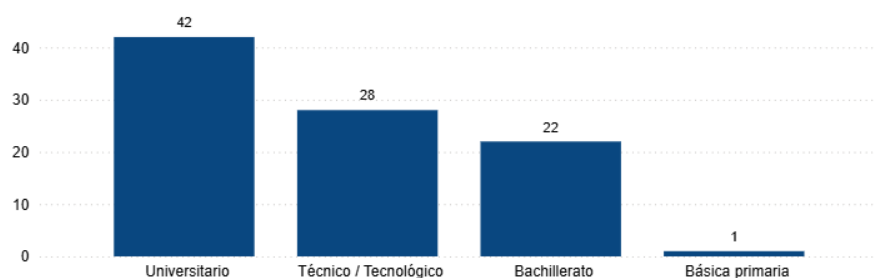
Los resultados de la encuesta evidencian que la mayoría de los participantes presentan ceguera total, quienes conforman el 85% de la muestra (79 personas), mientras que los usuarios con baja visión constituyen el 15% restante (14 personas). Este resultado es fundamental para la

investigación, ya que implica que las principales barreras de usabilidad y accesibilidad identificadas en las aplicaciones estarán ligadas a la experiencia de interacción de quienes dependen exclusivamente de tecnologías de asistencia no visual, como los lectores de pantalla y comandos de voz.

Nivel Educativo

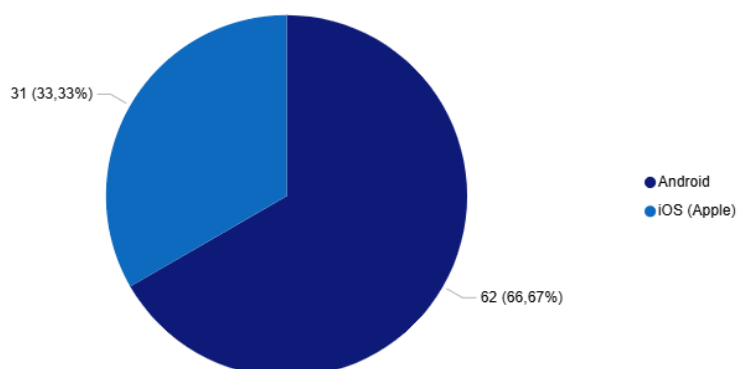
Figura 4

Nivel Educativo de los Participantes



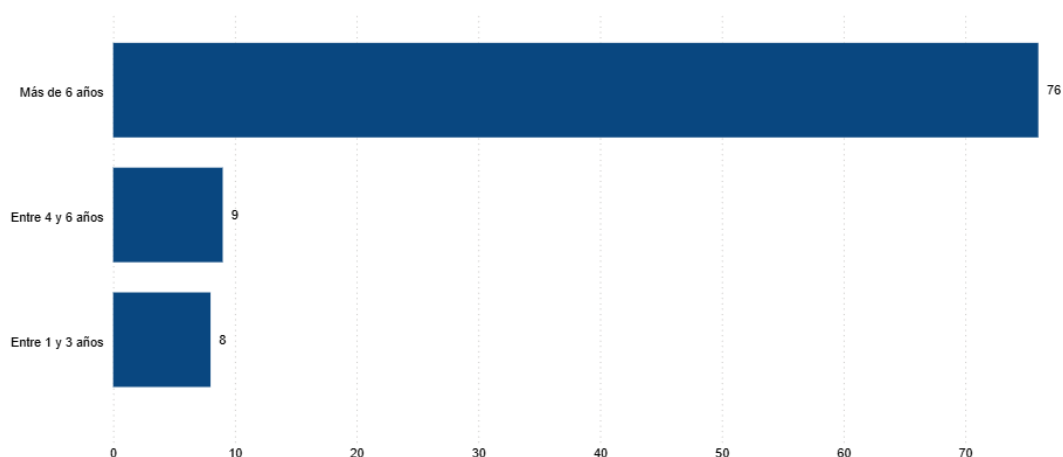
La distribución del nivel educativo revela que la mayoría de los participantes posee formación en niveles avanzados, ya que el 45% tiene un título Universitario (42 personas), mientras que otro 30% ha completado estudios Técnicos o Tecnológicos (28 personas); además, la suma de estos dos grupos representa el 75% de toda la muestra. Por otra parte, se encuentran los participantes con Bachillerato quienes representan el 24% (22 personas), y solo una persona (1%) cuenta con educación Básica Primaria.

Sistema Operativo Móvil Utilizado por los Participantes

Figura 5*Sistema Operativo Móvil*

En cuanto al uso de sistemas operativos, se muestra una clara predominancia de Android, ya que dos tercios de los participantes lo utilizan con mayor frecuencia, constituyendo el 67% de la muestra (62 personas), mientras que los usuarios de iOS (Apple) representan el 33% restante (31 personas). Esta diferencia es fundamental, pues implica que la mayoría de los problemas de accesibilidad reportados en la encuesta provienen de las interacciones en el entorno Android, por lo tanto, la investigación y sus recomendaciones técnicas estarán fuertemente sesgadas y optimizadas hacia ese ecosistema y su lector de pantalla nativo (TalkBack), lo que quiere decir que las conclusiones sobre la accesibilidad en iOS podrían ser menos profundas, siendo necesario que las propuestas de desarrollo aseguren la interoperabilidad de las soluciones técnicas en ambos sistemas.

*Tiempo de Experiencia con el Uso de Smartphones***Figura 6***Experiencia con el Uso de Smartphones*

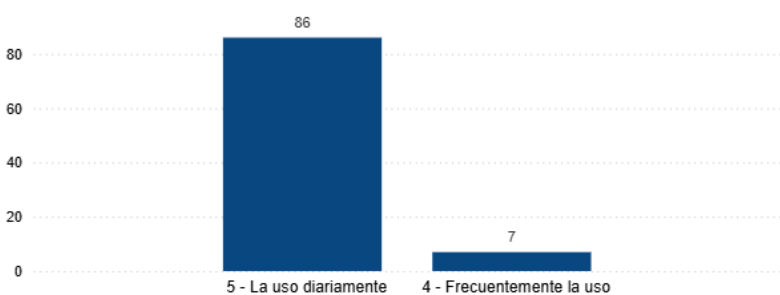


La experiencia en uso de Smartphones revela que la muestra está compuesta casi en su totalidad por usuarios de larga trayectoria, ya que el 82% ha utilizado smartphones por Más de 6 años (76 personas), también se encuentran los participantes con una experiencia moderada o inicial quienes suman menos del 20% en conjunto: aquellos con Entre 4 y 6 años de experiencia representan el 10% (9 personas), mientras que quienes tienen Entre 1 y 3 años de experiencia solo constituyen el 9% (8 personas) del total.

Frecuencia de Uso de Aplicaciones Móviles

Figura 7

Frecuencia de Uso de WhatsApp

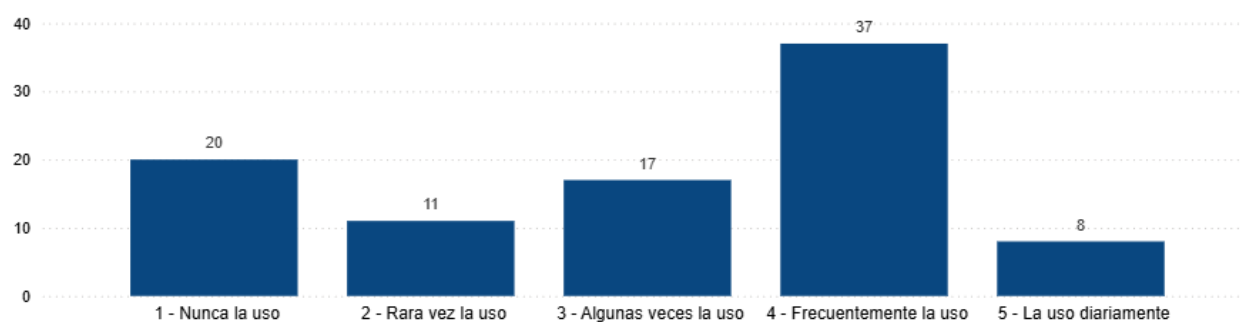


La distribución muestra que la aplicación WhatsApp es utilizada de manera esencial e intensiva por los participantes, ya que el 92.47% de los usuarios encuestados (86 personas) la usa

diariamente. Por consiguiente, solo un pequeño segmento del 7.53% (7 personas) reportó usarla frecuentemente (la segunda opción más alta). Esta concentración indica que WhatsApp no es simplemente una herramienta más, sino una plataforma de comunicación para la vida cotidiana de los participantes, lo que destaca la alta dependencia de la población con discapacidad visual en las funciones de accesibilidad de las aplicaciones de comunicación y, por extensión, refuerza la necesidad de que las recomendaciones técnicas del estudio garanticen una usabilidad ininterrumpida y sin fallos en este tipo de herramientas.

Figura 8

Frecuencia de Uso de Be My Eyes

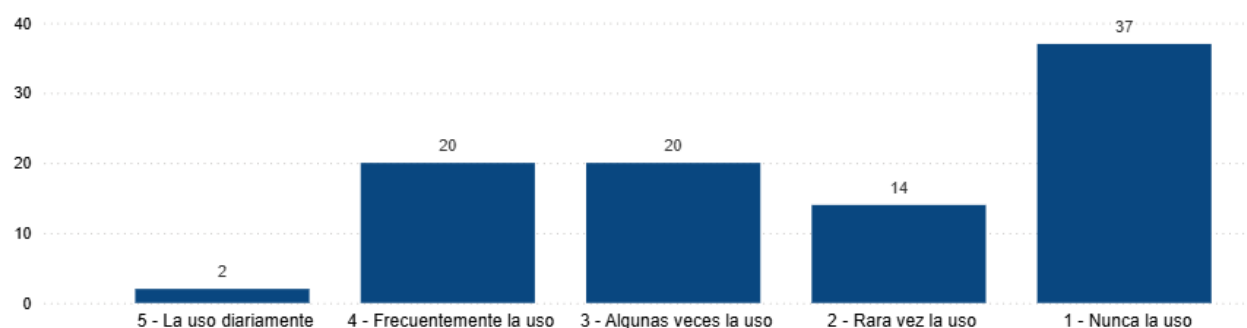


A diferencia de las aplicaciones de comunicación general, la frecuencia de uso de Be My Eyes es mucho más dispersa, lo que indica una variabilidad en la necesidad percibida de asistencia externa. El 39.78% de los participantes (37 personas) reporta "Frecuentemente la uso", mientras que el 21.51% (20 personas) reporta "Nunca la uso", lo cual sugiere que cerca de una quinta parte de la muestra no depende de esta herramienta. Así mismo, el 18.28% la usa "Algunas veces" y un 11.83% "Rara vez", y solo el 8.60% la usa diariamente. Esta distribución permite clasificar a la muestra en dos grandes grupos: aquellos que dependen de la asistencia frecuente (sumando más del 58% entre "Frecuentemente" y "Algunas veces") y aquellos que casi nunca la usan o nunca lo hacen. Este hallazgo es importante, ya que da a entender que las barreras de

usabilidad no se limitan a las apps generales, sino que también pueden existir limitaciones en aplicaciones con diseño propio.

Figura 9

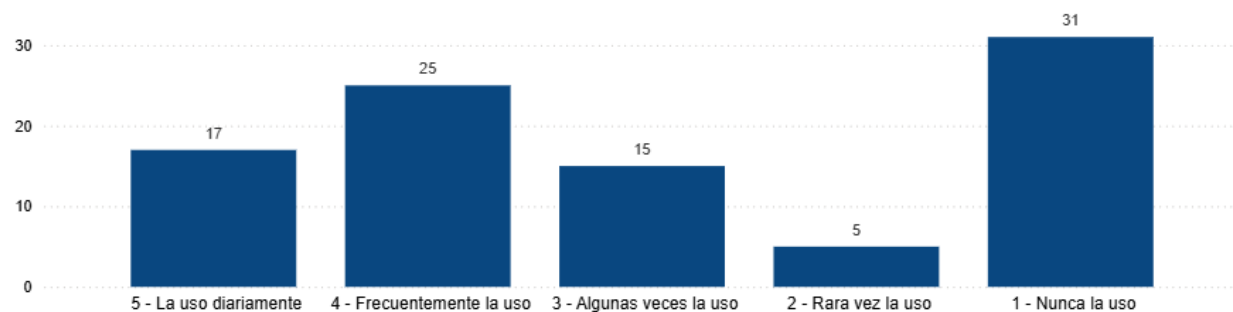
Frecuencia de Uso Lazarillo



La frecuencia de uso de Lazarillo indica que la mayoría de los participantes no la utiliza, ya que el 39.78% de los participantes (37 personas) reporta "Nunca la uso", por otro lado, los usuarios que reportan "Algunas veces la uso" y "Frecuentemente la uso" comparten el segundo lugar, cada uno con un 21.51% (20 personas en cada caso). Además, el uso es muy bajo, pues el 15.05% la usa "Rara vez", mientras que solo un 2.15% la usa "Diariamente". Este patrón indica que muchos usuarios no dependen de esta herramienta de navegación, lo cual sugiere que sus necesidades de orientación y movilidad no están siendo cubiertas o buscan otras alternativas para su movilidad.

