

Towards an Inclusive University Campus: Participatory Diagnosis under Human-Centered Design and Guidelines for the Autonomous Orientation of People with Visual Impairments

Hacia un campus universitario inclusivo: diagnóstico participativo bajo diseño centrado en el humano y lineamientos para la orientación autónoma de personas con discapacidad visual

Liliana González-Palacio ^{1*} , Juan Gómez-Vélez ¹ , Ronald Martinod ¹ ,
Sofia Acosta-Pareja ¹ , Isabela Acosta-Pareja ¹ , Maria Olaya-López ¹ , Mauricio González-
Palacio ² , John García-Giraldo ² ,

¹ Escuela de ciencias aplicadas e Ingeniería, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia

* Corresponding Author: lgonzalez8@eafit.edu.co

Citation: González-Palacio, Liliana, Juan Gómez-Vélez, Ronald Martinod, Sofia Acosta-Pareja, Isabela Acosta-Pareja, Maria Olaya-López, Mauricio González-Palacio, and John García-Giraldo. "Towards an Inclusive University Campus: Participatory Diagnosis under Human-Centered Design and Guidelines for the Autonomous Orientation of People with Visual Impairments". *Journal of Technologies Information and Communication* 2026 6 no. 1 (2026): 45762 . <https://doi.org/10.55267/rtic/19164>

ARTICLE INFO

Received: 19 June 2026
Accepted: 03 Aug 2026

ABSTRACT

Autonomous orientation in university campuses represents a critical challenge for people with visual impairments (PVI), whose mobility depends on individual cognitive strategies in environments designed around visual perception. This article presents the results of a diagnosis and empathy phase conducted under a Human-Centered Design (HCD) approach on the campus of Universidad EAFIT (Medellín, Colombia), within the framework of the Alianza 4U project. Through ethnographic fieldwork, observational routes, and semi-structured interviews with four PVI, physical, informational, technological, and attitudinal barriers were identified, along with the cognitive orientation patterns that participants have developed as adaptive responses to their environment. From this diagnosis, six design guidelines were derived to inform the development of accessible orientation solutions in university campuses — situated principles, grounded in the participants' real experience and transferable to other institutional contexts. The findings show that the problem is not the absence of technology but the disconnect between existing solutions and the specific context of use, and that involving PVI from the diagnostic phase is a methodological condition — not merely an ethical one — for producing relevant solutions.

Keywords: Autonomous navigation, campus accessibility, human-centered design, inclusive design, participatory research, visual impairment.

Resumen: La orientación autónoma en campus universitarios representa un desafío crítico para las personas con discapacidad visual (PcDv), cuya movilidad depende de estrategias cognitivas individuales ante entornos diseñados desde la percepción visual. Este artículo presenta los resultados de una fase de diagnóstico y empatía desarrollado bajo un enfoque de Diseño Centrado en el Humano (HCD) en el campus de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia) y en el marco de la Alianza 4U. A través de trabajo de campo etnográfico, de recorridos observacionales y entrevistas semiestructuradas con cuatro PcDv, se identifican barreras físicas, informativas, tecnológicas y actitudinales, así como los patrones cognitivos de orientación que los participantes han desarrollado como respuesta adaptativa al entorno. A partir de ese diagnóstico se derivan seis lineamientos de diseño para orientar el desarrollo de soluciones de orientación accesible en campus universitarios — principios situados, contruidos desde la experiencia real de los participantes y transferibles a otros contextos institucionales. Los hallazgos evidencian que el problema no es la ausencia de tecnología sino la desconexión entre las soluciones existentes y el contexto específico de uso, y que incorporar a las PcDv desde el diagnóstico es una apuesta metodológica, no solo ética, para producir soluciones pertinentes.

Palabras clave: Accesibilidad en campus, discapacidad visual, diseño centrado en el humano, diseño inclusivo, investigación participativa, navegación autónoma.

INTRODUCCIÓN

La inclusión de personas con discapacidad en la educación superior es un desafío estructural a nivel global. Según la Organización Mundial de la Salud, más de 2.200 millones de personas viven con algún tipo de discapacidad visual en el mundo (World Health Organization [WHO], 2026). Este es un número significativo y su participación en educación superior no es suficiente. Aunque el porcentaje de estudiantes con discapacidad visual que inician sus estudios ha ido en aumento, las tasas de graduación siguen siendo considerablemente más bajas versus la población general, lo que evidencia problemas en el acceso, la permanencia y la finalización del proceso educativo (Charles et al., 2026). Estas barreras incluyen infraestructura física, dimensiones tecnológicas, pedagógicas y culturales.

En el contexto universitario, la orientación espacial autónoma constituye un elemento central de la experiencia académica. La posibilidad de desplazarse de manera independiente entre aulas, bibliotecas, laboratorios y demás espacios impacta en lo académico, también en la construcción de identidad, la confianza y pertenencia institucional. La literatura sobre tecnologías de asistencia destaca que las soluciones de navegación y localización pueden mejorar significativamente la calidad de vida y la autonomía de Personas con Discapacidad Visual (PcDv) (Isazade, 2023). Sin embargo, cuando estas tecnologías no están adaptadas al entorno específico (campus universitario), ni diseñadas desde la experiencia real del usuario, su impacto se ve limitado.

En los últimos años se han desarrollado diversas soluciones tecnológicas para la orientación, incluyendo aplicaciones móviles basadas en GPS, sistemas de navegación *indoor* mediante RFID o Bluetooth y asistentes virtuales con comandos por voz. Sin embargo, el GPS convencional presenta limitaciones estructurales en espacios interiores debido a la pérdida o degradación de la señal (Kovacs et al., 2025). En términos generales, las aplicaciones comerciales de navegación actuales no satisfacen de manera consistente las necesidades específicas de las PcDv, especialmente en entornos cerrados y complejos como los campus universitarios (Bleau et al., 2025). A ello se suma que muchas soluciones tecnológicas son diseñadas sin una integración profunda con la cultura ni con los procesos reales de movilidad en el día a día de los campus, lo que genera una brecha entre el desarrollo tecnológico y la experiencia cotidiana de los usuarios.

