

**ORIENTANDO SENTIDOS**  
**MORFOLOGÍA EXPERIMENTAL Y ERGONOMÍA**

JUAN ESTEBAN ESCANDÓN AGUDELO  
VALENTINA ORTIZ PUERTA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2024

**ORIENTANDO SENTIDOS  
MORFOLOGÍA EXPERIMENTAL Y ERGONOMÍA**

JUAN ESTEBAN ESCANDÓN AGUDELO  
VALENTINA ORTIZ PUERTA

Trabajo de grado para optar al título de Diseñador Industrial

Asesor(es)

ALEJANDRO ZULETA GIL  
Ingeniero de materiales Magister y Doctor en ingeniería

ANA MARÍA LOTERO ARIAS  
Diseñadora industrial

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2024

# Orientando Sentidos

Juan Esteban Escandón Agudelo, Valentina Ortíz Puerta

Facultad de Diseño Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Medellín, Circular 1 N° 70-01, Medellín, Colombia

## Resumen

El proyecto investigativo *Orientando Sentidos*, aborda la problemática de movilidad y orientación de personas con discapacidad visual en espacios interiores académicos, específicamente para aquellos usuarios con cataratas y degeneración macular asociada a la edad (DMAE). Esta investigación surge ante la falta de soluciones inclusivas y efectivas que promuevan la autonomía de las personas en entornos como universidades, colegios y unidades residenciales. Así, el estudio utiliza herramientas de percepción táctil, utilizando tecnologías como la impresión 3D en arcilla para crear paneles hápticos que incluyan palabras en relieve, símbolos y braille, con el fin de mejorar la orientación de los usuarios.

Para el desarrollo de este trabajo, se diseñaron modelos de empatía y paneles de señalización en espacios interiores los cuales fueron validados con usuarios con discapacidad visual, quienes señalaron la importancia de la relación dimensional y la precisión en las texturas, formas y materiales utilizados. Los símbolos y palabras en relieve resultaron ser los métodos más efectivos para la orientación, mientras que el braille y los contrastes visuales facilitaron la identificación espacial y el recorrido autónomo del entorno.

La investigación concluye que el diseño inclusivo, apoyado en la impresión 3D en arcilla y la percepción sensorial, permite mejorar significativamente la movilidad de las personas con discapacidad visual, promoviendo su autonomía en diversos entornos.

## Abstract

The research project "Orientando sentidos" addresses the issue of inadequate mobility and orientation for visually impaired individuals in indoor academic spaces, specifically those affected by cataracts and age-related macular degeneration (AMD). This research arises from the lack of inclusive and effective solutions that promote autonomy in academic spaces such as universities, schools, and residential complexes. The study employs tactile perception tools, incorporating technologies like 3D clay printing to create haptic panels featuring embossed words, symbols, and Braille, aimed at improving user orientation.

By identifying difficulties, empathy models and signage panels for indoor spaces were designed.

These were validated with feedback from visually impaired individuals, who highlighted the importance of dimensional relationships and the precision of textures, shapes, and materials. Symbols and embossed words proved to be the most effective methods for orientation, while Braille and visual contrasts facilitated spatial identification and autonomous navigation of the environment.

The research concludes that inclusive design, supported by 3D clay printing and sensory perception, substantially enhances the mobility of visually impaired individuals, fostering their autonomy in various settings.

## 1. Introducción

*Orientando sentidos* es la posibilidad de poder dirigirse, reconocer y orientarse con sus herramientas de percepción, exclusivamente a través del tacto. Así, inicia y nace desde la problemática de la falta de atención en la movilización y orientación de personas en situación de discapacidad visual dentro de espacios interiores y exteriores.

Las personas con discapacidad visual enfrentan múltiples barreras en su movilidad y autonomía, en especial en entornos urbanos donde deben enfrentarse a espacios que suelen ser dinámicos, congestionados o densos como lo son las universidades, los colegios y las unidades residenciales. Estas dificultades no solo afectan su sentido de orientación y desplazamiento, sino que también impactan negativamente en sus habilidades motoras y cognitivas, esto debido a una restricción a la información sensorial completa, lo que impacta en la capacidad de aprendizaje y en el desarrollo psicomotor (OMS, 2020). Durante la infancia, esta deficiencia puede retardar el desarrollo cognitivo, específicamente porque se dificulta la coordinación entre visión y motricidad y, el procesamiento sensoriomotor para la exploración del entorno (Piaget, 1959).