Figura 10

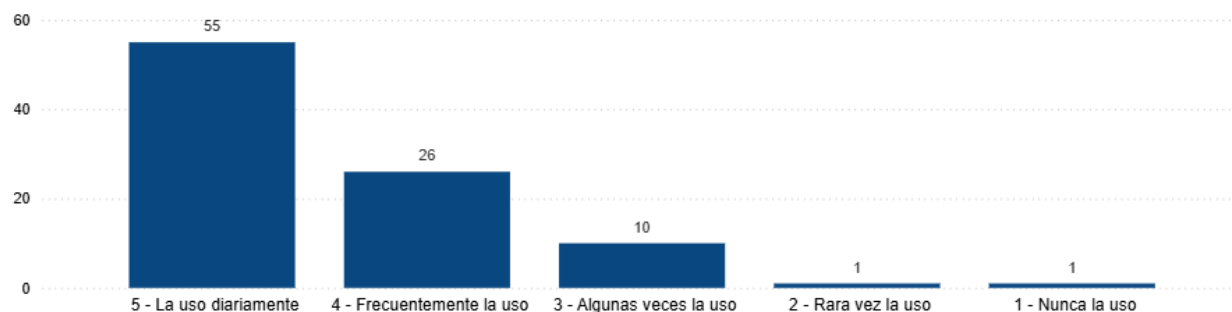
Frecuencia de Uso Cash Reader



Al indagar sobre el uso de Cash Reader, se muestra un comportamiento variado en la muestra, ya que el 33.33% de los participantes (31 personas) reporta "Nunca la uso", indicando que una proporción importante de la muestra no necesita esta herramienta para el manejo de su dinero, a pesar de esto, el segundo grupo más grande (26.88% o 25 personas) la usa "Frecuentemente" y el uso diario alcanza un 18.28% (17 personas), superando el uso ocasional que se reparte entre el 16.13% que la usa "Algunas veces" y el 5.38% que la usa "Rara vez". Estos hallazgos indican que, mientras una parte significativa de la población no utiliza esta herramienta, existe un segmento considerable que sí la incorpora de forma habitual para gestionar su dinero, esto destaca la alta dependencia tecnológica para la autonomía financiera en una parte específica de la muestra, lo cual demuestra la necesidad de que las recomendaciones técnicas del estudio aborden la usabilidad y fiabilidad de las aplicaciones para tareas de la vida diaria como el manejo de dinero en efectivo.

Figura 11

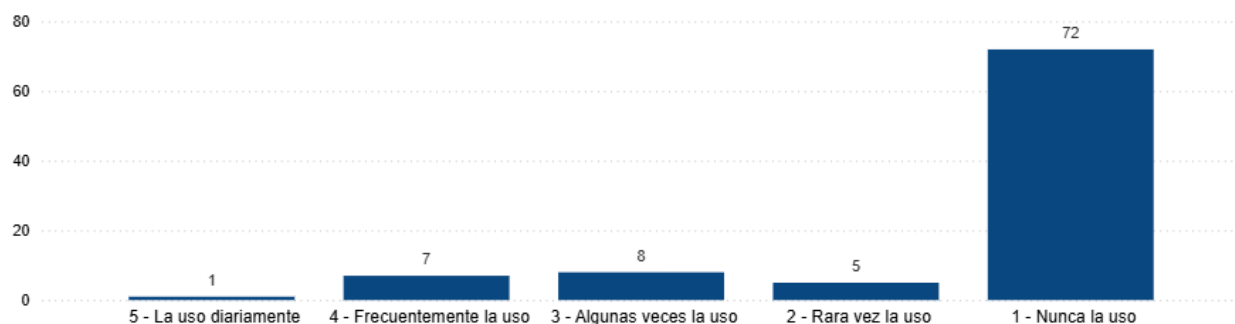
Frecuencia de Uso YouTube



En cuanto al uso de YouTube, se evidencia que esta plataforma es utilizada a diario, ya que la gran mayoría de los participantes (55 personas) reporta "La uso diariamente", lo que constituye un 59.14% del total. Además, el uso frecuente se observa en otro 27.96% (26 personas), lo que significa que cerca del 87% de los encuestados consume contenido en YouTube de manera habitual o diaria. Por otra parte, el uso esporádico o la ausencia de uso son mínimos, puesto que solo el 10.75% la usa "Algunas veces" y un 2.15% la usa rara vez o nunca. Esta tendencia establece a YouTube como una de las aplicaciones de ocio y consumo de información más utilizadas, lo cual destaca la importancia de que las recomendaciones técnicas del estudio no solo se centren en la accesibilidad de las herramientas de asistencia, sino también en garantizar que las plataformas de entretenimiento masivo como YouTube ofrezcan una experiencia de usuario fluida y accesible para la población con discapacidad visual.

Figura 12

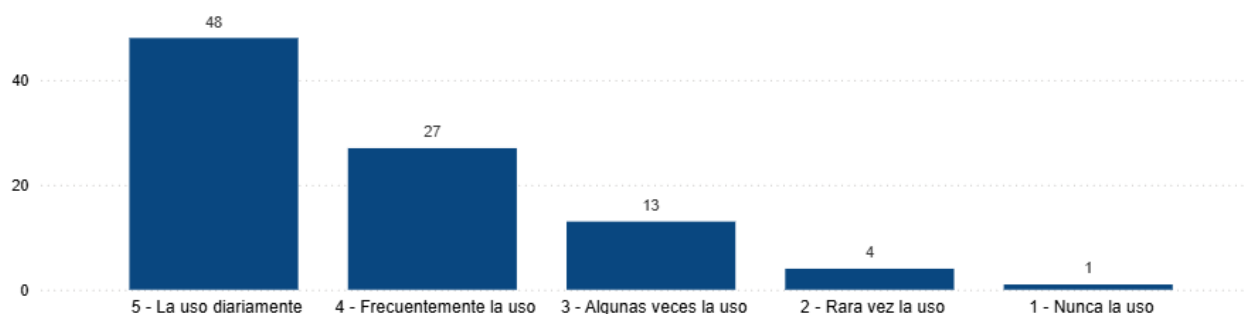
Frecuencia de Uso Identificador de Colores ONCE



Respecto a la frecuencia de uso del Identificador de Colores ONCE, muestra que la mayoría de los participantes no lo utiliza, ya que el 77.42% de los participantes (72 personas) reporta "Nunca la uso", conformado la mayoría de la muestra, también, se observa que el uso es esporádico en todas las demás categorías: el "Algunas veces la uso" representa solo el 8.60% (8 personas), mientras que el uso frecuente y diario es casi insignificante, sumando apenas otro 8.60% en conjunto. Esta distribución evidencia que la identificación de colores, a pesar de ser una función de asistencia disponible, no es una herramienta de uso frecuente para la mayoría de la muestra, por otra parte, este resultado invita a profundizar en la fase cualitativa del estudio, investigando los motivos de desuso y las expectativas de los usuarios frente a este tipo de herramientas de asistencia visual.

Figura 13

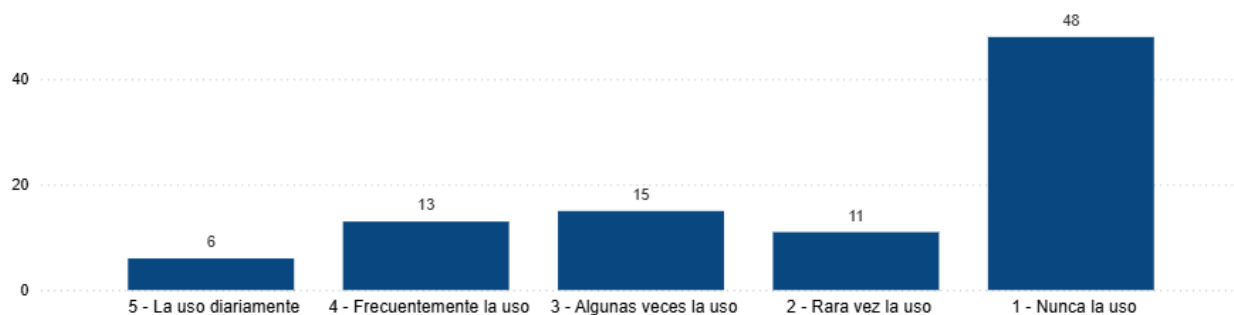
Frecuencia de Uso Gmail



El nivel de uso de Gmail muestra una alta dependencia de la aplicación para las tareas diarias. El 51.61% de los participantes (48 personas) reporta "La uso diariamente" y el uso frecuente se observa en un 29.03% (27 personas), lo cual significa que cerca del 80% de los encuestados accede a su correo electrónico de Google de manera habitual o diaria. Por otra parte, el uso esporádico o la ausencia de uso son mínimos, puesto que solo un 13.98% la usa "Algunas veces" y un 5.38% la usa rara vez o nunca. Esta tendencia establece a Gmail como una aplicación significativa para la vida digital de la muestra, lo cual destaca la importancia de que las recomendaciones técnicas del estudio se dirijan a eliminar las barreras de accesibilidad en los servicios de correo electrónico, dada la alta frecuencia y la necesidad que esta herramienta representa para la comunicación y la productividad.

Figura 14

Frecuencia de Uso Voice Dream Reader

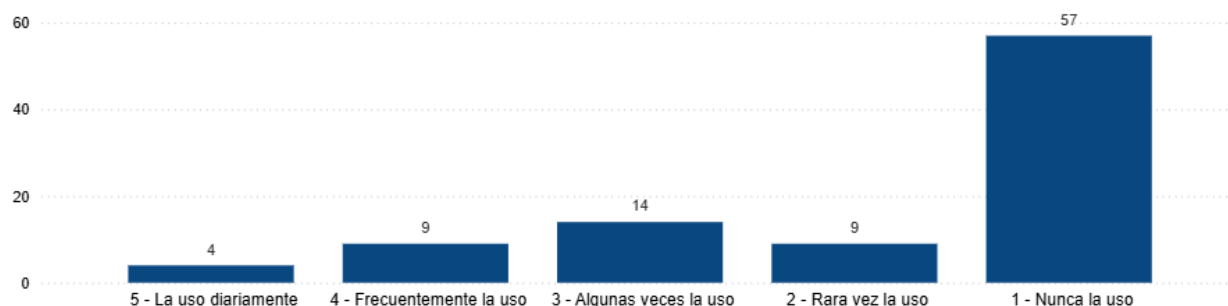


La frecuencia de uso de Voice Dream Reader indica que la mayoría de los usuarios no la utiliza, ya que el 51.61% de los participantes (48 personas) reporta "Nunca la uso", es decir, más de la mitad de la muestra. La otra parte de los usuarios encuestados manifiesta que el uso es esporádico o bajo. Por ejemplo, la opción "Algunas veces la uso" representa solo el 16.13%, mientras que el uso frecuente (13.98%) y el uso diario (6.45%) son minoritarios. Esta tendencia al no uso es un hallazgo significativo, puesto que sugiere que la mayoría de los

usuarios con discapacidad visual no dependen de apps especializadas para la lectura de documentos o libros, lo cual implica que sus necesidades de consumo de texto probablemente están siendo cubiertas por otras aplicaciones gratuitas u otros dispositivos de lectura. Por lo tanto, las recomendaciones técnicas deben enfocarse en evaluar qué tan viable resulta para la población tener acceso a aplicaciones de lectura especializadas, dadas las limitaciones que impone su costo.

Figura 15

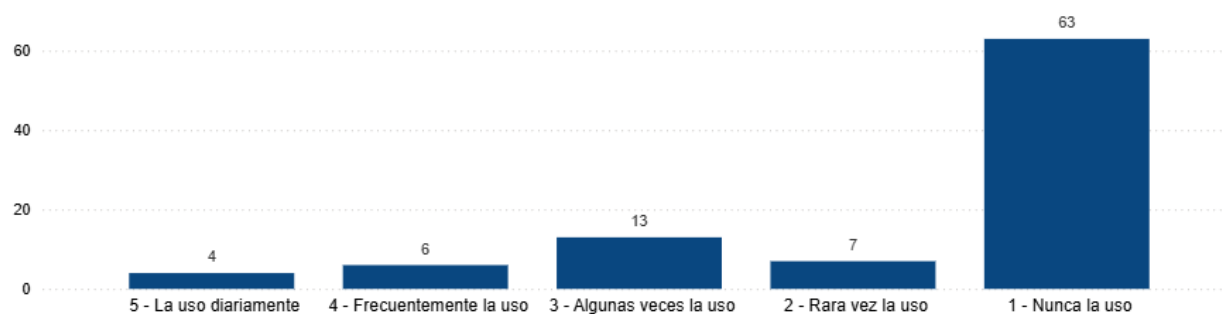
Frecuencia de Uso @Voice



El uso reportado de @Voice muestra que la mayoría de los participantes no la utiliza, ya que el 61.29% de los participantes (57 personas) reporta "Nunca la uso", esta proporción es la más alta entre las aplicaciones de asistencia especializada no esenciales, lo cual implica que más de seis de cada diez usuarios no recurren a esta herramienta de lectura en voz alta. La categoría "Algunas veces la uso" es la segunda más alta con un 15.05%, mientras que el uso frecuente o diario es mínimo, sumando apenas un 13.98% en conjunto. Este patrón de alto desuso refuerza la conclusión obtenida con Voice Dream Reader, puesto que sugiere que los participantes con discapacidad visual usuarios de Android no realizan lectura de forma constante desde sus dispositivos móviles y probablemente utilicen otros dispositivos, como el computador, o aplicaciones más comunes.

Figura 16

Frecuencia de Uso Voice Dream Scanner

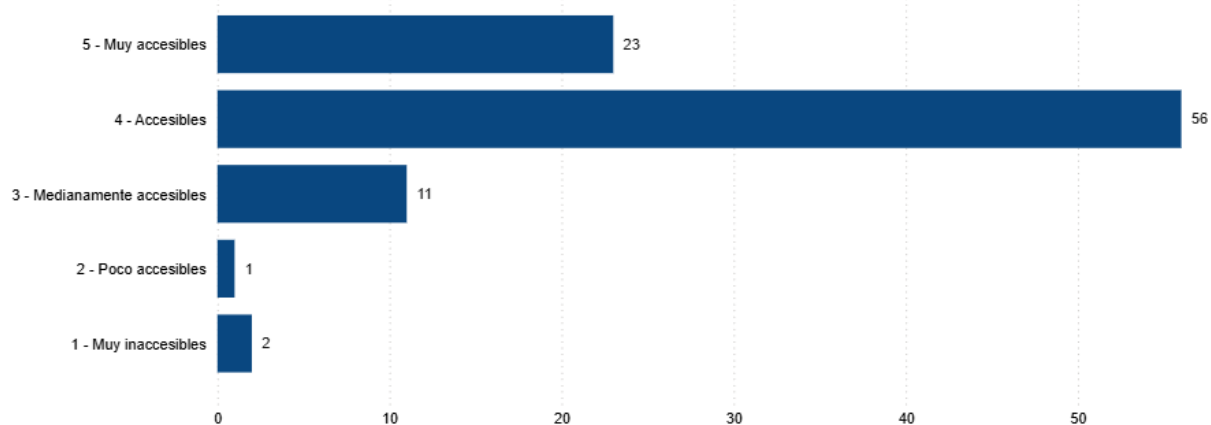


En cuanto a la utilización de Voice Dream Scanner, esta presenta el nivel más bajo de uso de todas las aplicaciones analizadas, ya que el 67.74% de los participantes (63 personas) reporta "Nunca la uso" lo que implica que dos tercios de la muestra no recurren a esta herramienta de escaneo. Por otra parte, el uso esporádico es muy bajo: solo el 13.98% la usa "Algunas veces", mientras que el uso diario y frecuente combinado apenas alcanza el 10.75%. Este patrón de alto desuso es un hallazgo significativo, pues sugiere que, aunque la tarea de escanear y leer documentos físicos (OCR) es una necesidad cotidiana para las personas con discapacidad visual, Voice Dream Scanner no forma parte de la solución. Este resultado, probablemente es porque la aplicación es de pago y forma parte del ecosistema iOS, lo que refuerza la necesidad de insistir en que las soluciones o herramientas de asistencia sean diseñadas pensando en la población en general, incluyendo personas de bajos recursos.