En Colombia, aunque existen iniciativas emergentes de aplicaciones móviles para orientación accesible en contextos urbanos, aún persiste una limitada integración entre diseño tecnológico, contexto específico y participación de las PcDv en el proceso de desarrollo. Esta desconexión representa igualmente una oportunidad para proponer modelos de campus que le brinden prioridad a la autonomía y a la inclusión efectiva.

En este contexto, el presente artículo reporta los resultados de una fase de empatía y diagnóstico desarrollada bajo un enfoque de Diseño Centrado en el Humano (HCD) en el campus de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia), como insumo para la posterior construcción de una solución tecnológica de orientación autónoma para PcDv. Este trabajo hace parte de la Alianza 4U, lo que enmarca sus resultados en una investigación de mayor alcance con potencial de ser replicada en otros campus universitarios de la región.

Las contribuciones específicas de este estudio son las siguientes:

1. Identificar las barreras de orientación espacial percibidas por personas con discapacidad visual en un campus universitario colombiano.
2. Derivar un conjunto de lineamientos de diseño para el desarrollo de soluciones de orientación inclusiva en campus universitarios, a partir del análisis sistemático de barreras y patrones cognitivos de orientación identificados en el trabajo de campo.
3. Integrar principios de accesibilidad digital, navegación asistida por voz y adaptación a infraestructura universitaria real.
4. Aportar una ruta metodológica basada en HCD que pueda ser replicada en otros contextos universitarios de Colombia y América Latina.

Este artículo propone un conjunto de lineamientos para orientar el diseño de tecnología de navegación accesible en campus universitarios, derivado de un proceso de diagnóstico etnográfico y de co-creación con PcDv en la Universidad EAFIT. Los hallazgos documentan las barreras, los patrones cognitivos de orientación y los requisitos que debería contemplar una solución móvil adaptada al contexto, como base para su desarrollo en una etapa posterior.

MARCO CONCEPTUAL

Marco teórico

La comprensión del problema y la propuesta exige clarificar varios conceptos interrelacionados: tecnologías de orientación en interiores, tecnologías asistivas para PcDv y enfoques de diseño centrado en el usuario para soluciones inclusivas.

Las tecnologías de orientación y navegación incluyen métodos y dispositivos que permiten estimar la posición y trayectoria de un usuario para guiar su desplazamiento. Soluciones ampliamente utilizadas como por ejemplo Google Maps ofrecen navegación efectiva a escala urbana — calles, distancias entre barrios, rutas en transporte público — pero su precisión se degrada significativamente cuando el contexto de uso se reduce a entornos cerrados como un campus universitario. En estos entornos, el GPS convencional presenta limitaciones estructurales por pérdida o degradación de señal (Kovacs et al., 2025), lo que ha impulsado el desarrollo de tecnologías alternativas como sistemas basados en *Bluetooth Low Energy* (beacons / iBeacon), etiquetas RFID, infraestructuras Wi-Fi para localización (*fingerprinting*) y técnicas de visión artificial que explotan cámaras y algoritmos de reconocimiento para localizar puntos de interés y obstáculos (Kovacs et al., 2025).

Dentro del contexto universitario, el problema de orientación para PcDv puede distinguirse en dos dimensiones complementarias. La primera corresponde a la navegación entre espacios abiertos del campus, que implica desplazarse entre bloques académicos, cafeterías, bibliotecas, pasillos y plazoletas. La segunda corresponde a la orientación al interior de los edificios, para localizar un baño, identificar dónde están las escaleras o el ascensor o encontrar un salón específico dentro de un bloque. Estas dos dimensiones plantean desafíos técnicos distintos y requieren soluciones diferenciadas. El presente estudio se concentra en la primera dimensión. La orientación al interior de edificios, aunque igualmente relevante, constituye una línea de trabajo futura.

Paralelamente, las tecnologías asistivas para PcDv incluyen interfaces de salida no visual como audio, retroalimentación háptica (vibraciones direccionales) y agentes conversacionales que permiten interacción a través del lenguaje natural. En los últimos años, la incorporación de componentes de inteligencia artificial ha permitido mejorar la interpretación del entorno (clasificación de objetos, detección de obstáculos) y ofrecer respuestas adaptativas, según el contexto y el perfil del usuario (Casanova et al., 2025; Isazade, 2023). Sin embargo, la eficacia de estas tecnologías depende de la integración coherente entre el sensor (cómo y qué se detecta), la representación (cómo se comunica la información) y la usabilidad (qué tan fácil es para la persona emplearla durante la navegación real) (Isazade, 2023).

Finalmente, el diseño centrado en el humano y la tecnología inclusiva constituyen principios metodológicos que impactan directamente en la efectividad social y técnica de los sistemas asistivos. Conceptos como diseño universal, accesibilidad digital y diseño participativo enfatizan en que la accesibilidad no es un valor añadido, sino una propiedad del sistema que debe evaluarse con usuarios reales desde etapas tempranas. De igual manera,

el diseño participativo implica la co-creación con PcDv, validaciones iterativas y la adaptación a las normas y cultura institucional del espacio objetivo. La literatura reciente destaca que, sin estos procesos, incluso soluciones técnicamente robustas fracasan en la adopción y en el impacto real sobre la autonomía del usuario (Valipoor, de Antonio, & Cabrera, 2024).