Y a pesar de que una pequeña parte del problema se atribuye a la necesidad de que las personas con discapacidad visual aprendan a usar herramientas como el bastón o el braille, la mayor responsabilidad recae en los esfuerzos ineficaces de la sociedad y las profesiones para adaptar los espacios y brindar soluciones adecuadas (Yongfeng Ma a et al., 2023). La falta de personal especializado en orientación y movilidad en instituciones educativas y la modificación de puntos de referencia sensoriales contribuyen a una menor autonomía y desorientación, lo que aumenta la probabilidad de que las personas se pierdan, generando ansiedad, depresión y aislamiento social. (Sánchez, 2023)

En Colombia, el 62.1% de las personas con discapacidad visual tienen entre 19 y 59 años, representando el 7.1% de la población total, equivalente a 3'134.036 personas (Parra Dussan, 2020). A nivel global, la inclusión de niños con discapacidad visual en escuelas comunes ha aumentado, pero esto ha disminuido su aprendizaje sobre orientación y movilidad, lo que ha llevado al 82% de las personas ciegas a depender de la memoria y la creación de mapas mentales para moverse. Las soluciones propuestas, como pavimentos táctiles, rampas y recordatorios de voz, han demostrado ser efectivas, pero su impacto se ve limitado por la falta de mantenimiento adecuado, el mal diseño y la falta de continuidad en las ayudas, lo que disminuye su eficacia y perpetúa las dificultades de acceso y movilidad para estas personas (Andrade Lozada, 2018).

De esta manera, en un estudio realizado por el IES (*Institute of Education Sciences*), se evaluaron las habilidades de orientación y movilidad de estudiantes en situación de discapacidad visual en el bachillerato (Cameto, 2007). La investigación estableció que la mayoría de los estudiantes pueden realizar tareas de movilidad, como viajar con un guía o seguir rutas aprendidas, aunque los estudiantes ciegos y aquellos con discapacidades enfrentan mayores retos. Además, se identificó que el rendimiento en estas actividades varía según el nivel de discapacidad y el estrato social (Cameto, 2007). Por otra parte, los artículos *Aproximación a sistemas señaléticos inclusivos en campus universitarios*, *Orientation and mobility skills for children with visual impairment*, e *improvement in education of people with visual impairment*, contribuyeron a la búsqueda de las diferentes patologías que presenta la discapacidad visual, en donde se encontró que las que más

predominan en Colombia son las cataratas con un 67.61% y el DMAE con un 24% (Torres Holguín, 2012), (Abubakar, 2022), (Finková, 2022).

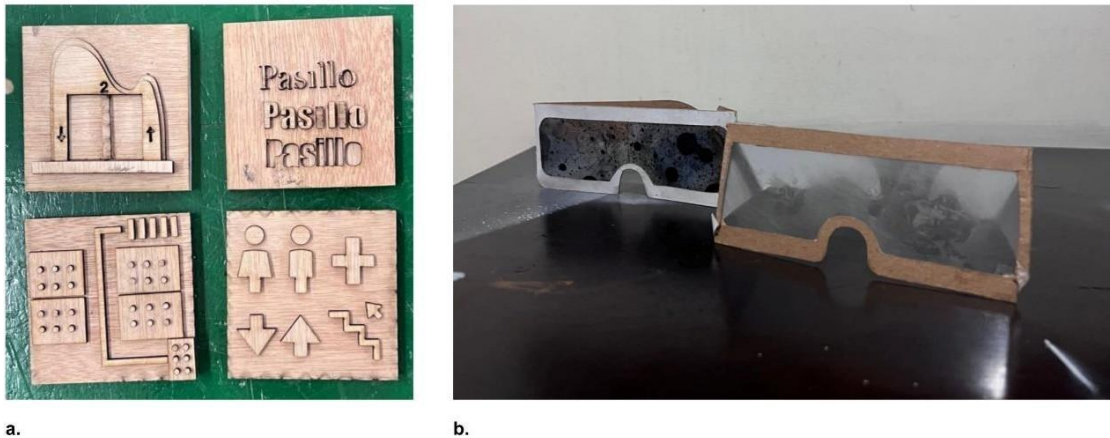
Finalmente, se revisó la NTC 6047 con el fin de aplicar la norma como requerimiento en el proyecto, la cual fue actualizada en 2011 y propone usar iniciativas táctiles como el Braille y otros relieves en lugares públicos y educativos, además de establecer parámetros como relaciones dimensionales, contrastes de color, tamaños, y restricciones en espacios interiores (ICONTEC, 2012).

El objetivo de este trabajo es contribuir al diseño de herramientas para personas con discapacidad visual, específicamente aquellas con cataratas y degeneración macular asociada a la edad. El objetivo es promover su independencia y autonomía en entornos educativos, facilitando su desplazamiento. Para ello, se proponen morfologías táctiles que potencien la percepción dimensional, mejoren la orientación, y un material que ofrezca precisión en las texturas, activando sus sentidos en áreas que requieran precaución o estén habilitadas para su uso seguro.

## 2. Metodología

Para la investigación, se recolectó información relacionada con la discapacidad visual, lo que permitió crear una representación de los principales problemas a la hora de moverse y orientarse. Se seleccionaron cuatro patologías, sus causas y consecuencias, para luego encontrar las similitudes y diferencias entre cada una mediante un diagrama de Venn. Esto, por medio de artículos científicos encontrados en páginas como *Scopus*, *Science Direct* y Google Académico, de los cuales se extrajo la información necesaria y se agrupó en una ficha de análisis que facilitó evaluar todos los aspectos posibles y de ahí sacar soluciones. De esta forma se identificaron una serie de dificultades y retos que presentan las personas con DMAE y cataratas, con el objetivo de lograr una comprensión profunda que permita satisfacer adecuadamente sus necesidades.