Calificación de Accesibilidad de las Aplicaciones Móviles

Figura 17

Calificación de Accesibilidad de Aplicaciones Móviles

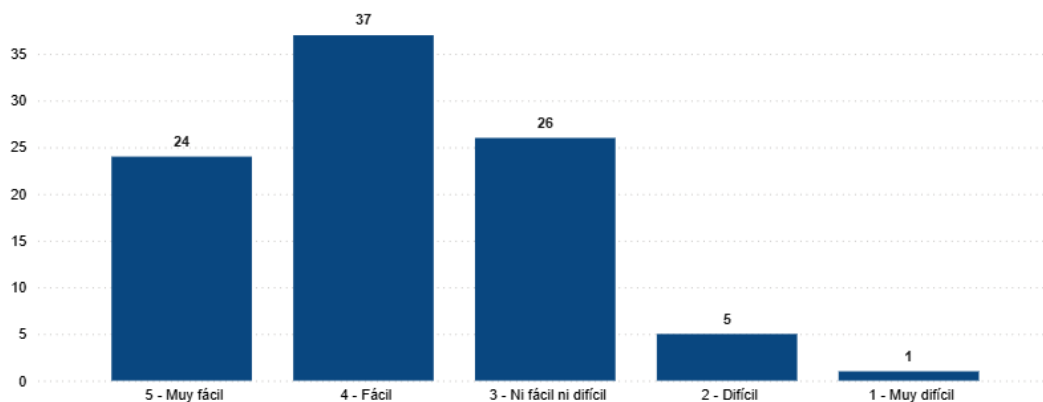


La calificación general de accesibilidad de las aplicaciones móviles en la muestra es notablemente positiva, ya que la mayoría de los participantes concentró su respuesta en las opciones más altas, de hecho, la opción "Accesibles" es la más votada con 56 respuestas, constituyendo un 60.22% del total, mientras que la calificación "Muy accesibles" fue otorgada por 23 personas, sumando un 24.73%, al combinar estas dos categorías, se obtiene un 84.95% de percepciones positivas. Por otro lado, solo 11 personas (11.83%) consideraron las apps "Medianamente accesibles", y el rechazo es mínimo, con un 1.08% en "Poco accesibles" y un 2.15% en "Muy inaccesibles". Este resultado indica que la población con discapacidad visual percibe que la accesibilidad general de las apps como alta. hacia las pruebas de usabilidad para encontrar las fallas concretas que no se manifiestan en esta evaluación subjetiva de alto nivel.

Facilidad para Navegar con Lectores de Pantalla en Aplicaciones Móviles

Figura 18

Facilidad para Navegar con Lectores de Pantalla en Aplicaciones Móviles

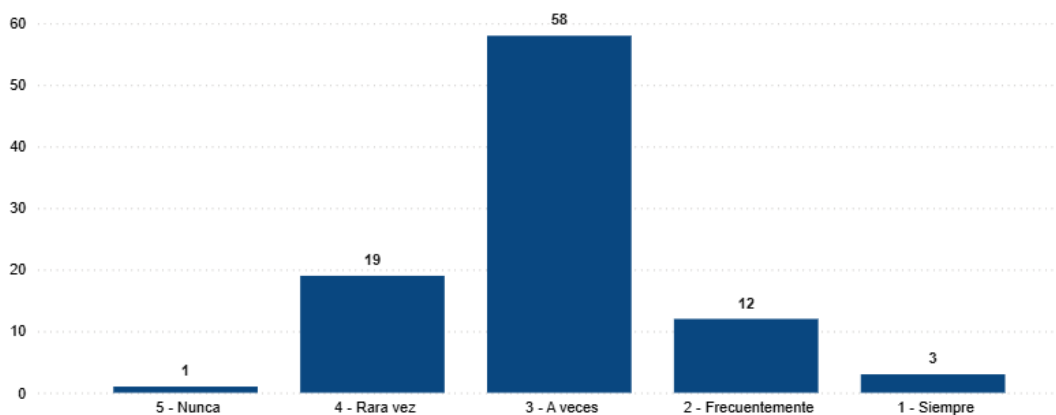


La percepción de la muestra sobre la facilidad de navegación con lectores de pantalla es positiva, ya que la gran mayoría de los participantes concentró su respuesta en las opciones que indican facilidad o neutralidad, de hecho, la opción "Fácil" es la más votada con 37 respuestas, constituyendo el 39.78% del total, mientras que la calificación "Ni fácil ni difícil" fue otorgada por 26 personas (27.96%), y la opción "Muy fácil" por 24 personas (25.81%). Al combinar las tres categorías superiores, se obtiene un 93.55% de percepciones que no reportan dificultad. Por otro lado, solo 5 personas (5.38%) consideraron la navegación "Difícil", y el rechazo es mínimo con solo 1 persona (1.08%) reportando "Muy difícil". Esta tendencia es fundamental, pues refuerza el hallazgo de alta accesibilidad general y la alta experiencia de los usuarios, lo cual implica que los problemas de usabilidad que se identificarán en las pruebas prácticas no serán el resultado de una dificultad intrínseca del lector de pantalla, sino de fallos puntuales y específicos en la implementación del diseño de interacción de las aplicaciones.

Frecuencia con la que se Encuentran Barreras

Figura 19

Frecuencia con la que se Encuentran Barreras

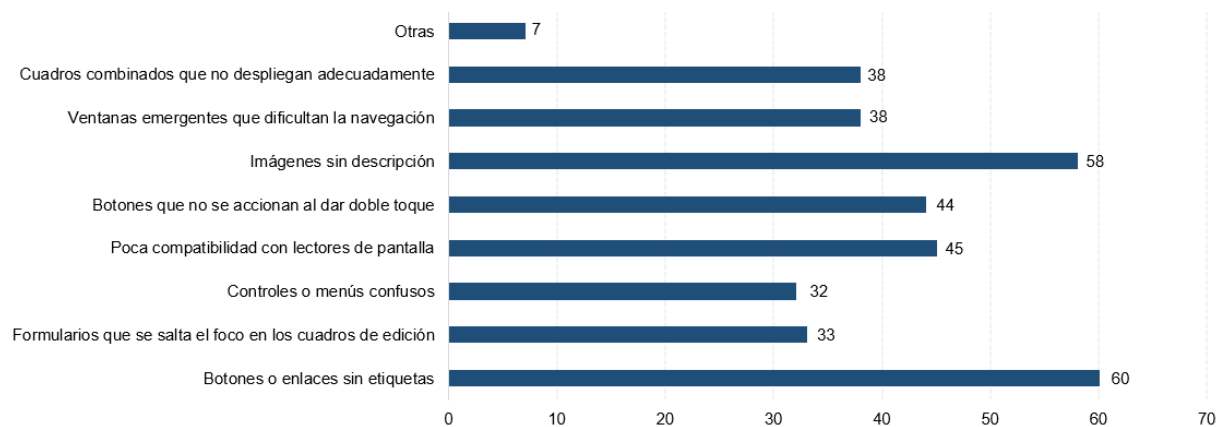


A pesar de que la percepción general de accesibilidad fue alta, la frecuencia con la que los usuarios se encuentran con problemas es ocasional, más que constante. El 62.37% de los usuarios reporta encontrar barreras "A veces" (58 personas), mientras que el 20.43% restante las encuentra "Rara vez" (19 personas), esto significa que el 82.80% de la muestra percibe las fallas como eventos no constantes, sin embargo, la detección de barreras con una frecuencia alta es minoritaria, puesto que solo el 12.90% las encuentra "Frecuentemente" y un 3.23% las encuentra "Siempre". Esta tendencia confirma que los obstáculos que el estudio busca identificar no son fallos permanentes en las aplicaciones, sino más bien problemas de usabilidad que ocurren en situaciones o flujos de interacción específicos (como fallos en el focus o etiquetado dinámico).

Dificultades más Frecuentes en las Aplicaciones

Figura 20

Dificultades más Frecuentes en las Aplicaciones



El análisis de las Dificultades más Frecuentes en las Aplicaciones identifica las barreras técnicas que sustentan la necesidad del estudio, ya que los problemas de etiquetado y descripción son las fallas más críticas reportadas. Los obstáculos principales son Botones o enlaces sin etiquetas (60) e Imágenes sin descripción (58), lo cual demuestra que las aplicaciones sufren de una implementación de accesibilidad incompleta desde el markup básico. Esta alta frecuencia en fallas de markup se complementa con problemas de funcionalidad e interacción, puesto que la Poca compatibilidad con lectores de pantalla (45) y los Botones que no se accionan al doble toque (44) también son recurrentes.

En consecuencia, este hallazgo es relevante porque demuestra que las recomendaciones técnicas del estudio deben centrarse en corregir estos errores de bajo nivel (etiquetado y focus), en lugar de enfocarse en problemas de navegación compleja, dado que estos fallos técnicos son la causa real de la restricción en la participación autónoma de los usuarios.

Resultados de Pruebas de Usabilidad

Para la realización de las pruebas de usabilidad se empleó una escala de valoración que permitió calificar el nivel de dificultad percibido en la ejecución de cada acción asignada. La evaluación se realizó mediante una puntuación de 1 a 5, donde 1 corresponde a Muy difícil, 2 a Difícil, 3 a Neutro, 4 a Fácil y 5 a Muy fácil. Esta escala permitió cuantificar de manera objetiva la experiencia del usuario en términos de accesibilidad, identificando las tareas que presentan mayores barreras y aquellas que ofrecen una interacción más fluida y autónoma.

Cash Reader

Tabla 1

Tarea 1. Identificar 2 Billetes

Acción	P1	P2	P3
Logró iniciar la identificación	5	4	5
El lector de pantalla anunció la denominación del billete	Si	Si	Si
Tiempo total de ejecución	Menos de 1 minuto	2 minutos	1 minuto
Número de errores	0	2	0

Tabla 2

Tarea 2. Cambiar la Identificación de la Moneda por Peso Argentino

Acción	P1	P2	P3
Logró acceder al menú de Configuración	4	5	5
Logró identificar la opción "Cambiar Divisa"	2	4	5
Logró seleccionar la nueva moneda y confirmar el cambio	4	4	5
Logró regresar a la pantalla principal	4	5	5
Tiempo total de ejecución1	2 minutos	2 minutos	4 minutos
Número de errores1	1	1	0

Para la evaluación de usabilidad de la aplicación Cash Reader, se plantearon 2 tareas principales, con las que se buscaba comprobar la accesibilidad, precisión y facilidad de uso en el

manejo de dinero por parte de personas ciegas. En la tarea 1 se les pidió identificar 2 billetes, haciendo uso del reconocimiento de denominaciones en peso Colombiano ofrecido por la aplicación: Los 3 participantes lograron completar la acción con éxito, con puntajes de 5, 4 y 5 logrando evidenciar una interfaz amigable e intuitiva de manejar. Los lectores de pantalla TalkBack y VoiceOver anunciaron correctamente el valor del billete en todas las tareas, y los tiempos de ejecución estuvieron por debajo de los 2 minutos, con una ejecución rápida y eficiente. Sólo se registraron 2 errores mínimos relacionados con el enfoque del billete hacia la cámara que no obstaculizaron el desempeño de la tarea. Cualitativamente los usuarios expresaron confianza y satisfacción con la autonomía que brinda la aplicación, pues, aunque los billetes tienen escritura a Braille el constante uso lleva al deterioro de los puntos, haciéndolos irreconocibles al tacto. El P11 refiere que “Es una aplicación muy útil, cuando no se alcanzan a percibir los billetes con el tacto. Le permite organizar el dinero, es pensada para cubrir una limitante. Es excelente”; En contraste el P12 dice que “Aunque la considera muy útil, prefiere decirle a alguien de confianza que le ayude a organizar su dinero, no suele usarla con frecuencia”. También se reportan dificultades relacionadas con “El reconocimiento de billetes cuando no hay una iluminación definida”, y la limitante que se tiene cuando no se compra la App, porque sólo permite identificar billetes de bajas denominaciones (\$ 1.000, \$ 2.000).

En la tarea 2, los participantes debían cambiar la divisa de identificación a peso argentino, se pudo observar un desempeño no tan inmediato: Aunque los 3 lograron completar la tarea, algunos reportaron mayor dificultad para localizar la opción “Cambiar Divisa” en el menú de configuración, con puntajes entre difícil y muy fácil. Tuvieron un tiempo de ejecución de 2 a 4 minutos, con varios errores de ubicación. Al P12 “Le pareció muy lento la descarga de moneda porque le dio descargar el paquete con datos móviles”; Mientras que el P11 destaca el ejercicio y

dice que “Es un ejercicio muy útil porque se está evaluando una aplicación muy excelente, y se puede cambiar de divisa cuando se viaje a otros países”, pero no pudo descargar la divisa de peso argentino porque no tenía datos suficientes y el paquete es muy pesado.

En conjunto se puede concluir que Cash Reader es una aplicación altamente valorada por las personas con discapacidad visual, en las entrevistas fue mencionada entre las aplicaciones más utilizadas. Además, ofrece una experiencia satisfactoria y confiable para asuntos tan complejos como lo es el derecho a la autonomía y privacidad en la gestión de asuntos financieros.

