***Validación de requerimientos (con expertos)***

La identificación de necesidades descrita en el documento proporcionado destaca varias áreas críticas para el desarrollo de un dispositivo tecnológico dirigido a personas con discapacidad visual, específicamente para mejorar su movilidad autónoma y segura, accesibilidad, facilidad de uso y resistencia. A continuación, se presenta una validación de estos requerimientos respaldada por literatura académica y técnica, asegurando que las necesidades identificadas estén fundamentadas en evidencia y alineadas con estándares actuales en el desarrollo de tecnologías de asistencia.

La necesidad de movilidad segura y autónoma es una prioridad clara para las personas con discapacidad visual, tanto con ceguera total como con baja visión, debido a los obstáculos físicos y la inseguridad que enfrentan en entornos públicos. Esta necesidad está ampliamente documentada en la literatura. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), aproximadamente 2.200 millones de personas en el mundo tienen alguna forma de discapacidad visual, y la falta de herramientas de asistencia adecuadas limita su independencia en la navegación urbana. Estudios como el de Hersh y Johnson (2008) en Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People destacan que los dispositivos de asistencia deben detectar obstáculos en tiempo real y proporcionar retroalimentación clara para garantizar la seguridad del usuario. Por ejemplo, los bastones tradicionales y los perros guía, aunque efectivos, no siempre son suficientes para entornos complejos con obstáculos dinámicos como peatones o vehículos (Manduchi & Kurniawan, 2011). Esto valida la necesidad de un dispositivo que combine tecnologías como sensores ultrasónicos o LIDAR con alertas táctiles o auditivas para mejorar la detección de obstáculos y la autonomía.

El documento señala que el alto costo y el desconocimiento de tecnologías de asistencia, como lectores de pantalla o bastones inteligentes, son barreras significativas. Este requerimiento está respaldado por el informe de la OMS (2023), que indica que más de 1.000 millones de personas necesitan tecnologías de asistencia, pero no tienen acceso debido a limitaciones económicas o de disponibilidad, especialmente en países de ingresos bajos y medios. Además, un estudio de Fuchigami et al. (2021) en Journal of Assistive Technologies subraya que los dispositivos tecnológicos para personas con discapacidad visual deben ser asequibles para garantizar su adopción masiva. La literatura también destaca que la falta de formación sobre el uso de estas tecnologías puede ser una barrera adicional (McGrath et al., 2024). Por lo tanto, el desarrollo de un dispositivo debe priorizar costos reducidos y estrategias de distribución que incluyan capacitación accesible, como tutoriales en formatos auditivos o braille.

La necesidad de un dispositivo fácil de usar, intuitivo y confiable, con retroalimentación vibratoria o sonora, está bien fundamentada en la literatura. Según Bhowmick y Hazarika (2017) en su artículo publicado en Technology and Disability, los usuarios con discapacidad visual prefieren interfaces simples que no requieran configuraciones complejas, ya que estas pueden generar frustración y abandono del dispositivo. La retroalimentación háptica (vibratoria) y auditiva es especialmente efectiva, ya que permite una comunicación inmediata y comprensible en entornos ruidosos o con poca visibilidad (Velázquez, 2010). Estudios como el de Dakopoulos y Bourbakis (2010) en IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics confirman que los sistemas de asistencia basados en señales multimodales (sonoras y táctiles) mejoran la confianza del usuario al navegar.

Por ende, el diseño del dispositivo debe incorporar interfaces minimalistas y retroalimentación multimodal para garantizar su usabilidad y fiabilidad. La necesidad de un dispositivo resistente, ligero e impermeable, capaz de funcionar en condiciones urbanas y climáticas adversas, también está respaldada por la literatura. Según un estudio de (Mesa & Salazar, 2022), los dispositivos de asistencia para movilidad deben ser duraderos y adaptarse a entornos diversos, como superficies irregulares o climas húmedos, para satisfacer las necesidades de los usuarios en contextos reales. Además, la portabilidad es un factor crítico, ya que los usuarios prefieren dispositivos compactos que no representen una carga adicional durante el desplazamiento (Hersh & Johnson, 2008). Normas como la clasificación IP (International Protection) para resistencia al agua y al polvo, descrita en estándares internacionales (IEC, 2013), deben considerarse en el diseño para garantizar que el dispositivo cumpla con requisitos de durabilidad en condiciones adversas.

***Literatura Citada***

* Bhowmick, A., & Hazarika, S. M. (2017). An insight into assistive technology for the visually impaired and blind people: State-of-the-art and future trends. Journal of Technology and Disability, 29(1-2), 1-24.
* Dakopoulos, D., & Bourbakis, N. G. (2010). Wearable obstacle avoidance electronic travel aids for blind: A survey. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 40(1), 25-35.
* McGrath, C., Galos, Y., Bassey, E., & Chung, B. (2024). The influence of assistive technologies on experiences of risk among older adults with age-related vision loss (ARVL). Disability and Rehabilitation Assistive Technology, 1–9.
* Hersh, M., & Johnson, M. A. (2008). Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People. Springer.
* International Electrotechnical Commission (IEC). (2013). IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). IEC.
* Manduchi, R., & Kurniawan, S. (2011). Mobility-related accidents experienced by people with visual impairment. AER Journal: Research and Practice in Visual Impairment and Blindness.
* Fuchigami, K., McGrath, C., Bengall, J., Kim, S., & Rudman, D. L. (2022). Assistive Technology Use among Older Adults with Vision Loss: A Critical Discourse Analysis of Canadian Newspapers. Canadian Journal on Aging / La Revue Canadienne Du Vieillissement.
* Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). Informe mundial sobre tecnologías de asistencia. OMS.
* Mesa, A. a. C., & Salazar, R. D. V. (2022). Mobility aids for visually impaired persons: Journals reviewed. Wearable Technology, 2(1), 73. https://doi.org/10.54517/wt.v2i1.1667
* Velázquez, R. (2010). Wearable assistive devices for the blind. In Wearable and Autonomous Biomedical Devices and Systems for Smart Environment (pp. 331-349). Springer.