Por otra parte, se realizaron modelos de empatía con cinco usuarios, estudiantes de la UPB. Para esto, se crearon los Sim-Specs con base en el artículo *Simulating Macular Degeneration to Investigate Activities of Daily Living: A Systematic Review* (Macnamara et al., 2021), los cuales simulan los síntomas de las cataratas y del DMAE, y serían utilizados por los usuarios mientras realizan un recorrido guiado diseñado con base en los artículos *The psychological impact of instrumental activities of daily living on people with simulated age-related macular degeneration* (Macnamara A et al.) y *Understanding Visual Impairment and Its Impact on Patients: A Simulation-Based Training in Undergraduate Medical Education* (Juniat V. et al.). El recorrido estaría señalado con cuatro paneles que se diseñaron teniendo como referencia *The use of simulated visual impairment to identify hospital design elements that contribute to way finding difficulties* (Hallbeck, 2011), cada uno con formas diferentes de señalización con el fin de validar que método resultaba ser más efectivo: El primero tenía líneas y puntos, el segundo símbolo, el tercero texto en alto y bajo relieve y el cuarto abstracción de formas. De esta manera, se creó una experiencia en la cual se ubicaron los diferentes paneles para validar que tan efectivos son dichos métodos. Los resultados quedaron registrados mediante fotos, videos y encuestas digitales que ayudaron a validar la efectividad que se pueden observar en la figura 1.



**Figura 1.** (a) Paneles utilizados en los modelos de empatía y (b) SimSpecs que simulan cataratas y DMAE.

Consecuentemente, se procedió con una búsqueda de información sobre la influencia del color en el consumo y cómo se aplica en la señalización. Además, se buscó sobre las diferentes tipografías en la señalética para el mejor entendimiento de los usuarios que se encuentran en situación de discapacidad, y a su vez se analizaron referentes formales que se encuentran en diferentes espacios de la ciudad. Así, con base en la investigación previamente realizada, se diseñaron una serie de paneles señaléticos utilizando el programa *Rhinoceros*, que corresponden a los baños, las escaleras para subir y bajar, el ascensor, el rango de salones que se encuentran en el pasillo y el punto de partida, para posteriormente prototiparlos por medio de la impresión 3D en cerámica y el generador de códigos *Simplify3D*.

Finalmente, por medio de los paneles diseñados, se realizaron prototipos equivalentes al modelo cortados a láser en madera tríplex 2.5 mm, que simulan un mapa señalético referente a la entrada del Bloque 10 de ArquiDiseño de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Mediante los prototipos creados, se realizó una validación con Carlos Montoya Hurtado, profesor de la UPB que se encuentra en situación de discapacidad visual, la cual permitió identificar falencias y oportunidades del sistema diseñado.

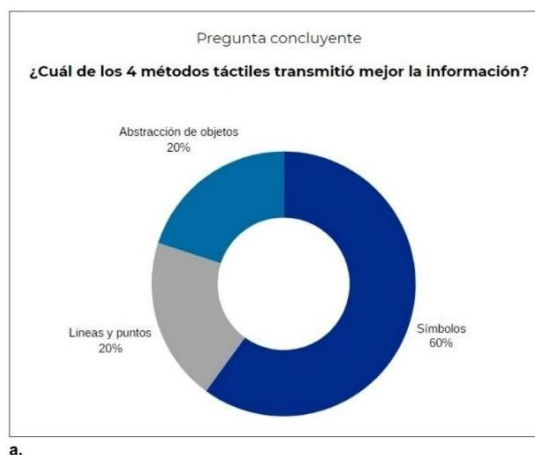
### 3. Resultados y discusión

Los resultados de los modelos de empatía muestran qué tan efectivas fueron las diferentes tipologías de los paneles (Líneas y puntos, símbolos, texto en relieve y abstracción de formas) y cómo influyeron en la toma de decisiones y la comprensión espacial de los usuarios en situación de discapacidad visual. En la figura 2 se muestran algunas imágenes de la validación con algunos modelos de empatía en donde se realizó un ejercicio de reconocimiento táctil de los paneles en el recorrido.



**Figura 2.** Imágenes de la validación con algunos modelos de empatía. Reconocimiento táctil de los paneles en el recorrido.

Los participantes consideraron que los métodos de señalización más efectivos para transmitir la información fueron los símbolos, seguidos del texto en relieve. De acuerdo con el análisis de la información, registrada en la figura 3, se observó que, aunque el reconocimiento del panel “líneas y puntos” no fue percibido como difícil, no logró transmitir correctamente la información a los usuarios y por último, el panel con abstracción de formas no resultó ser muy eficaz.