Identificador de Colores ONCE

Tabla 3

Tarea 1. Identificar Rápidamente de qué Color es el Objeto

Acción	P1	P2	P3
Logró enfocar el objeto	5	5	5
El sistema anunció el color principal del objeto	Si	Si	Si
Tiempo total de ejecución	Menos de 1 minuto	2 minutos	2 minutos
Número de errores	0	1	0

Tabla 4

Tarea 2. Tomar foto a Objeto y Compartirla en WhatsApp

Acción	P1	P2	P3
Logró enfocar el objeto1	4	4	4
Logró encontrar el botón "Hacer Foto"	4	4	4
Compartió la foto correctamente	5	4	4

Durante la evaluación de la aplicación de Identificador de Colores Once, se realizaron 2 tareas orientadas a medir la eficacia y precisión de la herramienta cuando el usuario la utiliza como ayuda para reconocer cualquier color de un objeto determinado y desea compartir o

gestionar la imagen en una aplicación externa. En la tarea 1 los participantes debían identificar rápidamente el color principal de un objeto, haciendo uso de la cámara del dispositivo: Todos lograron completar la tarea de manera satisfactoria con una puntuación máxima de 5 (Muy fácil), con un enfoque perfecto hacia el objeto, donde TalkBack y VoiceOver tuvieron un comportamiento similar al verbalizar de inmediato los colores que la aplicación iba detectando. Tuvieron tiempos de ejecución bastante cortos, entre menos de 1 minuto y 2 minutos aproximadamente, y sólo se registró un error leve de enfoque que no causó inconvenientes. A nivel cualitativo los participantes se mostraron muy tranquilos con la tarea, pues no se requerían configuraciones adicionales y se percibía un manejo sencillo de la aplicación, con una excelente respuesta por parte de los lectores; Sin embargo, el P4 manifiesta que, aunque “La aplicación cumple con el objetivo, debe tener botón de ajustes para configurarla y alguna vibración cuando detecte un color en específico (Es muy básica)”. El P6 se mostró un poco confundido porque la aplicación lee todos los colores que se encuentre a su paso: al colocarle su camisa que tenía varios colores, la aplicación leyó varios colores al tiempo, dejándolo sin saber cuál era el color predominante en su camisa; En tal sentido, el P3 sugiere que “La aplicación debe leer un color y luego el otro para que no haya confusiones”.

En la segunda tarea, se solicitó tomar una fotografía del objeto para compartirla en WhatsApp: Aquí también hubo gran facilidad con la actividad, pues los 3 participantes lograron completarla con puntaje 4, sorteando pequeños desafíos de enfoque y ubicación de botones. En el sistema Operativo iOS el P4 dice que ” No da detalles cuando toma la foto, y que el lector de pantalla debe indicar que se tomó correctamente para poder compartirla”. En la misma línea, el P6 con sistema Android complementa indicando que “A veces no toma bien la foto, es difícil lidiar con eso”. Los resultados reflejan que el Identificador de Colores ofrece una experiencia

accesible y fácil de manejar destacando su rapidez, aunque debe mejorar en la precisión del color exacto enfocado.

Por ser una aplicación diseñada exclusivamente para la población con discapacidad visual, se realizaron 3 pruebas para medir su alcance y desempeño desde ambos sistemas operativos.

WhatsApp

Tabla 5

Tarea 1. Reaccionar a un Estado

Acción	P1	P2	P3
Logró acceder a la pestaña de Estados	5	2	5
Logró abrir el estado de prueba	5	2	5
Logró activar el panel de reacción	4	2	1
Tiempo total de ejecución	2 minutos	Más de 4 minutos	2 minutos
Número de errores	2	4	2

Tabla 6

Tarea 2. Descargar y Abrir un Documento PDF

Acción	P1	P2	P3
Logró identificar el archivo PDF	5	3	5
Logró iniciar la descarga	5	4	5
Logró abrirlo en la app externa	5	4	5
Tiempo total de ejecución ¹	Menos de 1 minuto	1 minuto	1 minuto
Número de errores ¹	0	0	0

Tabla 7

Tarea 3. Compartir Ubicación en Tiempo Real con uno de los Contactos

Acción	P1	P2	P3
Logró acceder al menú de adjuntos	5	5	5
Identificó la opción de Ubicación	5	3	5

Compartió la ubicación correctamente	5	4	5
Tiempo total de ejecución ²	1 minuto	2 minutos	2 minutos
Número de errores ²	0	1	0

Con la evaluación de esta aplicación, imprescindible en el día a día de todas las personas, por su eficiencia en la comunicación y transferencia de información, se buscaba valorar que tan accesible podría ser en el uso con lectores de pantalla por parte de las personas con discapacidad visual, para interactuar de manera independiente con el resto de la sociedad sin depender de terceros o ayudas adicionales.

En esta prueba de usabilidad, se propusieron 3 tareas principales. En la tarea 1, los participantes debían buscar un estado que les llamara la atención y reaccionar a él: Los resultados mostraron un rendimiento desigual, pues no todos los participantes lograron encontrar la pestaña de estados: P7 y P8 completaron la tarea con éxito y puntuaciones altas (5 y 5), y P2 evidenció dificultades con valores bajos (2). El P8 dice que “No frecuenta la reacción de estados pero la tarea es sencilla”; mientras que los P2 y P7 tuvieron dificultad para encontrar y desplegar el panel de reacciones con TalkBack y VoiceOver respectivamente. Se registró un tiempo bastante alto de más de 4 minutos para el P2, los demás con tiempos similares de 2 minutos de ejecución. En términos cualitativos, P7 afirma que “El panel de reacción no se encuentra visible, se puede responder, pero no agregar reacciones a los estados”. Además, todos 3 tuvieron errores y se mostraron algo frustrados por no hacer la tarea, dejando claro que no frecuentan mucho la pestaña de estados, debido a que la gente casi siempre publica contenidos sin descripciones que los lectores no pueden leer. En general, esta tarea evidenció una curva de aprendizaje más pronunciada y dependencia del nivel de familiaridad con la interfaz.

Caso contrario sucedió con la tarea 2 en la que, los participantes debían abrir un documento PDF recibido a través de WhatsApp: En esta prueba todos los participantes

completaron exitosamente el proceso, con puntajes entre 4 y 5 sin errores y en tiempos muy breves de 1 minuto. Se puede evidenciar una experiencia de usuario muy satisfactoria y eficiente, sustentada en una interfaz clara con botones debidamente etiquetados para la acción, en ambos sistemas operativos. Los análisis cualitativos afirman que, es una actividad muy sencilla y la realizan frecuentemente; Sin embargo, el P7 a veces encuentra dificultades pues dice que “Hay ocasiones en las que no lee nada, al abrir el PDF el lector se queda callado. Se debe mejorar la accesibilidad y compatibilidad en los PDF con lectores de pantalla”, aunque esto directamente no se encuentra relacionado con dificultades propias de WhatsApp y no interfiere con la tarea.

Finalmente, en la tarea 3, los usuarios tenían como objetivo compartir la ubicación en tiempo real con alguno de sus contactos, esta acción involucraba varios pasos que deben llevarse a cabo en el menú de opciones para adjuntos de WhatsApp: En los resultados se puede observar un comportamiento sobresaliente y generalizado, pues los 3 participantes completaron la tarea sin mayores inconvenientes, con puntajes de 5 y tiempos aproximados a 2 minutos y un solo error. En los comentarios de los participantes se destaca el del P7 quien dice que “Le parece muy útil, pero hay momentos en los que no encuentra el botón para elegirla, siempre comparte la ubicación precisa, no la real”. Para el resto de usuarios es una función que se encuentra fácilmente y existe total interacción con TalkBack y VoiceOver en las diferentes opciones y la aplicación confirma cuando se comparte la ubicación correctamente.

En síntesis, WhatsApp ofrece una experiencia satisfactoria y accesible en tareas esenciales del día a día, aunque podría seguir mejorando para que todos los usuarios sin importar condición puedan hacer uso de todas sus funciones de una manera autónoma. Caso concreto de ello, consiste en mejorar el acceso a los estados y sus reacciones, para que las personas ciegas puedan

interactuar fácilmente con dicha función, logrando obtener toda la información con el apoyo de lectores de pantalla.

Gmail

Tabla 8

Tarea 1. Buscar 2 Correos sin Leer y Marcarlos como Leídos

Acción	P1	P2	P3
Logró seleccionar el correo sin leer	4	5	5
Logró marcar el correo como leído	2	5	5
El sistema anunció el estado de los correos	No	Si	No
Tiempo total de ejecución	3 minutos	1 minuto	2 minutos
Número de errores	4	0	2

Tabla 9

Tarea 2. Redactar un Correo, Adjuntar Archivo y Enviar

Acción	P1	P2	P3
Logró encontrar el botón 'Redactar'	5	5	1
Logró rellenar los campos "Para" y "Asunto"	5	5	5
Logró encontrar y utilizar el botón "Adjuntar Archivo"	4	5	1
Logró seleccionar y adjuntar el archivo correctamente	3	5	5
Logró enviar el correo	Si	Si	Si
Tiempo total de ejecución1	Más de 4 minutos	2 minutos	3 minutos
Número de errores1	0	0	2

Tabla 10

Tarea 3. Buscar un Correo y Reenviarlo

Acción	P1	P2	P3
Logró encontrar y utilizar la función de búsqueda	5	4	5
Logró abrir el correo para reenviar	5	5	5
Logró encontrar el menú de "Reenviar"	5	5	5
Tiempo total de ejecución2	3 minutos	3 minutos	2 minutos

Número de errores ²	0	1	2
--------------------------------	---	---	---

Otra de las aplicaciones que ocupó la atención en este proyecto investigativo, fue Gmail, una aplicación que por su versatilidad y sencillez es la preferida por muchos usuarios para gestionar su correo electrónico. En esta evaluación, se establecieron 3 tareas clave orientadas a medir la facilidad de acceso para gestionar el correo electrónico desde los dispositivos móviles con lectores de pantalla. En la tarea 1, los participantes debían buscar 2 correos que tuvieran sin leer y marcarlos como leídos: Los hallazgos demostraron que 2 de los 3 participantes lograron realizarlo con puntajes altos de 4 y 5; El P1 con sistema operativo Android, presentó mayor dificultad con un puntaje de 2 y tiempo prolongado de 3 minutos y 4 errores contabilizados: Dice que “Se debe mejorar para que el lector notifique que se hizo la marcación de leído”; Y aunque para el P11 de sistema operativo iOS “Es algo cotidiano, no encontró el botón marcar como leído, para marcarlo lo hizo abriendo directamente el correo”. Finalmente, los usuarios señalaron que la búsqueda del correo es sencilla, pero la confirmación de leído no siempre se escucha; A pesar de ello, los participantes reconocieron la buena estructuración general del buzón y la claridad de navegación entre carpetas en ambos sistemas.

En la tarea 2, se les solicitó redactar un correo, adjuntar un archivo y enviarlo. Los resultados arrojados fueron mixtos: 2 participantes lograron completar el proceso con eficiencia y destreza con puntajes de 5 y tiempos menores a 3 minutos; sólo 1 presentó dificultades en la localización de los botones de redactar y adjuntar archivo, con puntajes relativamente bajos de 1 y 3, y 2 errores, que al final lograron ser resueltos. Todos consiguieron el objetivo esperado, y destacaron el uso de Gmail en los celulares más que todo para leer correos, pues prefieren enviarlos desde el computador, consideran que es más cómodo para la digitación, la ubicación de opciones y el cargue de archivos. Cualitativamente el P11 manifiesta que “Es una tarea bastante

buena, porque se necesita enviar documentos urgentes y no tiene computador. Tiene los archivos en OneDrive. Considera más útil compartiendo desde la ubicación del archivo. No utilizó redactar”. Esto significa que los usuarios utilizan sus propias estrategias para hacer la tarea de la manera más cómoda que encuentren que les permita ser rápidos y efectivos.

En la Tarea 3, los participantes debían buscar un correo y reenviarlo, proceso que todos completaron con éxito, obteniendo puntajes de 4 y 5, con tiempos entre dos y tres minutos y pocos errores. Esta tarea fue percibida como intuitiva y accesible, gracias a la funcionalidad de búsqueda de Gmail y al etiquetado correcto de las opciones. Los comentarios reflejaron satisfacción general: El P1 indica que “Es extremadamente fácil, permite realizar el procedimiento sin ningún problema”; mientras que el P11 dice que “No suele usar mucho el reenviar porque no se reenvían los adjuntos”, sugiere que se clarifiquen estas opciones para un mejor entendimiento por parte del usuario.

En conclusión, los resultados cuantitativos y cualitativos indican que Gmail ofrece una experiencia funcional y accesible en tareas principales en ambas plataformas, aunque ciertas funciones y botones secundarios podrían optimizarse para garantizar una interacción más fluida con los lectores de pantalla.

Lazarillo

Tabla 11

Tarea 1. Buscar y Seleccionar un Lugar Cercano al que Quiera ir Caminando

Acción	P1	P2	P3
Logró encontrar las opciones de búsqueda	5	5	4
Logró seleccionar el destino correcto de la lista	5	5	4
El sistema anuncia por voz el inicio de la ruta	Si	Si	Si
Tiempo total de ejecución	2 minutos	4 minutos	1 minuto

Número de errores	1	0	0
-------------------	---	---	---

Tabla 12*Tarea 2. Guardar la Ubicación en la Lista de Favoritos*

Acción	P1	P2	P3
Logró encontrar la opción	5	5	5
Logró encontrar y seleccionar la opción "Guardar/Favorito"	5	5	5
El sistema confirma que fue guardado	Si	Si	Si
Tiempo total de ejecución1	Menos de 1 minuto	Menos de 1 minuto	Menos de 1 minuto
Número de errores1	0	0	0

Tabla 13*Tarea 3. Iniciar y Detener la Guía de Exploración para ir a el Lugar Favorito*

Acción	P1	P2	P3
Logró acceder a la lista de 'Favoritos'	5	5	1
Logró seleccionar el destino guardado	5	5	1
Logró encontrar y presionar el botón de "Iniciar Exploración"	5	5	1
Logró encontrar el botón para "Detener Exploración"	5	5	1
Tiempo total de ejecución2	1 minuto	2 minutos	4 minutos
Número de errores2	0	0	3

En las pruebas de usabilidad relacionadas con la aplicación Lazarillo, se colocaron 3 tareas destinadas a evaluar la accesibilidad, precisión de la navegación asistida y la interacción con la herramienta en la movilidad de las personas ciegas. La tarea 1 consistió en buscar y seleccionar un lugar cercano al que desearían ir caminando, comprobando la eficacia de búsqueda y la claridad de las instrucciones auditivas para llegar al destino. Todos lograron completar la tarea exitosamente, con puntuaciones de 4 y 5, tiempos relativos entre 1 y 4 minutos y con un margen mínimo de errores. Para todos los casos tanto TalkBack como VoiceOver anunciaron

oportunamente el inicio de la ruta, dejando ver una alta compatibilidad con lectores de pantalla. En los comentarios más destacados P13 señala que “No interactúa permanentemente con la aplicación, sin embargo, considera que ofrece muchas alternativas y lugares”; Caso contrario sucede con el P4 quien entre sus observaciones y análisis dice que, “Se debe poner mucha atención, a veces da una orientación equivocada por el celular mal ubicado. La ubicación depende de como tengas ubicado el teléfono”

En la tarea siguiente, los participantes tenían que guardar la ubicación seleccionada previamente en la lista de favoritos: Los 3 participantes completaron el ejercicio sin problemas, obteniendo una puntuación excelente 5/5 (Muy fácil), sin errores y en menos de 1 minuto. Se consiguió una interacción inmediata y consistente en ambos sistemas operativos, logrando evidenciar una estructura de menús y opciones adecuada, con retroalimentación excelente por parte de los lectores de pantalla al momento de hacer el guardado del lugar. A nivel general, se pudo observar que los usuarios se sintieron cómodos con la tarea, afirmando que es muy fácil acceder a la opción de guardar. En el sistema iOS cabe destacar que el P13 “Pudo guardar sin problema el lugar, pero dice que la voz de la aplicación se interpone entre la lectura del VoiceOver, lo que hace que no se puedan escuchar bien las opciones brindadas por el lector”.