Trabajo relacionado

Un estudio que sirve como antecedente nacional inmediato es el análisis de accesibilidad realizado en el Parque Natural COMFAMA-Arví. El trabajo *Accessibility Analysis in a Natural Park in Medellín-Colombia: The Perception of Population with Visual Impairments (PVI)* documenta barreras físicas, tecnológicas y actitudinales detectadas mediante métodos cualitativos y evaluación participativa. Entre sus hallazgos principales destacan la ausencia de señalización táctica/sonora y la necesidad de experiencias sensoriales alternativas al enfoque visual. El presente trabajo retoma la lógica metodológica de ese antecedente — diagnóstico etnográfico, entrevistas semiestructuradas y análisis participativo de barreras — y la traslada al contexto de un campus universitario, con el objetivo de derivar lineamientos para el diseño de soluciones de orientación accesible entre los espacios abiertos de la institución.

Por su parte, en el ámbito de la navegación interior aplicada a entornos urbanos y universitarios, existen desarrollos y tesis colombianas que han explorado aplicaciones móviles y sistemas con *beacons* o Wi-Fi para asistir a PcDv. Desarrollos más recientes confirman esta tendencia: Ariza y Giraldo (2025) presentan la aplicación GUÍA para la Universidad del Norte, que integra geolocalización, asistencia por voz e inteligencia artificial para la navegación en campus; adicionalmente, Rodríguez Quiroga et al. (2025) proponen OrientApp, diseñada para PcDv en el sistema TransMilenio de Bogotá, mediante comandos de voz y alertas auditivas en tiempo real. Estas implementaciones reportan mejoras en tiempos de desplazamiento y sensación de seguridad, pero también señalan limitaciones como dependencia de infraestructura específica, falta de escalabilidad y evaluación limitada con usuarios reales (González Mantilla & Landazábal, 2020; García Muñoz & Melo Gutiérrez, 2022; Gómez et al., 2020).

La revisión de antecedentes muestra dos tendencias claras: las aplicaciones comerciales de navegación y los enfoques genéricos de posicionamiento *indoor* no cubren las necesidades de orientación real de las PcDv en campus universitarios; además existe una brecha recurrente entre los avances técnicos y su traducción a experiencias usables y aceptadas por los usuarios (Bleau et al., 2025; Kovacs et al., 2025; McDonnall & Trinkowsky, 2025). En particular, el análisis metodológico publicado en Springer Nature Link (Valipoor, de Antonio, & Cabrera, 2024) en donde se destaca explícitamente la falta de un enfoque consistente de diseño centrado en el usuario en muchas de las propuestas asistivas.

Brecha identificada y aporte del presente trabajo

Después de revisar los antecedentes, se identifica una brecha clara: la desconexión entre los desarrollos tecnológicos de posicionamiento/navegación *indoor* y la experiencia real y cultural de las PcDv en entornos universitarios. En términos concretos, muchas de las soluciones existentes asumen un entorno físico uniforme, no contemplan la dinámica cotidiana del campus o carecen de procesos de co-diseño y validación continua con PcDv.

El estudio propuesto aborda esta brecha desde tres diferenciales principales: enfoque de diseño centrado en el humano aplicado desde la fase de empatía hasta la derivación de lineamientos de diseño; adaptación a un campus universitario concreto —la Universidad EAFIT— y generación de lineamientos situados y destinados al desarrollo de soluciones de orientación accesible, todos derivados de la experiencia real de PcDv en el campus. Este enfoque aporta un marco replicable que conecta criterios de accesibilidad digital con metodologías de co-diseño y conocimiento contextual.

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación

El estudio sigue un enfoque aplicado y de ingeniería con un fuerte componente cualitativo y participativo (Creswell & Poth, 2018), donde se retoman principios del Diseño Centrado en el Humano (HCD) (Norman, 2013; ISO 9241-210, 2019). Desde la fase inicial se han involucrado PcDv para asegurar que los requerimientos y los lineamientos de diseño respondan a necesidades reales de la población objetivo y al contexto del campus de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia).

La estrategia metodológica combina trabajo de campo, observación estructurada de rutas y eventos críticos en el campus; lo mismo que entrevistas semiestructuradas para la exploración de experiencias, expectativas y estrategias de afrontamiento de los participantes en su cotidianidad. Este enfoque es metodológicamente coherente con el empleado por González-Palacio et al. (2025) en un estudio previo sobre accesibilidad en un parque natural de Medellín. El presente trabajo extiende esa lógica al contexto universitario con el objetivo de derivar lineamientos para el desarrollo de una solución de orientación contextualizada.

La **Figura 1** presenta la secuencia general del estudio, organizado en dos fases, según el alcance del artículo (diagnóstico y empatía y análisis y síntesis).

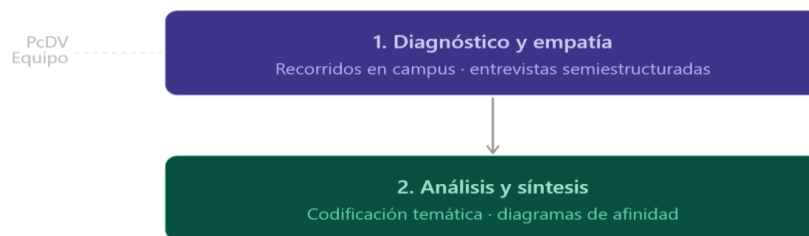


Figura 1. Fases metodológicas del estudio. Elaboración propia.

El estudio desarrolló dos fases (**Figura 1**). La primera consistió en un diagnóstico de campo mediante recorridos etnográficos en el campus y entrevistas semiestructuradas con PcDv, cuyos hallazgos fueron sintetizados mediante un diagrama de afinidad que ha permitido identificar patrones transversales y clasificar las barreras por categoría e impacto. Con base en este insumo, la segunda fase correspondió al análisis y síntesis de la información recolectada, en la que se han identificado patrones transversales, clasificado las barreras y derivado los lineamientos de diseño que se presentan en la sección 5. Las fases de co-creación, prototipado y evaluación constituyen un trabajo futuro en desarrollo.