**Figura 3.** Resultado de eficacia referente los paneles de señalización. Autoría propia.

Con base a los resultados anteriores, se procedió con el establecimiento de los requerimientos para el diseño de los paneles señaléticos, incluyendo la NTC 6047 y la información investigada anteriormente para así comenzar el proceso de diseño en rhinoceros, el proceso de impresión y después de múltiples intentos impresos se definieron los parámetros necesarios en el programa

Simplify3D, como lo son la velocidad, la altura de capa y el relleno. En la figura 4 se evidencia el diseño final de los paneles y del mapa señalético en *rhinoceros*.

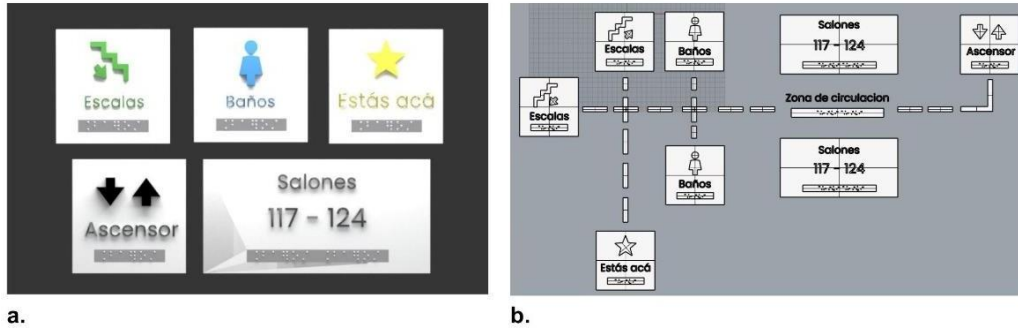


Figura 4. Diseño de paneles y mapa señalético.

En la figura 5, se muestran los parámetros utilizados en el programa Simplify3D con su respectiva imagen de la impresión realizada.

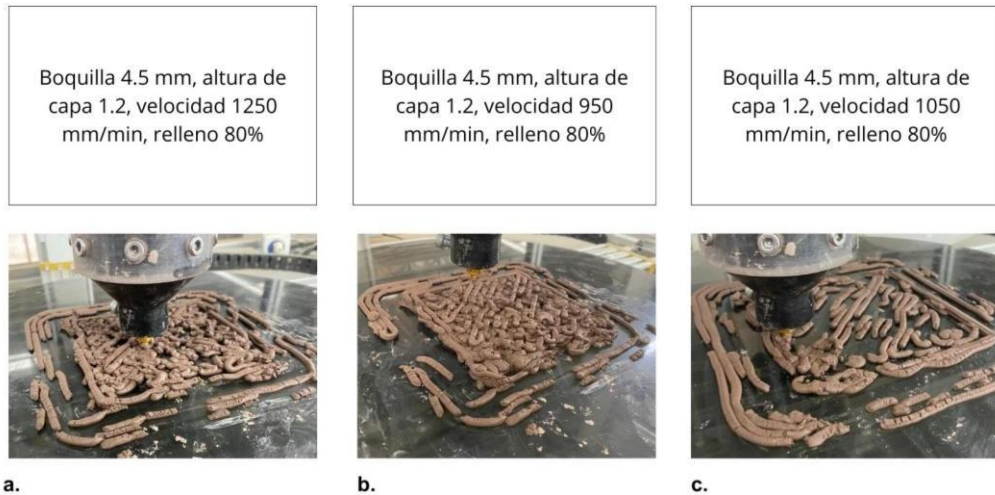
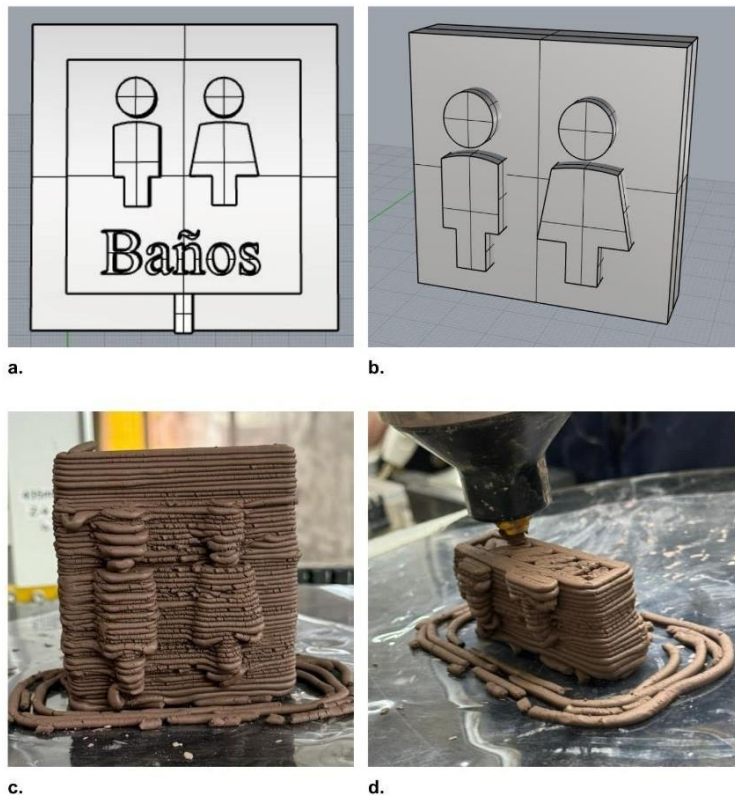


Figura 5. Diferentes resultados de las variaciones en los parámetros.