En la tarea 3, se buscó que los participantes logran iniciar y detener la guía de exploración con la que iban a ir al lugar previamente guardado, lo que implicaba ir a buscar el lugar a la lista de favoritos: 2 participantes lograron realizar la tarea sin dificultad, con puntajes perfectos de 5; El P13 no pudo realizarla con puntajes mínimos de 1 (Muy difícil) principalmente por dificultades en la localización de los botones “iniciar y detener exploración”. Los tiempos oscilaron entre 1 y 4 minutos. Desde el punto de vista cualitativo, el P13 con sistema iOS dice que “No logró encontrar las opciones para iniciar y detener la exploración, dice que no le

apareció por ninguna parte, lo intentó en 3 veces”; contrario al P4 con sistema Android que, “Pese a que nunca lo había hecho, le parece fácil. Para ir atrás debe darle con el gesto nativo del celular, la aplicación debe tener un botón propio para ir atrás”. Los participantes valoraron la aplicación, posicionándola como una de las más usadas por la población con discapacidad visual, destacando la claridad de la voz guía y la efectividad del sistema de exploración, para conseguir total independencia al moverse en lugares desconocidos, o simplemente buscar un lugar de interés.

Tomando en consideración los resultados anteriores, se puede evidenciar que Lazarillo proporciona una experiencia accesible, intuitiva y confiable para la orientación urbana, destacando su eficiencia en la guía por voz, aunque se recomienda mejorar la visibilidad y localización de ciertas opciones para usuarios principiantes.

YouTube

Tabla 14

Tarea 1. Buscar un Video que le Llame la Atención

Acción	P1	P2	P3
Logró encontrar el campo de búsqueda	5	5	5
Logró ingresar el término de búsqueda	5	5	3
Tiempo total de ejecución	1 minuto	1 minuto	1 minuto
Número de errores	0	0	1

Tabla 15*Tarea 2. Seleccionar el Video y Reproducirlo*

Acción	P1	P2	P3
Logró identificar el resultado de la lista	5	5	5
Logró reproducir el video	5	5	5
Logró pausar el video correctamente	5	5	5
Tiempo total de ejecución ¹	Menos de 1 minuto	Menos de 1 minuto	Menos de 1 minuto
Número de errores ¹	0	0	0

Tabla 16*Tarea 3. Suscribirse a un Canal y Acceder a la Campana de Notificaciones*

Acción	P1	P2	P3
Logró acceder a la página del canal	5	3	4
Logró encontrar y presionar el botón "Suscribirse"	5	3	1
Logró activar la campana de notificaciones	5	3	1
Tiempo total de ejecución ²	Menos de 1 minuto	4 minutos	3 minutos
Número de errores ²	0	3	2

YouTube al igual que WhatsApp es una aplicación que no puede faltar en ningún dispositivo móvil, para temas de entretenimiento, educativos, concentración o relajación. En el proyecto investigativo fue una de las aplicaciones con mayor uso. El objetivo era observar como las personas con discapacidad visual interactuaban y navegaban por la herramienta haciendo uso de los lectores de pantalla. En la tarea 1 los participantes buscaron un video de interés mediante el campo de búsqueda de la aplicación: Los puntajes fueron positivos, pues todos completaron la tarea sin inconvenientes, con puntuaciones altas 2 en muy fácil, 1 en 3 equivalente a neutro, con tiempos de 1 minuto y un único error que no supuso atrasos. Esto demuestra una interacción

eficiente y un diseño de búsqueda accesible, donde los controles principales están bien etiquetados y son detectados sin dificultad por TalkBack y VoiceOver. En términos cualitativos, P10 confirma que “El YouTube brinda la suficiente accesibilidad para buscar”, y P12 considera que “Le parece mejor dictarle, suele usar el teclado cuando no quiere que nadie sepa que está haciendo o buscando”. En conclusión, se evidenció agilidad, comodidad y una experiencia satisfactoria para los usuarios.

Siguiendo con el video, en la tarea 2 se les pidió reproducirlo y pausarlo: el desempeño fue excelente para las 3 pruebas. Los 3 participantes lograron identificar el resultado deseado, reproducirlo y pausarlo sin dificultades en menos de 1 minuto. A nivel cualitativo, Los participantes valoraron la claridad de la retroalimentación auditiva y el etiquetado correcto de los botones de reproducción, afirmando que “es fácil controlar el video, el lector lee bien los botones y se entiende cuándo el video está pausado o en reproducción”.

Finalmente en la tarea 3, los participantes debían encontrar un canal de su interés, suscribirse y activar la campana de notificaciones: En esta tarea si se tuvo una variabilidad alta, pues sólo 1 participante logró completarla, con puntajes de 5; Mientras que los otros 2 presentaron dificultades en la ubicación de los botones de suscripción y notificaciones, con tiempos prolongados donde intentaban encontrar las opciones, con puntajes de 3 y 1. En los comentarios, P10 señala que “Luego de 3 intentos logró hacer la suscripción, la configuración del canal no le permitía encontrar el botón. Pero al final si lo logró”. Por su parte P12 “No fue capaz de realizar la tarea, no encontró el botón de suscripción, dice que no sabe por qué, si está inscrita en varios canales y lo hace frecuentemente”.

En síntesis, los resultados cuantitativos y cualitativos indican que YouTube ofrece una experiencia accesible y fluida en funciones básicas como búsqueda y reproducción, aunque las acciones secundarias, como suscribirse o gestionar notificaciones, requieren mejoras en su visibilidad y etiquetado para fortalecer la accesibilidad general de la plataforma en ambos sistemas operativos móviles.

Be My Eyes

Tabla 17

Tarea 1. Tomar Foto a Medicamento y Averiguar de qué Tipo es yCuál es su Uso

Acción	P1	P2	P3
Logró activar la cámara y mantener el enfoque	5	2	4
Logró obtener una descripción clara del objeto	4	3	3
Tiempo total de ejecución	3 minutos	Más de 4 minutos	2 minutos
Número de errores	2	3	1

Tabla 18

Tarea 2. Buscar un Voluntario para que Describa el Detalle de la Camisa que Lleva Puesta

Acción	P1	P2	P3
Logró identificar la opción para llamar a un voluntario	4	4	5
Logró entender y percibir claramente la descripción de la prenda	5	5	5
Como fue la interacción con el voluntario para expresar su necesidad y enfocar el objeto que quería describir	4	5	5
Tiempo total de ejecución ¹	2 minutos	2 minutos	3 minutos
Número de errores ¹	0	0	0

Be My Eyes es otra de las aplicaciones insignia dentro del ecosistema de herramientas diseñadas para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Su uso

constante y su innovadora propuesta de conectar a usuarios con voluntarios que “prestan sus ojos por un instante” la han convertido en un referente de accesibilidad e inclusión digital. Más allá de su funcionalidad técnica, la aplicación destaca por su enfoque humano y colaborativo, al combinar tecnología y solidaridad para brindar apoyo visual en tareas cotidianas, reforzando así la autonomía y la participación activa de esta población.

En este contexto, se evaluaron 2 tareas destinadas a valorar la efectividad de respuesta de la aplicación, y la fluidez e interacción de los participantes con el entorno de asistencia. Así mismo, el etiquetado de botones y la visibilidad de las diferentes opciones.

En la tarea 1, los participantes debían consultar un frasco de medicamento para averiguar su tipo y uso, con el objetivo de observar la efectividad del enfoque, la precisión y rapidez de la aplicación durante la identificación, la información obtenida y la claridad del proceso: Los resultados muestran una variabilidad muy notoria, con puntajes oscilando entre 2 y 5, con tiempos de ejecución entre 2 y 4 minutos, errores leves y moderados: Los errores reflejan la dificultad debido a la carencia de visión para enfocar el objeto, puesto que al no poder verlo, se puede tomar la foto muy cerca, muy lejos, o totalmente desenfocada. Se requirió de varios intentos hasta obtener una imagen nítida y reconocible. Así lo manifestó el P5 quien “Se sintió un poco frustrado por no detectar el objeto fácilmente. Sugirió que la aplicación debería dar más indicaciones para enfocar mejor”; En cambio al P13 “Le gustó mucho los sonidos mientras espera que procese la imagen. Tubo que enfocar el medicamento en 2 veces, pero al final logró saber el nombre y una parte de las indicaciones de uso”. En general, la tarea permitió identificar que la aplicación cumple su función principal, aunque el sistema de asistencia automática podría mejorar en precisión y en retroalimentación sonora para el enfoque.

En la tarea 2 se simuló un escenario real, donde el participante debía suponer que se encontraba sólo, y que requería saber cuál era el color y los detalles de la camisa que había escogido para salir: Los 3 participantes completaron el proceso de manera satisfactoria, con promedios entre 2 y 3 minutos dejando ver la rapidez y disponibilidad inmediata por parte de los voluntarios para atender la llamada. No se registraron errores durante la tarea, y los puntajes estuvieron en 4 y 5. En el aspecto cualitativo, cabe anotar el desempeño notorio y eficiente de los 3 participantes, ubicaron de inmediato la función de “Llamar a un Voluntario” y se notaron muy tranquilos al momento de preguntar. El P13 por ejemplo, tuvo una destacada interacción con el voluntario, pues no sólo le preguntó por los detalles de su camisa, sino que también fue más allá, preguntándole si la prenda se encontraba limpia, y si le combinaba con el pantalón que llevaba puesto: Afirma el P13 que “Le pareció bastante formal la chica que lo atendió, incluso le hizo más preguntas de la tarea y, para saber si le estaba diciendo lo correcto el mismo le puso el color a la camisa, y le pidió, además, que le mirara el pantalón para ver si combinaba. Toda la información brindada fue correcta”; Los participantes P1 y P5 coincidieron en la asertividad de los voluntarios, y la forma tan completa de hacer las descripciones.

En conjunto, los resultados muestran que Be My Eyes ofrece una experiencia accesible, intuitiva y de alto valor social, especialmente en tareas que dependen de la visión, aunque recomendaron fortalecer la guía de enfoque automático y la precisión de la cámara para optimizar la experiencia en tareas de reconocimiento visual individual, pues es una herramienta utilizada por muchas personas ciegas para alcanzar autonomía plena en sus actividades diarias.

Voice Dream Scanner

Tabla 19*Tarea 1. Capturar y Hacer la Lectura de un Documento Impreso*

Acción	P1	P2
Logró iniciar la cámara/escáner	4	5
El sistema proporcionó guía de voz/audio	Si	Si
Logró obtener un resultado de OCR correcto	Si	Si
Logró iniciar la lectura del texto reconocido	5	5
Tiempo total de ejecución	1 minuto	2 minutos
Número de errores	1	1

Tabla 20*Tarea 2. Guardar el Texto Reconocido en la Biblioteca*

Acción	P1	P2
Logró encontrar el botón de 'Guardar' u 'Opciones'	5	4
Logró interactuar con el pop-up para nombrar el archivo	4	4
Logró confirmar el guardado	5	5
Tiempo total de ejecución1	1 minuto	2 minutos
Número de errores1	0	1

Voice Dream Scanner es una aplicación exclusiva del entorno iOS, ampliamente reconocida por su capacidad para convertir texto impreso en contenido audible mediante tecnología OCR (reconocimiento óptico de caracteres). Está diseñada especialmente para personas con discapacidad visual, facilitando el acceso a la información impresa de forma autónoma. En el marco de las pruebas de usabilidad, se evaluaron dos tareas clave orientadas a medir la eficiencia de captura, lectura y almacenamiento de documentos.

En la Tarea 1, los participantes debían capturar y hacer la lectura de un documento impreso, verificando la guía auditiva y la precisión del reconocimiento del texto. Los resultados

cuantitativos fueron positivos: ambos participantes completaron la tarea exitosamente con puntuaciones de 4 y 5, tiempos de uno a dos minutos y un solo error cada uno. Esto evidencia una interacción ágil y una alta compatibilidad con el lector de pantalla, además de una curva de aprendizaje baja. En los comentarios el P8 destaca que “La aplicación ha sido muy desarrollada para este tipo de finalidades gracias a la voz”, coincidiendo con el P10 que “La considera útil para leer fotocopias o cosas necesarias. Brinda el sonido para saber que se está realizando un buen enfoque del texto”.

La Tarea 2 consistió en guardar el texto reconocido en la biblioteca interna de la aplicación: Ambos participantes ejecutaron la tarea sin inconvenientes, con puntuaciones entre 4 y 5 y tiempos perfectos entre 1 y 2 minutos, lo que evidencia una aplicación bastante ordenada cumpliendo a cabalidad con las funciones para las que fue diseñada. En términos cualitativos, es necesario mencionar que los P8 y 10 destacaron su accesibilidad y fácil manejo, aunque no todas las personas pueden disfrutar de sus funcionalidades por ser de alto costo.