Participantes

La selección de la muestra poblacional se realizó de manera intencional con criterios de inclusión definidos, mediante contacto por parte de una entidad sin ánimo de lucro para asegurar la participación de PcDv en el marco del estudio con un enfoque de diseño centrado en el humano. De igual forma, para cada uno de los cuatro participantes, se realizó una selección, contacto, firma de consentimiento informado y posterior aplicación tanto de la metodología de trabajo de campo como de la observación, la entrevista y la recolección de datos.

Protocolos de recolección de datos

La recolección siguió protocolos estandarizados para asegurar trazabilidad, replicabilidad, analítica de los datos y protección de los participantes.

En cuanto a la fase diagnóstica, se combinó observación etnográfica con entrevistas semiestructuradas. Se efectuaron recorridos típicos en el campus con PcDv, registrando las notas de campo, los hallazgos, las dificultades y la documentación contextual. Paralelamente, se desarrollaron entrevistas centradas en experiencias de orientación, en puntos críticos del entorno, se examinó el uso actual de tecnologías asistivas y las expectativas frente a nuevas soluciones.

Los recorridos se realizaron siguiendo una guía de observación estructurada que cubría cinco dimensiones: accesibilidad en los puntos de entrada al campus, condiciones de las rutas de desplazamiento (desniveles, obstáculos físicos, señalización), acceso a espacios clave (cafeterías, baños, edificios), tecnología existente en el entorno e interacciones con otras personas durante el trayecto. Las entrevistas semiestructuradas se organizaron en cinco bloques temáticos: perfil y vinculación con la universidad; movilidad y barreras físicas; percepción del entorno; uso de tecnologías de apoyo y expectativas y recomendaciones. Ambos instrumentos fueron diseñados en el marco de la Alianza 4U y aplicados con consentimiento informado de cada participante.

Estrategia de análisis

El análisis se apoyó principalmente en técnicas cualitativas, siguiendo un enfoque temático con marco mixto (Braun & Clarke, 2006). Las categorías principales estuvieron orientadas por protocolos de observación y entrevista y por los marcos de accesibilidad revisados en la literatura; las subcategorías y patrones específicos emergieron del propio material de campo. Las transcripciones y notas de recorrido fueron codificadas y agrupadas en un diagrama de afinidad que permitió identificar relaciones entre tipos de barrera, estrategias adaptativas de los participantes y efectos sobre su autonomía. Para cada agrupación se registró tanto la frecuencia transversal — indicando en cuántos de los cuatro casos se presentó — como los matices específicos de cada participante cuando aportaron información diferencial relevante.

Los hallazgos se organizaron en cinco dimensiones: barreras físicas, de información, tecnológicas, actitudinales y patrones cognitivos de orientación. Esta última recogió las capacidades que los participantes desarrollaron como respuesta al entorno y que resultó relevante tanto para la derivación de lineamientos de diseño como para las barreras mismas.

RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo elaborado en el campus de la Universidad EAFIT permitió identificar, desde la experiencia directa con las personas participantes, un conjunto estructurado de barreras que condicionan la movilidad autónoma de quienes viven con discapacidad visual. A través de entrevistas semiestructuradas, recorridos observacionales y ejercicios de simulación, fueron emergiendo patrones consistentes que iban más allá de las particularidades de cada uno y fueron revelando una problemática de fondo: el campus, en su configuración actual, asume que quien lo habita puede orientarse sólo visualmente.

Con el fin de proteger la identidad de los participantes, quienes firmaron un consentimiento informado de confidencialidad, se utilizaron identificadores, asignados por el equipo investigador: **P1** (docente universitario, ceguera total adquirida), **P2** (mujer con pérdida progresiva de visión por retinitis pigmentosa desde los 25 años), **P3** (persona con baja visión) y **P4** (hombre con ceguera total desde el nacimiento).

Los hallazgos se organizaron en cuatro categorías de barreras (físicas, informativas, tecnológicas y actitudinales) complementadas con una quinta dimensión que documentó los patrones cognitivos de orientación que los participantes desarrollaron como respuesta adaptativa. La figura que se presenta a continuación ofrece una lectura de conjunto antes de entrar en detalle por cada categoría.

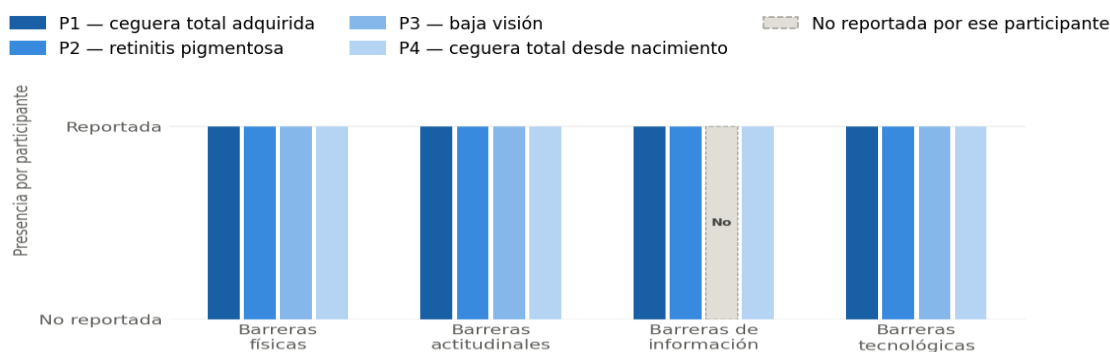


Figura 2. Presencia de cada categoría de barrera por participante. Las barras de color indican que la barrera fue reportada o directamente observada; las barras grises con etiqueta No indican que no fue reportada por ese participante.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas y observación de campo (N=4).

Como muestra la **Figura 2**, las barreras físicas, actitudinales y tecnológicas son categorías reportadas por los cuatro participantes, sin excepción. Las barreras de información no fueron reportadas de la misma manera por P3 (persona con baja visión), lo que revela que la experiencia varía según el tipo de discapacidad visual y que las soluciones deben diseñarse para un espectro amplio de condiciones, no para un perfil único.