Los primeros ensayos de impresión fueron realizados de manera horizontal, sin incluir textos, símbolos o braille, pero no se logró imprimir el panel debido a una extrusión de masa bastante irregular. Los siguientes ensayos se realizaron incluyendo braille, texto y símbolos obteniendo resultados no muy satisfactorios, debido a que la altura de capa no era la adecuada y arrastraba el material de la base, la boquilla contaba con un extrusor de gran tamaño (4.5 mm) y no permitía buena definición ni en el braille ni en los símbolos, y la masa no tenía la textura indicada. El texto no se pudo imprimir debido a varios factores, la orientación del panel, la cual en su momento fue horizontal y, ni símbolos, ni textos se adherían al panel debido al conjunto de comandos que tenía que realizar la impresora (subir – moverse en el eje x – parar de extruir – bajar - extruir); los perfiles de las letras, los cuales no todos eran de un tamaño igual o mayor a 4,5 mm (tamaño de la

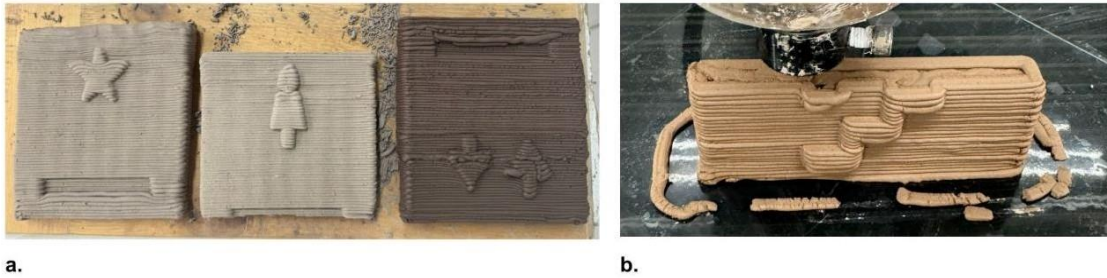
boquilla), lo que inhabilitaba la impresión; finalmente, el tamaño de la letra y por ende, la precisión. En la figura 6 se observan algunas fotografías de los resultados de dichas pruebas, en donde se muestra la poca definición que se logró en los detalles, la masa agrietada y extruida de forma irregular.



**Figura 6.** Modelos digitales y su respectiva impresión. Autoría propia.

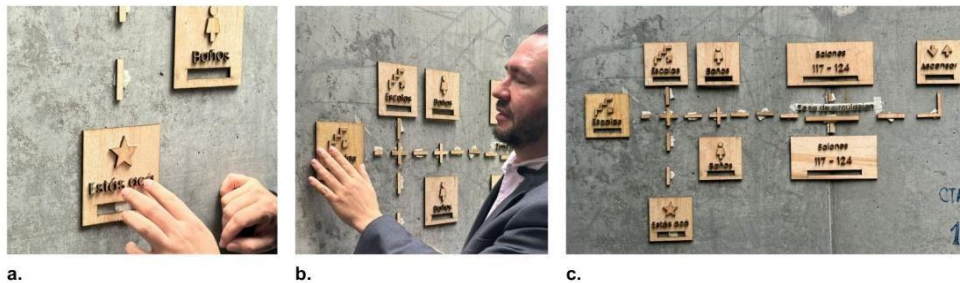
Luego, para lograr un mejor resultado se ajustaron nuevamente los parámetros de impresión. La boquilla sería de 4 mm, la altura de capa 1.6, la velocidad de extrusión 1050 mm/min, el relleno al 100% y el multiplicador de impresión en 1.2.

Además, se realizaron cambios en el diseño después de una reunión con Sebastián Restrepo Vélez quien presenta el cargo de Líder en Gestión de Innovación en Corona Industrial; el cual presentó el método de impresión T H E Y que hace referencia a las diferentes formas de impresión en vertical, en la que cada letra, representa una tipología de impresión en vertical, de acuerdo con sus apoyos. Así, imprimiendo únicamente el panel con el símbolo y añadiéndole como paso final, el texto en acrílico y el braille en placas metálicas. Luego de realizar estas modificaciones, se observó que, aunque los símbolos mejoran su factura y detalle considerablemente, al ser en voladizo se suelen deformar debido a no quedar con un apoyo fijo y, por ende, entre más cantidad de material con relación al voladizo, más deformación; además, se notó una mejora considerable en relación con el acabado del material, el cual solía ser agrietado y seco, ahora es uniforme y balanceado; finalmente, al generar un giro de 180° en la orientación del panel, y en conjunto con el espesor del modelo, este se logra mantener estable y genera la posibilidad de una impresión uniforme de símbolos. Dichos resultados se evidencian en la figura 6.