En conjunto, los resultados cuantitativos y cualitativos reflejan que Voice Dream Scanner para iOS ofrece una experiencia de uso sólida, accesible y coherente con las necesidades de usuarios con discapacidad visual, destacando por su precisión en la lectura OCR, su compatibilidad con lectores de pantalla y su diseño inclusivo. No obstante, debe continuar mejorando en las guías sonoras durante las capturas para optimizar la precisión de enfoque y garantizar una experiencia aún más fluida.

Voice Dream Reader

Tabla 21*Tarea 1. Importar una Foto desde una Fuente Externa*

Acción	P1	P2
Logró encontrar la opción de "Añadir/Importar"	5	4
Logró navegar por el selector de archivos del sistema	5	5
Logró seleccionar y confirmar la importación del documento	5	4
El documento apareció en la Aplicación	Si	Si
Tiempo total de ejecución	Menos de 1 minuto	3 minutos
Número de errores	0	1

Tabla 22*Tarea 2. Cambiar la Voz de Lectura y Velocidad*

Acción	P1	P2
Logró acceder al menú de 'Ajustes de Voz'	2	1
Logró cambiar la voz de lectura	5	1
Logró encontrar y ajustar el slider de velocidad	5	1
Tiempo total de ejecución1	3 minutos	4 minutos
Número de errores1	2	3

Voice Dream Reader es una de las aplicaciones más reconocidas del ecosistema iOS por su aporte a la accesibilidad en la lectura de textos. Diseñada especialmente para personas con discapacidad visual, esta herramienta permite importar documentos desde diversas fuentes, personalizar la voz de lectura y ajustar la velocidad según las preferencias del usuario.

En la Tarea 1, los participantes debían importar una foto desde una fuente externa y verificar su correcta incorporación en la aplicación: Ambos lograron completar el proceso exitosamente, con puntuaciones altas (4 y 5) y tiempos de ejecución que oscilaron entre menos de un minuto y tres minutos, con un número mínimo de errores. Sin embargo, el P11 dice que

“Aunque es una aplicación muy útil y permite hacer lectura fácilmente de documentos, importó fue un PDF compartiéndolo desde WhatsApp, dice que no encontró la opción para importar directamente una foto desde la galería del teléfono” como se solicitó en la tarea; El P7 tuvo un desempeño destacable realizando la tarea en menos de 1 minuto.

En la Tarea 2, los participantes tuvieron que cambiar la voz de lectura y ajustar la velocidad, y se observaron mayores desafíos. Los puntajes oscilaron entre 1 y 5, con tiempos de ejecución prolongados (entre tres y cuatro minutos) y varios errores registrados. Esto sugiere que el menú de configuración de voz presenta barreras de accesibilidad, principalmente por su estructura de navegación y etiquetado poco intuitivo. Los comentarios cualitativos reforzaron esta percepción: El P11 afirmó que “Valora la aplicación, pues tiene una interfaz fácil para hacer lectura; Sin embargo, al ser una aplicación de Apple de alto costo, no tenía la suficiente experiencia con la interacción y no logró encontrar las opciones para realizar el cambio de voz y velocidad”; contrario al P7 quien nuevamente tuvo una participación destacable pues “Le pareció muy sencillo el cambiar la voz aunque tuvo que buscar y volver a importar el documento para encontrar la opción en la reproducción”.

En conclusión, Voice Dream Reader ofrece una experiencia accesible, confiable y altamente funcional en la lectura de documentos digitales, destacando por su desempeño al importar archivos y su integración con el lector de pantalla y las funciones nativas de iOS. No obstante, requiere optimizaciones en la configuración avanzada de voz y velocidad para hacer que la personalización de la voz sea tan accesible como el resto de sus funcionalidades.

@Voice

Tabla 23*Tarea 1. Importar Texto del Portapapeles y Colocar en Lectura*

Acción	P1	P2
Logró encontrar la opción de "Pegar/Importar Texto"	3	5
Logró pegar el texto correctamente	3	5
Logró iniciar la lectura del texto	5	5
Tiempo total de ejecución	2 minutos	1 minuto
Número de errores	2	0

Tabla 24*Tarea 2. Configurar el Idioma de Lectura*

Acción	P1	P2
Logró acceder al menú de Configuración	3	5
Logró identificar la opción "Idioma de Lectura" o similar	3	5
Logró cambiar la configuración del idioma	3	5
Tiempo total de ejecución ¹	3 minutos	Menos de 1 minuto
Número de errores ¹	2	0

Tabla 25*Tarea 3. Renombrar un Documento*

Acción	P1	P2
Logró acceder al listado de documentos	3	1
Logró encontrar la opción "Renombrar"	3	1
Logró editar el título en el campo de texto	4	1
Tiempo total de ejecución ²	3 minutos	Más de 4 minutos
Número de errores ²	4	3

@Voice es la aplicación paralela a Voice Dream Reader en el entorno Android, ambas diseñadas con un propósito común: facilitar el acceso a la información escrita mediante lectura

hablada para personas con discapacidad visual. Durante las pruebas de usabilidad, se propusieron tres tareas orientadas a evaluar la eficiencia de interacción, la accesibilidad del menú de configuración y la claridad en la gestión de archivos de lectura.

En la Tarea 1, se solicitó a los participantes importar un texto desde el portapapeles y colocarlo en lectura, con el fin de comprobar la facilidad del proceso. Los resultados mostraron diferencias notables: mientras el P3 completó todas las acciones sin errores y en un minuto, el P9 tuvo mayores dificultades (puntuaciones de 3 en las primeras dos acciones, dos errores y un tiempo total de dos minutos), lo que refleja una experiencia variable según la familiaridad del usuario con la aplicación y la claridad de los menús. En los comentarios cualitativos, el P3 indicó que “Es una aplicación muy útil para las personas con discapacidad visual ya que lee el texto en voz alta con su propia voz”; mientras el P9 (Que encontró más dificultades) dice que “Utiliza otra aplicación que le parece más fácil de utilizar”.

En la Tarea 2, se les propuso configurar el idioma de lectura de la aplicación: Aquí se observó nuevamente una brecha de desempeño entre ambos usuarios. Mientras P3 completó la tarea sin errores y en menos de un minuto, P9 presentó mayor dificultad (puntuaciones de 3 y dos errores). Estos resultados evidencian que la estructura del menú de configuración podría mejorarse para facilitar su ubicación con lectores de pantalla, ya que algunas opciones no son detectadas o se encuentran en submenús poco intuitivos. En los comentarios el P9 dice que “Como no utiliza la aplicación fue difícil acceder a la configuración, pero al final logró hacerlo”; El P3 por su parte, “Logró encontrar la opción fácilmente para cambiar el idioma, ya por defecto se encontraba en español”.

En la Tarea 3, relacionada con renombrar un documento, se evidenció el mayor desafío de interacción. Ambos participantes reportaron errores (cuatro y tres respectivamente) y tiempos de ejecución prolongados, especialmente el P3, con más de cuatro minutos. Los puntajes bajos (entre 1 y 4) indican problemas de accesibilidad y navegación en la gestión de archivos, particularmente en la ubicación del campo para renombrar los archivos y los botones de confirmación. En los comentarios cualitativos, ambos participantes coincidieron en que “Acceder fue difícil”; El P3 indica que “No pudo realizar la tarea, no encontró la opción para renombrar el archivo, aunque si lo abrió en la aplicación. Dice que esa opción tan elemental debería estar más visible en la aplicación”; El P9 no logró encontrar el campo de texto y editar el nuevo nombre “Como lo hizo en un celular que no era el suyo, acceder fue difícil”.

Los resultados cuantitativos y cualitativos evidencian que @Voice, como contraparte de iOS en el entorno Android, ofrece un desempeño sólido en su función principal de lectura hablada, aunque presenta limitaciones en tareas secundarias y de configuración, donde la accesibilidad aún puede fortalecerse. Su potencial radica en la flexibilidad del sistema de lectura, la claridad de la voz y la gratuidad, pero requiere ajustes en diseño y etiquetado para realizar funciones tan básicas como renombrar un archivo.

Análisis de las Entrevistas

Al analizar las entrevistas realizadas a los participantes, se evidencia una trayectoria prolongada en el uso de dispositivos móviles y lectores de pantalla lo que refleja un alto grado de adaptación tecnológica, la mayoría inició su experiencia entre los años 2012 y 2014, época de transición de los teléfonos con teclas a los primeros smartphones táctiles, esta evolución marcó un cambio significativo en su autonomía, ya que el uso de lectores de pantalla como TalkBack y

VoiceOver permitió ampliar las posibilidades de interacción y comunicación. El dominio de estos recursos demuestra que las personas con discapacidad visual no solo se han apropiado de las herramientas tecnológicas, sino que han desarrollado competencias avanzadas para su uso, incluso antes de que los sistemas actuales alcanzaran los niveles de accesibilidad que hoy ofrecen.

En cuanto al sistema operativo preferido, se observa una distribución equilibrada entre usuarios de iOS y Android, aunque con valoraciones diferenciadas, ya que algunos participantes que utilizan iPhone destacan la estabilidad y coherencia del sistema en materia de accesibilidad, mientras que los usuarios de Android resaltan su progresiva evolución y la flexibilidad que ofrece para personalizar la experiencia o usar aplicaciones modificadas. Esta diversidad permite identificar un punto de encuentro entre ambos ecosistemas: aunque se diferencien en sus metodologías de interacción, ambos han permitido alcanzar altos niveles de autonomía, sin embargo, los participantes coinciden en que las actualizaciones frecuentes, tanto de los sistemas operativos como de las aplicaciones, suelen introducir fallas que afectan la compatibilidad con los lectores de pantalla, lo que genera frustración y dependencia temporal de terceros.

En cuanto al uso cotidiano de las aplicaciones, se refleja una fuerte orientación hacia la mensajería, aplicaciones bancarias, redes sociales y servicios de transporte. Aplicaciones como WhatsApp, YouTube, Lazarillo, Bancolombia y Be My Eyes son recurrentemente mencionadas por su utilidad y nivel de accesibilidad. No obstante, se identifican barreras recurrentes relacionadas con botones sin etiquetar, gráficos no descriptivos, formularios inaccesibles y desajustes en el foco de lectura, estas limitaciones no solo obstaculizan la navegación, sino que también afectan la seguridad y autonomía de los usuarios, especialmente en aplicaciones bancarias o de transporte. Los testimonios reflejan que, aunque el avance tecnológico es notorio,

persisten brechas estructurales derivadas del desconocimiento o la falta de pruebas inclusivas por parte de los desarrolladores.

Frente a estas barreras, las estrategias personales de los participantes muestran creatividad, resiliencia y un alto nivel de autoeficacia ya que muchos recurren a comunidades de apoyo, grupos tecnológicos o a herramientas de reconocimiento de pantalla como Be My Eyes para resolver obstáculos. Otros prefieren contactar directamente a los desarrolladores o recurrir temporalmente a ayuda visual de terceros, sin embargo, todos coinciden en que estas estrategias, aunque efectivas, no sustituyen la necesidad de una accesibilidad garantizada desde el diseño.

Finalmente, se interroga a los participantes sobre las recomendaciones que darían a un desarrollador, y, al analizar las respuestas, todas apuntan a un mismo eje: la inclusión de personas con discapacidad visual en las etapas de diseño, prueba y evaluación de las aplicaciones, también proponen incorporar el etiquetado correcto de botones e imágenes, realizar pruebas de accesibilidad previas al lanzamiento y establecer canales de comunicación efectivos para reportar fallas. Además, se enfatiza la importancia de un cambio cultural en la industria tecnológica: reconocer a esta población como usuarios y consumidores reales, cuya experiencia debe ser considerada no desde la compasión, sino desde la equidad en el acceso digital.

Recomendaciones

Etiquetado de Botones y Controles Interactivos

Durante la evaluación de las aplicaciones móviles analizadas, se evidenció que los usuarios con discapacidad visual tuvieron dificultades para interactuar con ciertos elementos de la interfaz, como botones y deslizadores, debido a la falta de etiquetado accesible o a la ausencia de nombres descriptivos reconocibles por los lectores de pantalla. Cuando los botones carecen de información accesible, el lector de pantalla solo indica que hay un botón, pero no especifica la acción del mismo. De acuerdo con las pautas de accesibilidad WCAG 2.1, en especial los criterios de conformidad 4.1.2 (Nombre, Rol, Valor) y 2.1.1 (Teclado), se hace necesario que todos los componentes interactivos cuenten con una etiqueta accesible (label) correctamente definida, que comunique su función, rol y estado al usuario mediante los lectores de pantalla. La implementación de estas prácticas favorecerá una experiencia de uso más coherente, autónoma y universal, asegurando que los usuarios puedan comprender y manipular eficazmente cada elemento dentro de las aplicaciones móviles, tal como lo establecen los principios de perceptibilidad, operabilidad y robustez definidos por el W3C.

Retroalimentación Auditiva y Mensajes Emitidos por los Lectores de Pantalla

En el análisis de las aplicaciones móviles evaluadas, se observó que en algunos casos los lectores de pantalla TalkBack y VoiceOver, no proporcionaron una retroalimentación auditiva suficiente o precisa al ejecutar ciertas acciones, como indicar el enfoque perfecto de un objeto, confirmar la captura de la foto, anunciar el cambio de estado de los correos o informar el guardado correcto de un archivo. Esta falta de información puede generar confusión y alterar la fluidez en la interacción por parte de las personas con discapacidad visual, porque no les queda claro si se llevó a cabo la acción de manera correcta. Siguiendo los lineamientos de las Pautas de

Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1), en lo relacionado con los principios de comprensibilidad y operabilidad, se recomienda que las aplicaciones móviles integren mensajes auditivos claros y consistentes que describan los resultados de las acciones del usuario y los cambios en la interfaz. Asimismo, dichos mensajes deben ser anunciados de manera inmediata por el lector de pantalla, sin requerir exploraciones adicionales; O en su defecto, recurrir a vibraciones o señales sonoras que brinden indicaciones precisas al usuario para que pueda culminar la acción sin contratiempos. Aplicar estas medidas garantiza una comunicación efectiva entre el sistema y el usuario, promoviendo una experiencia más segura, fluida y accesible en entornos móviles.