Diagrama de afinidad

Pregunta central: ¿Por qué una persona con discapacidad visual no puede moverse de forma autónoma en el campus universitario?



Figura 3. Diagrama de afinidad de los hallazgos del trabajo de campo sobre movilidad y accesibilidad de personas con discapacidad visual en el campus de la Universidad EAFIT. Fuente: elaboración propia (N=4).

Como complemento a la lectura en la **Figura 3**, se elaboró un diagrama de afinidad (**Figura 3**) que permite organizar los hallazgos en núcleos temáticos y evidenciar las relaciones entre las diferentes barreras identificadas. Los clusters resultantes muestran que la falta de autonomía en el campus no puede atribuirse a una sola causa. Por el contrario, se evidencian relaciones acumulativas entre un entorno físico poco legible sin visión, una señalización predominantemente visual, la ausencia de un sistema institucional de orientación, prácticas cotidianas que interrumpen el tránsito y un impacto emocional asociado a la dependencia frecuente.

Barreras Físicas

Las barreras físicas fueron las más ampliamente documentadas del estudio, con cinco subcategorías presentes en la totalidad de los casos, lo que las posiciona como la categoría de mayor alcance y transversalidad.

La ausencia de rutas táctiles continuas obliga a reconstruir mentalmente cada trayecto desde cero, sin que el

entorno ofrezca confirmación de que se va por el camino correcto. Los desniveles frecuentes — rampas, escalones, cambios de nivel — generan tensión corporal acumulada y, en algunos casos, llevan a evitar rutas completas como estrategia de autocuidado. Los obstáculos móviles e impredecibles (morrales, sillas desplazadas, mesas temporales) no solo representan un riesgo físico: interrumpen el mapa mental y desencadenan una ruptura progresiva de autonomía. P1 lo describió con precisión: "El campus cambia constantemente. Los eventos, la gente, los morrales. Es imposible consolidar un mapa mental estable." A esto se suman las bifurcaciones frecuentes sin referencias constantes, que imponen una carga cognitiva sostenida a lo largo de la jornada, y la alta variabilidad de plazoletas y zonas comunes, donde P2 señaló que cuando el entorno cambia, su mapa mental deja de funcionar.

En conjunto, estas cinco subcategorías no actúan de forma aislada: cuando un obstáculo interrumpe una ruta memorizada, la persona pierde el conteo de pasos, debe reorientarse y con frecuencia recurre a terceros — una cadena de dependencia que se reproduce cada vez que el entorno cambia.

Barreras de Información

Las barreras informativas fueron identificadas en tres subcategorías y estuvieron presentes de forma explícita en tres de los cuatro casos. Su característica distintiva es que no se manifiestan como obstáculos físicos sino como ausencias: lo que no está disponible, lo que no se puede leer sin visión, lo que no puede confirmarse de manera independiente.

Toda la señalización del campus — mapas, letreros, numeración de bloques y salones — está diseñada para quien puede verla; no se identificaron mapas táctiles ni sistemas de información auditiva estructurados en los puntos de consulta habituales. Cuando un participante solicita orientación, frecuentemente recibe respuestas que dependen de gestos visuales, sin referencias perceptibles concretas — una brecha entre cómo se da y cómo se necesita la información que reproduce la dependencia de terceros en cada trayecto nuevo. A esto se suma la inconsistencia de los sistemas sonoros existentes: algunos ascensores anuncian el piso al llegar, otros no. El efecto acumulativo es claro: sin señalización accesible ni información confiable, explorar el campus de forma autónoma deja de ser viable.

Barreras Tecnológicas

Las barreras tecnológicas estuvieron presentes en los cuatro participantes y son las que generan mayor dependencia estructural a largo plazo. Lo más significativo de esta categoría es la paradoja que revela: no hay una brecha de habilidad tecnológica. P3 usa Lazarillo y Lookout con destreza; P1 integra lector de pantalla, inteligencia artificial y Google Maps en su rutina diaria. La brecha está en que las herramientas institucionales no existen y las herramientas personales que los participantes ya dominan no están integradas al entorno específico del campus.

Ninguno encontró una herramienta oficial que modele el espacio físico del campus de manera accesible. Google Maps falla de manera consistente en los senderos internos: puede ubicar la universidad en el mapa, pero no distingue entre espacios específicos del campus. A esto se suma la falta de lectores de pantalla en equipos institucionales compartidos. El resultado es una dependencia estructural que se reproduce cada vez que se necesita llegar a un lugar nuevo.

Barreras Actitudinales

Las barreras actitudinales fueron identificadas en cuatro subcategorías presentes en los cuatro participantes sin excepción. Son las más difíciles de transformar porque no residen en la infraestructura ni en la tecnología, sino en el comportamiento cotidiano de la comunidad universitaria.

El uso del celular mientras se camina genera choques e interrupciones frecuentes; los morrales u objetos dejados en zonas de paso rompen trayectos memorizados — no como condición física del entorno, sino como conducta cultural que no contempla las necesidades de orientación de las PcDv. La ausencia de protocolos claros para ofrecer orientación se evidenció en respuestas muy diversas durante los recorridos: algunas personas tomaron del brazo sin preguntar, otras dieron indicaciones con gestos no perceptibles. La intención de ayudar estaba presente, pero sin el conocimiento adecuado puede generar desorientación adicional.

El impacto más profundo es emocional: la necesidad frecuente de pedir ayuda en un entorno donde la autonomía es un valor central puede convertirse en una barrera para sentirse plenamente parte de la institución. P2 lo expresó con claridad: "Depender siempre de otros impacta la autoestima. Y la gente no me da oportunidades: no creen que soy capaz."

Patrones Cognitivos de Orientación

Este apartado no documenta una barrera sino su contraparte: las capacidades que los participantes han desarrollado como respuesta adaptativa al entorno. Reconocerlas es un requisito metodológico — cualquier solución tecnológica debe partir de entender cómo las personas ya se mueven, no de asumir que no saben hacerlo. Estos patrones son comunes a los cuatro participantes, pero se expresan de forma diferencial según el tipo de discapacidad visual.