**Figura 6.** Modelos impresos del “estás acá”, “baños” y “ascensor” sin acabados finales y su proceso de impresión. Autoría propia.

Ya impresos los modelos en cerámica 3D, se procedió con la realización de las validaciones, con ayuda de un prototipo de mapa señalético cortado a láser y de un usuario que padezca cataratas o degeneración macular asociada a la edad (DMAE), el cual tiene una visión central baja que dificulta actividades como la lectura y reconocimiento de detalles. En el ámbito universitario, se puede desempeñar como profesor o estudiante y requiere de ayudas externas que faciliten la orientación y movilización, tales como materiales en relieve, Braille y contrastes de color apropiados. En primer lugar, el mencionó que el material del prototipo era un poco incómodo al tacto (tríplex de 5 mm), problema que se solucionó con el prototipo final. Además, nos recomendó ajustar la altura del mapa señalético, sugiriendo que tuviera una menor altura para un mejor alcance y manipulación. Esto, siguiendo la NTC 6047, la cual sigue las alturas óptimas para el manejo y manipulación de la señalética en paredes verticales. Por otro lado, el profesor sugiere que el mapa resulta eficaz para la transmisión de la información.



**Figura 7.** Validación del mapa señalético con usuario en situación de discapacidad.

A la vez, se realizó un en vivo con el profesor Carlos Montoya Hurtado (quien es docente de Ciencias Sociales de la materia Sujeto y Sociedad) para su canal de YouTube, en el cual se discutió sobre la discapacidad visual y la visualización que se la debe dar a esta en un mundo moderno. Así, tocando temas desde la visualización de las discapacidades, el diseño inclusivo, dificultades, oportunidades y por supuesto, el análisis y validación sobre los prototipos previamente impresos.



**Figura 8.** Encuentro para la validación de modelos impresos.

En relación con los prototipos impresos, el profesor exclama que es una gran idea y un gran avance hacia el diseño inclusivo, permitiendo generar desde reconocimientos de entornos hasta una agradable y óptima experiencia al tacto del usuario. En su retroalimentación, además sugiere que se debería materializar nacionalmente pues, en su punto de vista uno de los pilares de éxito hacia el diseño, es el diseño inclusivo.

#### **4. Conclusiones**

Las personas con discapacidades visuales como la DMAE y las cataratas enfrentan importantes desafíos al desplazarse y reconocer elementos en espacios interiores. Esta investigación examina los síntomas, causas y dificultades que enfrentan, como la pérdida de agudeza visual, la distorsión de formas, la reducción del campo visual y la visión fluctuante. Esto se da por medio de simuladores, los cuales permitieron experimentar de manera tangible a los usuarios, los retos asociados a la pérdida de la visión. La simulación proporciona los símbolos y las palabras en relieve como una base para el mejoramiento y atenuamiento de las dificultades y retos.

El sistema objetual propuesto mejora la percepción espacial de estas personas, permitiéndoles interpretar el entorno a través de diversos métodos. Las palabras en relieve facilitan a aquellos con visión residual la identificación de los espacios, ayudándolos a orientarse y a construir un recorrido mental del lugar. El Braille les proporciona acceso a la información de forma autónoma, mientras que el símbolo complementa el conjunto de datos que la persona necesita para formar una imagen mental del entorno. Además, los contrastes visuales mejoran la experiencia al resaltar los elementos en relieve, favoreciendo su detección por parte de aquellos con capacidad visual limitada.

Por otra parte, la selección de morfologías y colores adecuados desempeñó un rol fundamental en mejorar la experiencia de orientación y movilidad de las personas con discapacidad visual. A través de la experimentación con la impresión 3D en cerámica, se pudieron crear formas y texturas en relieve que sean fácilmente perceptibles al tacto, permitiendo a los usuarios identificar con precisión objetos y espacios. Además, el uso de colores de alto contraste ha sido de gran alcance para quienes aún conservan cierto grado de visión, ya que facilita la distinción visual de los elementos en relieve.

Por último, las validaciones realizadas con usuarios reales demostraron la eficacia del mapa señalético diseñado, debido a que cuenta con diferentes métodos que transmiten la información que

están acompañados de contrastes cromáticos, y esto ayuda al usuario a generar un mapa mental y un recorrido del espacio por donde circulará, mitigando las dificultades que prestan las personas en situación de discapacidad visual al orientarse en espacios interiores.

## Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que hicieron posible la realización de este trabajo investigativo.

A nuestros docentes de investigación, por su guía, paciencia y consejos a lo largo de este proyecto. Su experiencia y dedicación siempre son indispensables a la hora de elaborar.