Navegación Estructurada y Consistencia Semántica

Durante las pruebas de usabilidad realizadas, se pudo establecer que algunos usuarios con discapacidad visual presentaron dificultades para mantener una orientación clara dentro de algunas aplicaciones móviles, especialmente al navegar entre pantallas, encontrar menús o regresar a la vista principal, porque ciertas aplicaciones no contaban con botones propios para regresar a la pantalla anterior, y era muy complicado encontrar botones fundamentales de configuración por ubicarlos en entornos no tan visibles. En concordancia con las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1), particularmente con los principios de operabilidad y comprensibilidad, se recomienda que las aplicaciones mantengan una estructura semántica coherente y jerárquica, donde los elementos de navegación, encabezados, menús y botones conserven su posición y denominación a lo largo de toda la interfaz, y desplieguen de manera sencilla sin contar con elementos gráficos que interfieran la acción mediante el doble toque (Gesto propio en ambos sistemas operativos móviles). Asimismo, es importante que el lector de pantalla anuncie de forma precisa los títulos de las vistas, los niveles de encabezado y los

cambios de contexto para favorecer la orientación del usuario, y que las opciones principales o de uso frecuente se encuentren disponibles en la interfaz inicial. La implementación de estas medidas permitirá una experiencia de navegación predecible y estable, reduciendo la carga cognitiva y fortaleciendo la autonomía de los usuarios.

Accesibilidad Económica y Adaptabilidad a las Condiciones del Entorno

A lo largo de la evaluación de las aplicaciones móviles diseñadas para personas con discapacidad visual, se identificó que algunas de ellas presentan costos elevados o limitaciones en sus versiones gratuitas, lo que restringe el acceso a herramientas esenciales para una población que, en su gran mayoría enfrentan barreras económicas importantes. Teniendo en cuenta los principios de inclusión universal promovidos por las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1) y las recomendaciones del W3C (2025), se sugiere que los desarrolladores diseñen y prioricen modelos de distribución accesibles, con versiones básicas plenamente funcionales y libres de costos que garanticen el máximo aprovechamiento por parte del usuario.

De igual manera, se recomienda que las aplicaciones integren mecanismos de adaptabilidad contextual, especialmente aquellas que dependen de la cámara o del entorno físico para desarrollar sus funciones, incorporando alertas o mensajes auditivos cuando las condiciones de iluminación no sean adecuadas o el sistema no logre enfocar el objeto. La implementación de estas medidas no solo refuerza la accesibilidad técnica, sino también el acceso equitativo a herramientas funcionales, promoviendo un diseño verdaderamente inclusivo que contribuya a subsanar las necesidades propias de las personas con discapacidad visual.

Compatibilidad con Gestos y Accesos Rápidos del Lector de Pantalla

En las entrevistas y pruebas de usabilidad de las aplicaciones móviles, se recolectaron casos en los que ciertas funciones no respondían adecuadamente a los gestos nativos utilizados por los lectores de pantalla, como TalkBack en Android o VoiceOver en iOS. Varios de los participantes mencionaron el caso reciente con una aplicación bancaria que se cerraba al abrirse con VoiceOver activo, y que es muy frecuente ver opciones que no responden al doble toque. Esta falta de compatibilidad limita la interacción autónoma de los usuarios con discapacidad visual y dificulta el acceso fluido a las opciones disponibles. De acuerdo con las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1), especialmente bajo los principios de operabilidad y robustez, se recomienda que las aplicaciones aseguren la total compatibilidad con los gestos y atajos propios de los lectores de pantalla, evitando interferencias con las funciones nativas del sistema operativo. Además, se sugiere incorporar acciones alternativas accesibles como menús contextuales o accesos (Con el doble toque) para garantizar que cada función pueda ejecutarse sin depender de una única forma de interacción. Cumplir con estas prácticas permitirá optimizar la experiencia de navegación táctil, asegurar la interoperabilidad con las tecnologías de asistencia y fortalecer la accesibilidad general de las aplicaciones móviles en todos los aspectos.

Accesibilidad en Contextos Visuales

Durante el desarrollo de las actividades se pudo identificar que existen aplicaciones que no ofrecen una descripción de contenido no textual, por ejemplo, aplicaciones que tienen logos o botones dentro de íconos o gráficos sin la debida descripción, y que no ofrecen campos de texto para agregar contenidos que permitan la identificación de fotografías. Si no existen parámetros de accesibilidad, el lector solo verbaliza “Enlace Gráfico, o texto sobre un fondo negro”. Es fundamental garantizar que las fotografías, íconos, paneles de reacción y otros elementos visuales cuenten con descripciones alternativas precisas y significativas que puedan ser interpretadas por

los lectores de pantalla. En el caso de las imágenes o fotografías, deben incluirse textos descriptivos que transmitan la información esencial del contenido, evitando frases genéricas como “imagen” o “foto”. De igual forma, los paneles de reacciones con emojis o íconos deben implementar etiquetas accesibles que identifiquen claramente el tipo de reacción (por ejemplo, “me gusta”, “me encanta”, “me sorprende”) para asegurar una experiencia inclusiva y comprensible. Estas prácticas responden directamente al principio de perceptibilidad de las WCAG 2.1, orientado a que todo contenido sea presentado de manera que las personas usuarias puedan percibirlo, independientemente de sus limitaciones sensoriales.

Simplificación de Flujos y Reducción de Pasos

En las aplicaciones móviles orientadas a personas con discapacidad visual, resulta esencial optimizar los procesos de interacción reduciendo el número de pasos necesarios para completar tareas frecuentes, como adjuntar archivos, cambiar configuraciones o compartir contenido. En algunas de las tareas propuestas de configuración, varios participantes no lograron completarlas porque las opciones eran difíciles de encontrar. Implementar accesos directos, menús simplificados y opciones de acción rápida contribuye significativamente a mejorar la eficiencia operativa y la experiencia general de uso. Esta práctica no solo favorece la usabilidad, sino que también fortalece el cumplimiento de las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1), al promover interfaces más comprensibles y operables para las personas que utilizan lectores de pantalla como principal medio de asistencia.

Gestión del Foco y Continuidad en la Navegación

Esta es una de las barreras recurrentes que fue identificada durante las pruebas de usabilidad, cuando se está navegando y de repente el foco pierde su estabilidad y se va al

principio o final de la página sin que el usuario se lo pida. Es indispensable garantizar que las aplicaciones mantengan una gestión estable y predecible del foco de navegación, evitando que este se reinicie o se pierda tras ejecutar una acción, cambiar de pantalla, navegar por una lista o cerrar un cuadro de diálogo. La pérdida constante del foco interrumpe la interacción de los usuarios con lectores de pantalla, obligándolos a reiniciar la actividad, aumentando considerablemente la carga cognitiva y haciendo que se pierda la fluidez y rapidez en el proceso. Garantizar que el foco permanezca en el elemento activo, o que retorne y avance de forma lógica al punto anterior o siguiente, permite conservar la secuencia y consistencia con una experiencia de uso más satisfactoria. Esta recomendación está alineada con las pautas WCAG 2.1, particularmente atendiendo a los principios de operabilidad y robustez, que aseguran que las interfaces sean plenamente navegables y funcionales con el apoyo de tecnologías de asistencia.

Evaluación Continua y Participación de Usuarios con Discapacidad Visual en el Desarrollo

Los resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad evidencian la importancia de que se incluyan de manera sistemática a personas con discapacidad visual en todas las etapas del ciclo de desarrollo de aplicaciones móviles, especialmente si son el público objetivo. La accesibilidad no debe considerarse un proceso aislado ni la fase final de validación, sino un componente transversal que acompañe desde la primera etapa del desarrollo basado en el CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) incluso hasta las actualizaciones posteriores, para que sean los mismos usuarios quienes brinden sus apreciaciones y puntos de mejora antes de la producción. En consonancia con los principios de comprensibilidad y robustez establecidos en las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.1) y respaldados por el W3C (2025), se hace énfasis en la implementación de pruebas de usabilidad continuas con usuarios reales, incorporando su retroalimentación en los procesos de mejora y mantenimiento. Este enfoque participativo permite

identificar barreras que no siempre son detectadas en las evaluaciones técnicas y garantiza que las soluciones desarrolladas respondan verdaderamente a las necesidades y expectativas del público objetivo. Fomentar el trabajo colaborativo con las personas usuarias fortalece el principio de diseño universal y consolida el compromiso ético y técnico de las aplicaciones con la accesibilidad digital. Además, muchas personas con discapacidad poseen un conocimiento profundo y un rigor técnico que les permite aportar conclusiones y propuestas de mejora valiosas, contribuyendo activamente a la construcción de soluciones más inclusivas y orientadas al bien común.

Compatibilidad con Tecnologías de Asistencia y Entornos Multiplataformas

Durante el proceso de evaluación de aplicaciones móviles que se encontraban disponibles tanto en la APP Store como en la Play Store de los sistemas iOS y Android, se pudo evidenciar que pese a que son las mismas aplicaciones y tienen las mismas funciones, los comportamientos y verbalizaciones de los lectores de pantalla no son los mismos al interactuar desde un sistema y otro. Para garantizar una experiencia accesible estable y coherente deben desarrollarse bajo estándares que aseguren su correcto funcionamiento con las tecnologías de asistencia disponibles, como los lectores de pantalla TalkBack en Android y VoiceOver en iOS. Cada elemento interactivo, mensaje emergente, opción o cambio de estado debe ser correctamente verbalizado por estas herramientas sin que ello suponga diferencias entre sistemas. De igual manera, la compatibilidad multiplataforma implica que las funciones principales mantengan una estructura y distribución similar en ambos sistemas operativos, y que sean navegables haciendo uso de gestos comunes y compartidos, con el fin de reducir la curva de aprendizaje y evitar confusiones derivadas de los cambios entre un sistema y otro. Esta coherencia técnica en los desarrollos fortalece los principios de robustez y operabilidad establecidos en las pautas WCAG 2.1,

garantizando que las aplicaciones sean perceptibles, comprensibles y funcionales para todas las personas, independientemente del dispositivo que utilicen.

Conclusiones

El estudio permitió evidenciar que la accesibilidad digital continúa siendo un desafío estructural en el diseño y desarrollo de aplicaciones móviles, especialmente para las personas con discapacidad visual, ya que, aunque los avances tecnológicos y la incorporación de lectores de pantalla como TalkBack y VoiceOver han ampliado las posibilidades de autonomía, los resultados muestran que la mayoría de las aplicaciones de uso cotidiano presentan limitaciones en la navegación, etiquetado de botones y compatibilidad con tecnologías de asistencia, estas barreras, más allá de ser fallas técnicas, reflejan la falta de un enfoque inclusivo en las etapas de diseño, validación y actualización de los productos digitales.

Los hallazgos obtenidos a través de las encuestas y entrevistas evidencian que tanto en los sistemas Android como iOS existen diferencias en la experiencia de accesibilidad, pero persiste un patrón común, y es que las actualizaciones frecuentes tienden a romper funcionalidades previamente accesibles, obligando a los usuarios a depender de apoyo visual o asistencia de terceros. Esta situación afecta directamente la autonomía y la percepción de independencia digital, demostrando que la accesibilidad no puede considerarse un atributo opcional, sino un componente esencial del diseño universal.

Del mismo modo, las pruebas de usabilidad realizadas revelaron que las tareas básicas; como leer mensajes, enviar audios o compartir ubicación, presentan niveles variables de dificultad dependiendo del grado de compatibilidad de cada aplicación con los lectores de pantalla. Los participantes manifestaron que las fallas más recurrentes se concentran en los elementos interactivos no etiquetados, en la pérdida del foco de navegación y en la ausencia de retroalimentación auditiva adecuada, estas dificultades se traducen en una experiencia de uso

interrumpida y en la necesidad de recurrir a estrategias personales o comunitarias para compensar las deficiencias del diseño.

En general, el análisis cualitativo permitió identificar que las personas con discapacidad visual son plenamente conscientes de su rol como consumidores digitales y que demandan ser reconocidas como parte del público objetivo de las aplicaciones móviles. Este hallazgo plantea la urgencia de incorporar la voz de los usuarios en las fases de desarrollo, asegurando que los criterios de accesibilidad como los propuestos en las WCAG 2.1 y la norma ISO 9241-171 sean validados en contextos reales de uso. La accesibilidad, en este sentido, no solo representa una obligación ética y legal, sino también una oportunidad para generar productos tecnológicamente sostenibles, competitivos e inclusivos.

Con lo anterior, se concluye que la accesibilidad digital debe integrarse como un principio transversal en la innovación tecnológica. La investigación demuestra que un diseño centrado en el usuario, acompañado de procesos de prueba participativos y de auditorías continuas, permite construir experiencias móviles más equitativas y significativas. Por otra parte, superar las barreras actuales implica no solo aplicar estándares internacionales, sino transformar la cultura del desarrollo digital hacia una visión verdaderamente inclusiva, donde la tecnología sea un medio de autonomía y no un nuevo factor de exclusión.

Anexos

Anexo 1. Evidencias Fotográficas. [Anexo 1. Evidencias Fotográficas](#)

Anexo 2. Pruebas de Usabilidad. [Anexo 2. Pruebas de Usabilidad](#)

Anexo 3. Entrevistas. [Anexo 3. Entrevistas](#)

Referencias

- AARP. (2021, diciembre 22). *Talking prescription drug labels* [Etiquetas de prescripción parlante]. AARP. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de <https://www.aarp.org/personal-technology/talking-prescription-drug-labels/>
- Accesibilidad Web. (s. f.). Niveles de conformidad: A, AA, AAA. Recuperado el 6 de septiembre de 2025, de <https://www.accesibilidad-web.info/niveles-conformidad>
- AFB. (2005). TALKS and Mobile Speak: Speech solutions for Nokia cell phones. American Foundation for the Blind. <https://www.afb.org/aw/6/2/14639>
- 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), 42–65. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5n1.223
- All About Symbian. (2011). Nokia Screen Reader announced – free accessibility software. All About Symbian. https://www.allaboutsymbian.com/features/item/14068_Screen_Reader.php
- Amo, F. A., Hernández, J. P. C. V., Castro, J. L. F., Normand, L. A. M., Sevilla, J. A. M., & Gracia, C. M. (1998). SESAMO: Un sistema experto para la adaptación de puestos de trabajo para personas ciegas. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, (27), 18–32. <https://psykebase.es/servlet/articulo?codigo=266588> 7
- Apple. (2009, June 8). Apple announces the new iPhone 3GS — the fastest, most powerful iPhone yet. Apple Newsroom. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de <https://www.apple.com/newsroom/2009/06/08Apple-Announces-the-New-iPhone-3GS-The-Fastest-Most-Powerful-iPhone-Yet/>

Apple. (2009, June 8). Apple introduces the new iPhone 3GS—the fastest, most powerful iPhone yet. Apple Newsroom. Recuperado el 6 de septiembre de 2025, de

<https://www.apple.com/newsroom/2009/06/08Apple-Announces-the-New-iPhone-3GS-The-Fastest-Most-Powerful-iPhone-Yet/>

Apple. (2025). Usar VoiceOver en el iPhone. Soporte técnico de Apple.