El bastón funciona como sistema de lectura activa del entorno: detecta cambios de textura que anticipan una rampa, identifica bordillos, reconoce superficies conocidas. La memoria espacial opera como cartografía personal: los participantes han construido representaciones mentales precisas de los entornos que frecuentan, que pierden validez cuando el entorno cambia. El conteo de pasos convierte el movimiento en un cálculo constante — efectivo en entornos estables, frágil en un campus con alta variabilidad. Las referencias auditivas y olfativas funcionan como sistema de anclaje espacial: el ruido de la cafetería, el olor de la panadería confirma ubicaciones donde la vista no opera. P1 fue explícito: "Lo que más me sirve no son los sonidos, son las texturas y los olores. El sonido cambia; la pared siempre está." Esta observación tiene una implicación directa para el diseño: un sistema de orientación efectivo no puede basarse exclusivamente en señales auditivas — debe contemplar referencias físicas estables como anclajes.

Finalmente, el apoyo humano es un recurso estratégico puntual, no una dependencia permanente: los participantes acuden a terceros cuando el entorno cambia de forma imprevista o cuando necesitan confirmar ubicación, pero el objetivo de cualquier solución debe ser reducir esa dependencia, no eliminar la interacción humana.

Síntesis de Hallazgos

El recorrido por las cinco dimensiones anteriores permite ahora leer los hallazgos de forma integrada. La tabla siguiente consolida las subcategorías identificadas y la presencia transversal de cada tipo de barrera, complementando la lectura por participante que ofrece la [Figura 1](#):

Tabla 1. Síntesis de barreras identificadas por categoría. Fuente: elaboración propia con base en entrevistas y observación de campo (N=4).

Categoría de barrera	Subcategorías identificadas	Participantes que la reportaron
Barreras físicas	5	4 de 4
Barreras actitudinales	4	4 de 4
Barreras de información	3	3 de 4
Barreras tecnológicas	3	4 de 4

Lo más significativo de estos resultados no es ninguna barrera en particular, sino su efecto combinado y acumulativo. Cuando una persona con discapacidad visual enfrenta simultáneamente un campus sin rutas táctiles, sin información auditiva accesible, sin herramientas institucionales de orientación y con una cultura cotidiana que no contempla su movilidad, el desplazamiento deja de ser un acto rutinario y se convierte en una negociación constante con el entorno.

Estos resultados no documentan incapacidad. Documentan la distancia entre lo que el campus ofrece actualmente y lo que la inclusión real requiere: un entorno que no obligue a sus estudiantes a compensar permanentemente las limitaciones de su propio diseño.

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE SOLUCIONES DE ORIENTACIÓN INCLUSIVA EN CAMPUS UNIVERSITARIOS

Los hallazgos del trabajo de campo no solo documentan barreras: permiten derivar un conjunto de lineamientos para orientar el diseño de soluciones tecnológicas de orientación para PcDv en entornos universitarios. No se trata de una receta técnica, sino de principios situados: extraídos de lo que cuatro personas con discapacidad visual viven en un campus universitario colombiano, y transferibles a otros contextos institucionales que partan de un diagnóstico equivalente.

L1. Diseñar para el espectro, no para un perfil único

Los hallazgos muestran diferencias significativas entre participantes con ceguera total, ceguera adquirida y baja visión. Una solución que asuma un único perfil de usuario excluirá inevitablemente a parte de la población objetivo. El diseño debe contemplar desde el inicio distintos niveles de visión residual, distintas estrategias cognitivas de orientación y distintos niveles de familiaridad tecnológica.

L2. Partir de las estrategias que los usuarios ya tienen

Los participantes han desarrollado sistemas cognitivos sofisticados: conteo de pasos, memoria espacial, referencias auditivas y olfativas. Una solución efectiva no reemplaza estas estrategias — las complementa y las refuerza. Esto implica, por ejemplo, que las instrucciones de navegación deben anclarse en referencias físicas estables del entorno, no solo en coordenadas abstractas.

L3. Garantizar continuidad ante la variabilidad del entorno

El campus cambia constantemente — eventos, mobiliario temporal, flujos de personas. Una solución que dependa de un mapa estático o de condiciones de conectividad permanente fallará precisamente en los momentos más críticos. El diseño debe contemplar mecanismos de adaptación ante cambios del entorno y funcionamiento autónomo sin conexión continua.

L4. Priorizar la autonomía sobre la asistencia

El impacto emocional de la dependencia frecuente es tan real como las barreras físicas. Cualquier solución debe evaluar no solo si el usuario llega al destino, sino si lo hace sin necesitar intervención de terceros. El criterio de éxito no es la eficiencia del recorrido — es la autonomía percibida.

L5. Integrar la co-creación desde el diagnóstico, no solo en la validación

Los requisitos más relevantes de este estudio — la importancia de las referencias olfativas, el efecto acumulativo de los obstáculos sobre el mapa mental, el impacto emocional de la dependencia — no habrían emergido de un levantamiento de información convencional. La participación de personas con discapacidad visual desde las fases iniciales del proceso no es una práctica ética opcional: es una condición metodológica para que los requisitos sean pertinentes.

L6. Considerar las barreras actitudinales como parte del sistema

Ninguna solución tecnológica resuelve por sí sola las barreras actitudinales identificadas. El diseño debe contemplar estrategias complementarias de sensibilización institucional, porque la tecnología opera en un contexto cultural que puede facilitar o anular su impacto.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del trabajo de campo confirman y amplían lo reportado en la literatura. La imprecisión del GPS en entornos acotados y la insuficiencia de las aplicaciones genéricas de navegación para cubrir las necesidades reales de PcDv — señaladas por Bleau et al. (2025) y Kovacs et al. (2025) — se manifestaron de forma concreta en el campus: los participantes ya usaban herramientas como Google Maps o Lazarillo, pero estas fallaban precisamente en los trayectos más frecuentes y necesarios. Esto refuerza el argumento central del paper: el problema no es la ausencia de tecnología, sino la desconexión entre las soluciones existentes y el contexto específico de uso.