A nuestros amigos y compañeros de la universidad, quienes compartieron con nosotros este viaje académico. Sus palabras de aliento y compañía en los momentos difíciles hicieron de esta experiencia única.

Finalmente, agradecemos a la universidad y personas que contribuyeron con su conocimiento y experiencia para enriquecer esta investigación. Sus aportes ayudaron y fueron clave para el desarrollo de soluciones inclusivas y efectivas en este trabajo.

## Referencias

Accounting for the needs of blind and visually impaired people in public realm design. (s. f.). ResearchGate.

[https://www.researchgate.net/publication/233014901\\_Accounting\\_for\\_the\\_Needs\\_of\\_Blind\\_and\\_Visually\\_Impaired\\_People\\_in\\_Public\\_Realm\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/233014901_Accounting_for_the_Needs_of_Blind_and_Visually_Impaired_People_in_Public_Realm_Design)

Alyn Griffiths. (2022, November 2). HKU's computer-designed tidal stools can be used by humans and sea creatures. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2022/11/02/hku-3d-printed-tidal-stools/>

ASIS-Salud-visual-colombia-2016.pdf. (2016). Ministerio de Salud y Protección Social. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-visual-colombia-2016.pdf>

Betancur, F. R. (1970). Preferencia por los colores en universitarios de la ciudad de Medellín. *Anuario Electrónico*. [https://www.redalyc.org/journal/5115/511569019008/html/#redalyc\\_511569019008\\_ref28](https://www.redalyc.org/journal/5115/511569019008/html/#redalyc_511569019008_ref28)

Benito, J. C. (2003). *Manual para la intervención psicológica en el ajuste a la deficiencia visual*. Madrid.

Bhat, S. (2021). 3D printed clay natural refrigerator (Botijo). *WASP*. <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-clay-natural-refrigerator-botijo/>

Cameto, R., & Nagle, K. (2007). *Orientation and mobility skills of secondary school students with visual impairments*.

Careful, hot! (2016). *designboom*. <https://www.designboom.com/project/careful-hot/>

Ceguera y discapacidad visual. (s. f.). *World Health Organization*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Chen, C. (2019). Classroom makeover for the blind / Creative Crews. *ArchDaily*.  
<https://www.archdaily.com/918942/classroom-makeover-for-the-blind-creative-crews>

Color and meaning. (s. f.). *Google Libros*.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EU74cB7kMMsC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Meaning%2Bof%2Bcolors%2Bin%2Bart&ots=Qfx5kk-VFI&sig=A8exiO8PuT52Q-ptaYSWWMbZwD8#v=onepage&q=Meaning%20of%20colors%20in%20art&f=false>

Color theory and its application in art and design. (s. f.). *Google Libros*.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n2\\_2BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Meaning%2Bof%2Bcolors%2Bin%2Bart&ots=G6tmFUPZX0&sig=EtENSbyuxB6O3St5dTXEeGTWuK0#v=onepage&q=Meaning%20of%20colors%20in%20art&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n2_2BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Meaning%2Bof%2Bcolors%2Bin%2Bart&ots=G6tmFUPZX0&sig=EtENSbyuxB6O3St5dTXEeGTWuK0#v=onepage&q=Meaning%20of%20colors%20in%20art&f=false)

Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. (2014). Ginebra, Nueva York: Naciones Unidas Derechos Humanos.

designboom, tim spears. (2014). Touch-responsive 3D maps provide navigation to visually impaired. *designboom*. <https://www.designboom.com/technology/touch-responsive-3d-maps-visually-impaired-11-21-2014/>

Equipo editorial, E. (2023). Braille: Qué es, historia, usos, alfabeto y características. *Enciclopedia Humanidades*. <https://humanidades.com/braille/>

Filament2Print. (2020). *Exactitud, precisión y tolerancia en impresión 3D*. Filament2Print.  
[https://filament2print.com/es/blog/82\\_exactitud-precision-tolerancia-impresion-3d.html](https://filament2print.com/es/blog/82_exactitud-precision-tolerancia-impresion-3d.html)

First printing of continuous fibers into ceramics. (2019). *Journal of the American Ceramic Society*.  
<https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jace.16234>

Forero Ortega, C. A., Méndez León, S. G., & Vasquez Torres, L. C. (2021). *Prototipo de artefacto IOT para la detección de riesgos y prevención de accidentes en la cocina del hogar* [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Universidad Piloto de Colombia.  
<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10063/PROTOTIPO%20DE%20ARTIFACTO%20IOT%20PARA%20LA%20DETECCIÓN%20DE%20RIESGOS%20Y%20PREVENCIÓN%20DE%20ACCIDENTES%20EN%20LA%20COCINA%20DEL%20HOGAR..pdf>

García, J. (2023). Crean pulsera para mejorar la movilidad de personas con discapacidad visual. *Incluyeme.com*. <https://www.incluyeme.com/movilidad-de-personas-con-discapacidad-visual/>