<https://support.apple.com/es-es/guide/iphone/iph3e2e415f/ios>

Apple. (s. f.-a). Usar gestos de VoiceOver en el iPhone. Apple Support. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de <https://support.apple.com/es-co/guide/iphone/iph3e2e2281/ios>

Apple. (s. f.-b). Controlar VoiceOver con el rotor en el iPhone. Apple Support. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de <https://support.apple.com/es-co/guide/iphone/iph3e2e3a6d/ios>

Apple. (s. f.-c). Cambiar la configuración de VoiceOver en el iPhone. Apple Support. Recuperado el 5 de septiembre de 2025, de <https://support.apple.com/es-co/guide/iphone/iph3e2e2d3ca/ios>

Apple. (s. f.-e). Escuchar descripciones de imágenes con VoiceOver en el iPhone. Apple Support. Recuperado el 5 de septiembre de 2025, de <https://support.apple.com/es-co/guide/iphone/iph3e2e5c01/ios>

Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas – ACIS. (2022). CRAC consolida su liderazgo en inclusión en Colombia: más de 5.000 personas atendidas en servicios de rehabilitación y salud visual. ACIS Blog. <https://www.acis.org.co/blog/noticias-2/crac-consolida-su-liderazgo-en-inclusion-en-colombia-mas-de-5-000-personas-atendidas-en-servicios-de-rehabilitacion-y-salud-visual-1419>

Barbosa Ardila, S. D., Villegas Salazar, F., & Beltrán, J. (2019). El modelo médico como generador de discapacidad. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 19(37-2), 111–122.
<https://www.redalyc.org/journal/1270/127063728009/html/>

Bhagat, A., Kharade, K., & Shah, A. (2023). Accessibility and usability evaluation of assistive mobile applications for visually impaired users. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(7), 1356–1371.
https://www.researchgate.net/publication/376361274_Accessibility_evaluation_of_major_assistive_mobile_applications_available_for_the_visually_impaired

Bilbao, Á. G., & Miret, C. R. P. (2000). Nuevas tecnologías y personas con discapacidad. *Psychosocial Intervention*, 9(3), 283-296.

BOE-A-2018-12699 Real Decreto 1112/2018, de 7 de septiembre, sobre accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público. (2018). Boe.es.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2018/09/07/1112>

Be My Eyes. (2025). Be My Eyes – About. <https://www.bemyeyes.com/about>

Capítulo 1 - ¿Qué es discapacidad, tipos de discapacidad, paradigmas y modelos de la discapacidad? (s/f). Gov.co. Recuperado el 15 de agosto de 2025, de
<https://www.gobiernobogota.gov.co/transformacion-imaginarios-paradigmas/capitulo-discapacidad-tipos-discapacidad>

Congreso de Colombia. (2009). Ley 1346 de 2009: Por medio de la cual se aprueba la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Diario Oficial No. 47.426. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36516>

Congreso de Colombia. (2013). Ley 1618 de 2013: Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad. Diario Oficial No. 48.717.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=51937>

Congreso de Colombia. (2019, 26 de julio). Ley 1980 de 2019. Por medio de la cual se crea el Programa de Tamizaje Neonatal en Colombia (Diario Oficial 51.026), art. 3.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Ley%201980%20de%202019.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2021). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – Personas con discapacidad

<https://www.dane.gov.co/files/censos/libroCenso2018nacional.pdf>

Engel, G. L. (1977). The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129–136. <https://doi.org/10.1126/science.847460>

ETSI. (2014). Norma EN 301 549. Userway.org. <https://userway.org/es/cumplimiento/en-301-549/>

Fuentes, F., Moreno, A., & Díez, F. (2022). The usability of ICTs in people with visual disabilities: A challenge in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10782. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710782>

Fundación Adecco. (2023, mayo 22). Cuáles son los tipos de discapacidad visual. Fundación Adecco. <https://fundacionadecco.org/blog/cuales-son-los-tipos-de-discapacidad-visual/>

Fundación Barcelona Macula. (s. f.). Productos de apoyo en salud: termómetros y tensiómetros accesibles. En **Dispositivos | Barcelona Macula Foundation**. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de <https://barcelonamaculafound.org/es/dispositivos/>

Gobierno de España. (2020). Guía de accesibilidad de aplicaciones móviles. Dirección General de Gobernanza Pública.

https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr:3746627f-da12-40af-a5f5-20c42bb8c453/Guia_accesibilidad_aplicaciones_moviles_apps_v2.pdf

González, H. A., Canales, F. A. E., & Ordenes, R. O. (2025). Accesibilidad de aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual. PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad, (29). <http://www.udgvirtual.udg.mx/paakat/index.php/paakat/article/view/919>

Google. (2023). Lookout – Assisted vision. Google Play Store. Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.accessibility.reveal>
1

Google. (2024). Cómo usar TalkBack para interactuar con el dispositivo. Centro de ayuda de accesibilidad de Android.

<https://support.google.com/accessibility/android/answer/6007100>

Google. (s. f.-a). Cómo usar TalkBack. Centro de ayuda de accesibilidad en Android. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677?hl=es>

Google. (s. f.-b). Configurar las voces de TalkBack. Android Accessibility Help. Recuperado el 5 de septiembre de 2025, de

<https://support.google.com/accessibility/android/answer/11183305?hl=es>

Google. (s. f.-a). Navegar por el dispositivo con TalkBack. Android Accessibility Help.

Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://support.google.com/accessibility/android/answer/6006598?hl=es>

Google. (s. f.-c). Obtener descripciones de imágenes con TalkBack. Android Accessibility Help.

Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677?hl=es>

Grupo Fundosa. (2021). Libro blanco para el diseño de Tecnología Móvil accesible y fácil de usar. Fundacionseres.org.

https://www.fundacionseres.org/lists/informes/attachments/1034/libro_blanco_dise%C3%B1o_de_tecnologia_movil_accesible_once_techonosite.pdf

Horton, S., & Quesenbery, W. (2014). A Web for Everyone: Designing Accessible User Experiences. Rosenfeld Media.

Instituto Nacional para Ciegos – INCI. (2020). Caracterización de la población con discapacidad visual en Colombia: Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.

Bogotá: INCI. <https://www.inci.gov.co/files/10-instrumentos>

Instituto Nacional para Ciegos (INCI). (2020, 9 de junio). Los ciegos en el Censo 2018.

INCIDigital. <https://www.inci.gov.co/blog/los-ciegos-en-el-censo-2018>

Knowbility. (2021, 6 de enero). A brief history of screen readers [Una breve historia de los lectores de pantalla]. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://knowbility.org/blog/2021/a-brief-history-of-screen-readers>

Labrador Solís, D. M. (2008). Conociendo el Braille: Definición, historia y alfabeto. Discapnet.

<https://www.discapnet.es/accesibilidad/accesibilidad-en-la-comunicacion/braille>

- Lopes, R., Façanha, A. R., & Viana, W. (2022). I can't pay! Accessibility analysis of mobile banking apps. In Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia '22) (pp. 253–257). ACM. <https://doi.org/10.1145/3539637.3558048>
- Mansilla, P., Lescano, G., & Costaguta, R. N. (2015). Accesibilidad de aplicaciones móviles para discapacitados visuales: problemas y estrategias de solución. <https://44jaiio.sadio.org.ar/sites/default/files/sts356-375.pdf>
- MDN. (2025). Mobile accessibility. MDN Web Docs. https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn_web_development/Core/Accessibility/Mobile
- Microsoft. (2023). Seeing AI: Talking camera app for those with a visual impairment. Microsoft Support. Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de <https://blogs.microsoft.com/accessibility/seeing-ai/>
- Ministerio del Interior de Colombia. (s. f.). Discapacidad – Ministerio del Interior. Recuperado el 30 de agosto de 2025, de <https://www.mininterior.gov.co/discapacidad-3/>
- Ministerio de Protección Social. (2009). Ley 1346 de 2009. Gov.co. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37150>
- Ministerio de Protección Social. (2013). Ley 1618 de 2013. Gov.co. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=52081>
- Min TIC. (2020). Resolución 1519 de 2020. Gov.co. https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/resolucion_mintic_1519_2020.htm

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2024). A través de ConVerTIC, Ministerio TIC mantiene compromiso con la inclusión de personas con discapacidad visual. <https://www.convertic.gov.co/641/w3-article-399616.html>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2024). Diagnóstico sobre accesibilidad digital y discapacidad visual en Colombia.

<https://accesibilidad.mintic.gov.co>

Ministerio TIC – ConVerTIC. (2025). ¿Qué es ConVerTIC? *ConVerTIC*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de <https://www.convertic.gov.co/641/w3-article-61752.html>

Naciones Unidas. (2006). Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo. Nueva York: ONU.

<https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>

Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Morgan Kaufmann.

NVDA en español. (s. f.). Historia de NVDA [History of NVDA]. Recuperado el 3 de septiembre de 2025, de <https://nvda.es/inicio/historia-de-nvda/>

ONCE. (s/f). Sellos Accesibilidad Fundación ONCE - A_Tech. Fundaciononce.es.

<https://atech.fundaciononce.es/>

Organización Internacional de Normalización (ISO). (2008). ISO 9241-171: Ergonomía de la interacción hombre-sistema – Parte 171: Orientaciones sobre el software accesible.

Ginebra: ISO. Recuperado de

<https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/63/86308.html>

Oftalmoservicios. (2023). Panorama de la discapacidad visual en Colombia. Oftalmoservicios.

<https://contenidos.oftalmoservicios.co>

Organización Mundial de la Salud. (2001). Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF). Ginebra: OMS. Recuperado de

<https://iris.who.int/handle/10665/42407>

Organización Mundial de la Salud. (2019). Informe mundial sobre la visión. Recuperado de

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331423/9789240000346-spa.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). World report on vision. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>

Ortega Correa, J. N. (2024). Aplicación móvil para la guía de personas con discapacidad visual [Tesis de grado. Universidad Cooperativa de Colombia, Medellín, Colombia]. Repositorio institucional Universidad Cooperativa de Colombia.

<https://hdl.handle.net/20.500.12494/56894>

Palacios Vanegas, A. M. (2019). Prototipo de dispositivos vestibles para personas con discapacidad visual (Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana). Repositorio Institucional UPB. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4562>

Paniagua L., A., Bedoya R., D., & Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *Tecnológicas*, 23(48), 99–117.

<https://doi.org/10.22430/22565337.1553>

Parlamento Europeo y del Consejo. (2016). DIRECTIVA (UE) 2016/2102.

<https://www.boe.es/doue/2016/327/L00001-00015.pdf>

Pepinosa, J. (2024, 3 de diciembre). Educación Digital: el programa diseñado para facilitar la conectividad de personas con discapacidad visual en Colombia. Xataka Colombia.

Recuperado de <https://www.xataka.com.co/servicios/educacion-digital-programa-que-busca-facilitar-conectividad-personas-discapacidad-visual-colombia>

Perú Accesible. (2009, 18 de julio). JAWS, software lector de pantalla para personas con visión reducida [JAWS, screen reader software for people with reduced vision]. *Perú Accesible (PUCP)*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/peruaccesible/2009/07/18/jaws-software-lector-de-pantalla-para-personas-con-vision-reducida/>

PNUD. (s.f). Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD).

Www.un.org. <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>

Real Academia Española. (s. f.). Tiflotecnología. En Diccionario de la lengua española (23.^a ed.).

Recuperado el [02 de septiembre de 2025], de <https://dle.rae.es/tiflotecnología>

Rodríguez, A. Z., Sánchez, D. R., Mir, M. C., Picó, M. E., & Alsedà, C. V. (1999). Notas y comentarios. Integración: Revista sobre discapacidad visual, (52), 6.

Sánchez García, C. M. (2024). Aplicaciones móviles para baja visión: impacto en la rehabilitación visual y mejora de la calidad de vida.

<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/69607>

Savindu, H. P., Iroshan, K. A., Panangala, C. D., Perera, W. L. D. W. P., & De Silva, A. C. (2019, enero 10). BrailleBand: Blind support haptic wearable band for communication using Braille language. *arXiv*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://arxiv.org/abs/1901.03329>

Senaletica Braille. (s. f.). La señalética en Braille: un puente hacia la accesibilidad e inclusión.

Senaletica Braille. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://senaleticatactil.com/la-senaletica-en-braille-un-puente-hacia-la-accesibilidad-e-inclusion>

Senjam, SS, Manna, S. y Bascaran, C. (2021). Tecnología de asistencia basada en teléfonos inteligentes: funciones y aplicaciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual, su uso, desafíos y pruebas de usabilidad. *Optometría clínica* , 311-322.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2147/OPTO.S336361>

Tecnología Adaptada. (2014, marzo 3). Discapacidad visual. Tecnología Adaptada 2014.

Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de

<https://tecnologiaadaptada2014.blogspot.com/2014/03/discapacidad-visual.html>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). (s. f.). Propuesta de mejora al proyecto IRIS para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual. Repositorio UNAD.

Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de

<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/44696/1/npsancheza.pdf>

Visser, C. (2024, julio 24). Mobile app accessibility: A comprehensive guide (2025).

AccessibilityChecker. <https://www.accessibilitychecker.org/guides/mobile-apps-accessibility/>

W3C. (2025). WCAG 2 overview. Web Accessibility Initiative (WAI).

<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

W3C Group. (2025, mayo). Guía para la aplicación de WCAG 2.2 a aplicaciones móviles

(WCAG2Mobile). <https://www.w3.org/TR/wcag2mobile-22/>

W3C. (2021). Understanding WCAG 2.1. Wwww.w3.org.

<https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/>

World Health Organization. (2023). Blindness and vision impairment. Recuperado de

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Web Accessibility Initiative (WAI). (2019). Accesibilidad móvil en el W3C. World Wide Web

Consortium. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/mobile/es>

World Wide Web Consortium (W3C). (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

World Wide Web Consortium (W3C). (s. f.). Involving users in web projects for better, easier accessibility. WAI. Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de

<https://www.w3.org/WAI/planning/involving-users/>