En esa misma línea, McDonnall y Trinkowsky (2025) advierten que la adopción de tecnología asistiva depende menos de la sofisticación técnica que de factores como la utilidad percibida, la facilidad de aprendizaje y el soporte disponible. Los lineamientos derivados en este estudio responden directamente a esa advertencia: no parten de decisiones de implementación, sino de lo que los propios usuarios identificaron como condiciones necesarias para que una solución sea útil en su vida cotidiana.

Desde la perspectiva del campus inclusivo, este trabajo muestra que la accesibilidad de un entorno universitario no se mide por su infraestructura digital, sino por su capacidad de responder a la diversidad de quienes lo habitan. Los lineamientos propuestos plantean que la accesibilidad debe ser un componente de diseño desde el inicio — no una adaptación posterior — y que estos principios pueden trasladarse a otros campus universitarios de la región.

Para el diseño inclusivo de TIC, el aporte metodológico del estudio es tan relevante como los lineamientos mismos. Valipoor, de Antonio y Cabrera (2024) identifican la falta de enfoque centrado en el usuario como una de las causas principales del fracaso de soluciones asistivas. Este proyecto invierte esa lógica: las PcDv participaron en el diagnóstico y en la construcción del conocimiento desde el principio, no como sujetos de prueba sino como agentes activos.

IMPLICACIONES

Implicaciones tecnológicas

El diagnóstico realizado evidencia que construir una solución de navegación accesible para un campus universitario requiere decisiones técnicas que los sistemas genéricos no contemplan: un modelo de datos geoespacial propio, criterios de accesibilidad integrados desde el diseño, y una arquitectura que garantice continuidad de operación sin conexión. La principal limitación identificada — la dificultad de los sistemas de posicionamiento para operar con precisión en entornos acotados como un campus universitario, confirmada tanto por los participantes del estudio como por la literatura (Kovacs et al., 2025; Bleau et al., 2025) — representa uno de los retos técnicos centrales que cualquier solución futura deberá abordar.

Implicaciones institucionales

Para una universidad como EAFIT, este proyecto tiene implicaciones que van más allá de una solución tecnológica. El trabajo de campo dejó en evidencia que las barreras actitudinales — falta de protocolos para orientar a PcDv, comportamientos cotidianos que interrumpen el tránsito, ausencia de formación en la comunidad universitaria — son tan determinantes como las barreras físicas o tecnológicas, y no se resuelven con software. Los lineamientos propuestos pueden ser un punto de partida para esa conversación institucional, pero no pueden ser su único componente. El enfoque metodológico del estudio, desarrollado en el marco de la Alianza 4U, ofrece una ruta replicable para otras universidades colombianas.

7.3. Implicaciones para el diseño de sistemas inclusivos

El proceso seguido en este proyecto ofrece un modelo metodológico replicable para el desarrollo de tecnología asistiva en contextos educativos. Incorporar a las PcDv desde el diagnóstico cambió la naturaleza de los hallazgos:

emergieron necesidades que no habrían aparecido en un levantamiento de información convencional, como la importancia de las referencias olfativas y auditivas para la orientación espacial. Esto sugiere que el valor del diseño centrado en el humano en proyectos de accesibilidad no es solo ético sino técnico: produce diagnósticos más pertinentes y lineamientos con mayor probabilidad de derivar en soluciones adoptadas en la práctica.

LIMITACIONES

Este estudio tiene tres limitaciones principales que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados.

La primera es el contexto específico. El trabajo de campo se realizó exclusivamente en el campus de la Universidad EAFIT. Los hallazgos sobre barreras y patrones de orientación no pueden generalizarse directamente a otros campus sin un proceso de diagnóstico equivalente en cada nuevo contexto, aunque la ruta metodológica seguida sí es transferible.

La segunda es el tamaño de la muestra. El trabajo de campo se realizó con cuatro participantes con discapacidad visual, lo que permitió una exploración cualitativa rica pero no es representativo del conjunto de PcDv en otras instituciones. Futuros estudios deberían ampliar la muestra e incorporar mayor diversidad en perfiles de discapacidad visual.

La tercera es el alcance del estudio. Este paper reporta los resultados de la fase de diagnóstico y empatía — la identificación de barreras, patrones cognitivos de orientación y lineamientos de diseño —, sin incluir el desarrollo, implementación y evaluación de una solución tecnológica. Esas fases constituyen trabajo en curso y serán objeto de publicaciones posteriores.

TRABAJOS FUTUROS

El paso más inmediato es el desarrollo e implementación de una solución tecnológica de orientación para PcDv en el campus de la Universidad EAFIT, tomando como insumo directo los lineamientos y el diagnóstico presentados en este trabajo. Esta fase incluirá sesiones de co-creación con los mismos participantes del diagnóstico, prototipado iterativo y validación con usuarios reales en condiciones cotidianas de uso. Con una versión estable validada, el siguiente horizonte natural es un piloto interinstitucional que extienda la solución a otros campus universitarios colombianos, en el marco de la Alianza 4U.

En el plano técnico, la extensión más relevante es precisamente la que este estudio no aborda: la navegación al interior de los edificios, donde tecnologías como BLE Beacons o WiFi Fingerprinting permitirían cubrir espacios que el posicionamiento convencional no alcanza y donde los participantes reportaron dificultades específicas. Complementariamente, la incorporación de aprendizaje automático abriría dos líneas relevantes: detección de obstáculos mediante la cámara del dispositivo, y personalización progresiva de rutas según los patrones de uso de cada persona.