I.materialise. (s. f.). Project lumen. *i.materialise*. <https://i.materialise.com/en/shop/item/project-lumen>

Improvement in education of people with visual impairment. (s. f.). ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/271889254\\_Improvement\\_in\\_Education\\_of\\_People\\_with\\_Visual\\_Impairment](https://www.researchgate.net/publication/271889254_Improvement_in_Education_of_People_with_Visual_Impairment)

Inci. Grandes avances para la inclusión de la población con discapacidad visual. (s. f.). *Inicio*.  
<https://www.colombiaaprende.edu.co/agenda/tips-y-orientaciones/inci-grandes-avances-para-la-inclusion-de-la-poblacion-con-discapacidad>

Invasa. (s. f.). Pavimentos táctiles, qué tipos hay y cómo utilizarlos. *Invasa*.  
<https://invasa.com/noticias/pavimentos-tactiles-tipos>

Karastoyanov, D., et al. (2019). Methods and means for education of people with visual impairments. *IFAC-PapersOnLine*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319325224>

Los ciegos en el censo 2018. (s. f.). Instituto Nacional para Ciegos. <https://www.inci.gov.co/blog/los-ciegos-en-el-censo-2018>

Macnamara, A., et al. (2021). Simulating macular degeneration to investigate activities of daily living: A systematic review. *Frontiers in Neuroscience*.  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2021.663062/full>

Macnamara, A., et al. (2022). The psychological impact of instrumental activities of daily living on people with simulated age-related macular degeneration. *BJPsych Open*.  
<https://www.cambridge.org/core/journals/bjpsych-open/article/psychological-impact-of-instrumental-activities-of-daily-living-on-people-with-simulated-agerelated-macular-degeneration/9304E628B760567F896EE76E5BF4C146>

Martínez Calvo, F. J. (2011). *Discapacidad visual y autonomía personal: enfoque práctico de la rehabilitación*. Universidad de Salamanca.

Peláez Becerra, S. M., Gómez Gómez, P., & Becerra, M. A. (s. f.). Emociones cromáticas: Análisis de la percepción de color basado en emociones y su relación con el consumo de moda. *Anagramas -Rumbos y sentidos de la comunicación-*.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-25222016000100005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-25222016000100005)

Porto, J. P., & Merino, M. (2021). Orientación. *Definición.de*. <https://definicion.de/orientacion/>

PULGARIN ESCOBAR, C. A. (2017). *La memoria ciega: Lectura y escritura sin la visión*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Qué es el sistema braille y cómo funciona. (2021). RTVC. <https://www.canalinstitucional.tv/te-interesa/que-es-el-sistema-braille-y-como-funciona>

Qué es la impresión 3D, importancia y cómo funciona la fabricación aditiva. (2023). *aula21*.  
<https://www.cursosaula21.com/que-es-la-impresion-3d/>

Rousek, J. B., et al. (2011). The use of simulated visual impairment to identify hospital design elements that contribute to wayfinding difficulties. *International Journal of Industrial Ergonomics*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169814111000631>

Sánchez, S. V. (2023). La ciudad para las personas con discapacidad visual desde el diseño urbano multisensorial. *AIEDI*. <https://www.aiedi.org/2020/01/11/la-ciudad-para-las-personas-con-discapacidad-visual-desde-el-diseno-urbano-multisensorial/>

Siu, K. W. M., et al. (2013). Promotion of a healthy public living environment: Participatory design of public toilets with visually impaired persons. *Public Health*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033350613001601>

Taboada, J. (2016). Mapas para ciegos. *TYS Magazine*. <https://tysmagazine.com/mapas-para-ciegos/>

Tactile and braille street signs in Sydney. (s. f.). *City of Sydney*.  
<https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/guides/tactile-and-braille-street-signs-user-guide>

Torres Holguín, J. F. (2012). *Aproximación a sistemas señaléticos inclusivos en campus universitarios*. Universidad Nacional de Colombia.

Transporte. (2021). ¿Qué entendemos por movilidad? *Ecologistas en Acción*.  
<https://www.ecologistasenaccion.org/9844/que-entendemos-por-movilidad/>

Una mirada a tu salud visual. (2020). *Universidad Externado de Colombia*.  
<https://www.uexternado.edu.co/bienestar-universitario/una-mirada-a-tu-salud-visual/>

Usuario, S. (s. f.). Baja visión y la discapacidad visual. *Mati*.  
[https://www.webmati.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23](https://www.webmati.es/index.php?option=com_content&view=article&id=23)

Vista de etiología de baja visión y ceguera en siete centros de referencia en Colombia entre los años 2012 a 2017. (s. f.). *Revista Cuidarte*.  
<https://revistas.udes.edu.co/cuidarte/article/view/2036/2481>

Zagar, M., et al. (2023). Low vision simulator goggles in pharmacy education. *American Journal of Pharmaceutical Education*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002945923035490>