CONCLUSIONES

Este trabajo partió de una pregunta concreta: ¿por qué, con la cantidad de soluciones tecnológicas de navegación que existen, una PcDv sigue sin poder moverse de forma autónoma por un campus universitario? La respuesta no es sólo técnica — es metodológica. Las soluciones fallan no porque la tecnología sea insuficiente, sino porque se desarrollan sin el conocimiento del contexto real y sin la participación de quienes tienen que usarlas.

El aporte central de este artículo es demostrar que el diseño centrado en el humano no es un complemento opcional al desarrollo tecnológico sino una condición para que funcione. Los lineamientos presentados no surgieron de supuestos sobre lo que una PcDv necesita — surgieron de recorridos reales en el campus, de entrevistas con personas que han aprendido a moverse sin visión y han desarrollado estrategias cognitivas que ningún sistema genérico contempla.

La novedad reside en esa articulación: un proceso de diagnóstico etnográfico riguroso que deriva en lineamientos de diseño situados, transferibles a otros contextos universitarios y construidos con - no solo para -

las personas con discapacidad visual. No es un catálogo de barreras, es un modelo de cómo debería abordarse el desarrollo de tecnología asistiva en educación superior.

El desarrollo de la solución tecnológica queda como trabajo inmediato. Pero independientemente de sus resultados, el proceso documentado aquí ofrece algo que la literatura sobre tecnología asistiva lleva años pidiendo: una ruta metodológica concreta, replicable y pensada para que las soluciones que se construyan sean las que las PcDv quieran usar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad EAFIT por el apoyo institucional que hizo posible el desarrollo de esta investigación, al grupo de investigación en computación (GICOMP), así como a los investigadores e instituciones vinculados a la Alianza 4U (Universidad ICESI, Universidad del Norte, CESA, EAFIT), cuya colaboración ha sido fundamental para el avance de esta agenda de trabajo sobre accesibilidad en campus universitarios. Un reconocimiento especial a los estudiantes de las asignaturas Proyecto Integrador 2, Pensamiento Sistémico y Sistemas de Información, cuya participación en las actividades de recolección de información y trabajo de campo enriqueció significativamente los resultados del estudio. Finalmente, y de manera muy especial, a los participantes con discapacidad visual que compartieron su experiencia y su tiempo — sin su disposición y generosidad este trabajo no habría sido posible.

REFERENCIAS

- Ariza, J., & Giraldo, D. (2025). App GUÍA: Aplicación móvil de navegación accesible para personas con discapacidad visual en campus universitario. Universidad del Norte.
- Bleau, M., Martiniello, N., Gingras-Royer, N., Tardif-Bernier, C., & Nemargut, J. P. (2026). Exploring the use of smartphone applications during navigation-based tasks for individuals who are blind or who have low vision: future directions and priorities. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 21(2), 840–868. <https://doi.org/10.1080/17483107.2025.2544942>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Casanova, E., Guffanti, D., & Hidalgo, L. (2025). Technological Advancements in Human Navigation for the Visually Impaired: A Systematic Review. *Sensors*, 25(7), 2213. <https://doi.org/10.3390/s25072213>
- Charles, S., Gelbar, N., Madaus, J., Dukes, L. L., & Faggella-Luby, M. N. (2026). Global perspectives on educating blind and visually impaired students in higher education: A review of the literature. *Frontiers in Education*, 11. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1706182>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- García Muñoz, W. G., & Melo Gutiérrez, L. H. (2022). Aplicación móvil para la geolocalización en el interior del edificio Alfonso Palacio Rudas de la Universidad Piloto de Colombia, utilizando redes inalámbricas como apoyo a la movilidad de personas con limitación visual [Trabajo de grado]. Universidad Piloto de Colombia.
- Gómez, M., Rodríguez, V., Vejarano, R., & Montes, H. (2020). OGEO: Sistema de navegación interior para la orientación y movilidad de personas con discapacidad visual. *RETOS XXI*, 4, 1–17. <https://doi.org/10.33412/retosxxi.v4.1.2788>
- González Mantilla, C. F., & Landazábal Vargas, R. Y. (2020). Aplicación móvil para facilitar el desplazamiento de personas con discapacidad visual dentro de la universidad, "Mi Lazarillo" [Trabajo de grado]. Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).
- González-Palacio, L., González-Palacio, M., García-Giraldo, J., Rodríguez-Mojica, S., Ortiz-Usme, L., & Valencia, J. P. (2025). Accessibility Analysis in a Natural Park in Medellín-Colombia: The Perception of Population with Visual Impairments (PVI). *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 20(10), 4103–

4110. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.201001>

- ISO 9241-210:2019. Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. International Organization for Standardization.
- Isazade, V. (2023). Advancement in navigation technologies and their potential for the visually impaired: A comprehensive review. *Spatial Information Research*, 31(5), 547–558. <https://doi.org/10.1007/s41324-023-00522-4>
- Kovacs, I.-F., Karolyi, A.-C., Stângaciu, C.-S., Stângaciu, V., Nimară, S., & Curiac, D.-I. (2025). An RFID-Based Indoor Guiding System for Visually Impaired People. *Information*, 16(3), 220. <https://doi.org/10.3390/info16030220>
- McDonnall, M. C., & Sessler Trinkowsky, R. (2025). Assistive technology innovations: Perceptions, adoption, and desires. *Assistive Technology Outcomes & Benefits*, 19, 1–16.
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things* (revised ed.). Basic Books.
- Rodríguez Quiroga, D. S., Tobón Molina, D., Cañar Lozano, S. A., & Rojas Hernández, J. C. (2025). OrientApp: Una aplicación móvil para la orientación de personas con discapacidad visual en TransMilenio. <https://hdl.handle.net/1992/76305>
- Valipoor, M., de Antonio, A., & Cabrera, J. (2024). Analysis and design framework for the development of indoor scene understanding assistive solutions for the person with visual impairment/blindness. *Multimedia Systems*, 30, 152. <https://doi.org/10.1007/s00530-024-01350-8>
- World Health Organization. (2026). Blindness and vision impairment. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>