

<https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.897>

Artículos científicos

Análisis de la utilidad del Bastón Blanco Inteligente UAEM para personas con discapacidad visual

*Analysis of the usefulness of the UAEM Smart White Cane for people with
visual impairment*

*Análise da utilidade da Bengala Branca Inteligente UAEM para pessoas com
deficiência visual*

Valentín Trujillo Mora

Universidad Autónoma del Estado de México, México

vtrujillom@uaemex.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5936-4795>

Elvira Ivone González Jaimes

Universidad Autónoma del Estado de México, México

ivonegj@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5328-5586>

Asdrúbal López Chau

Universidad Autónoma del Estado de México, México

alchau@uaemex.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5254-0939>

Jorge Bautista López

Universidad Autónoma del Estado de México, México

jbautistal@uaemex.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0055-2310>

Resumen

El objetivo de la presente investigación es probar la utilidad del prototipo de Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos (disparadores de alarmas y vibraciones) y sistema GPS (Sistema de Posicionamiento de Posición Global) para usuarios con discapacidad visual. La tecnología incluida en el Bastón Blanco Inteligente UAEM le proporciona al usuario con discapacidad visual diversas ventajas para ampliar su movilidad de forma segura, lo que en definitiva sirve para mejorar su calidad de vida. Sin embargo, su uso adecuado requiere de un entrenamiento especializado que ayude al usuario a obtener la utilidad que el prototipo promete. Para probar esos beneficios se efectuó un estudio exploratorio donde se analizaron las experiencias de entrenamiento y de consumo de 20 participantes adultos con discapacidad visual severa y ceguera. El análisis estadístico fue descriptivo, y permitió registrar la satisfacción de los usuarios ante las características físicas y los beneficios ofrecidos por el prototipo. Como resultado se observó la asociación entre las vibraciones, los sonidos y los diferentes mensajes emitidos (obstáculos diversos a pequeñas o grandes distancias). El Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos y sistema GPS es un prototipo que ayuda a la movilidad segura y autónoma, lo que eleva la calidad de vida del usuario porque el dispositivo es ligero, plegable y su material es resistente; además, contiene aditamentos sonoros y vibratorios que proporcionan la simulación de un mapa físico a bajo precio.

Palabras claves: basto blanco inteligente, calidad de vida, discapacidad visual.

Abstract

The aim of this research is to test the usefulness of the UAEM Smart White Cane prototype with ultrasonic sensors (alarm and vibration triggers) and GPS system (Global Positioning System) for visually impaired users. The technology included in the UAEM Smart White Cane provides the visually impaired user with several advantages to expand their mobility safely and improving their quality of life. But the proper use requires specialized training to help the user obtain the utility that the prototype promises. To prove the benefits, an exploratory study was used to analyze the training and consumption experiences of 20 adult participants with severe visual impairment and blindness. The statistical analysis was descriptive where the users' satisfaction with the physical characteristics and benefits obtained by the prototype was observed. As a result, it was observed an association between

vibrations and sounds to different messages (different obstacles at small or large distances). The UAEM Intelligent White Cane with ultrasonic sensors and GPS system is a prototype that helps to the safe and autonomous mobility, increasing the quality of life of the user because the prototype presents portability due to its low weight, folding and resistant material with sound and vibratory attachments that provide the simulation of a physical map and at a low price.

Keywords: intelligent white coarse, quality of life, visual disability.

Resumo

O objetivo desta pesquisa é testar a utilidade do protótipo UAEM Smart White Cane com sensores ultrassônicos (disparadores de alarmes e vibrações) e um sistema GPS (Global Positioning System) para usuários com deficiência visual. A tecnologia incluída no UAEM Smart White Cane oferece ao usuário com deficiência visual várias vantagens para expandir sua mobilidade com segurança, o que em última instância serve para melhorar sua qualidade de vida. Porém, seu uso adequado requer treinamento especializado para auxiliar o usuário a obter a utilidade que o protótipo promete. Para testar esses benefícios, foi realizado um estudo exploratório onde foram analisadas as experiências de treinamento e consumo de 20 participantes adultos com deficiência visual severa e cegueira. A análise estatística foi descritiva e permitiu registrar a satisfação dos usuários com as características físicas e os benefícios oferecidos pelo protótipo. Como resultado, foi observada a associação entre vibrações, sons e as diferentes mensagens emitidas (vários obstáculos a pequenas ou grandes distâncias). A UAEM Smart White Cane com sensores ultrassônicos e sistema GPS é um protótipo que auxilia na mobilidade segura e autônoma, o que aumenta a qualidade de vida do usuário, pois o aparelho é leve, dobrável e seu material é resistente; Além disso, contém acessórios sonoros e vibratórios que proporcionam a simulação de um mapa físico a um preço baixo.

Palavras-chave: smart white rough, qualidade de vida, deficiência visual.

Fecha Recepción: Octubre 2020

Fecha Aceptación: Marzo 2021

Introducción

La presente investigación prueba la utilidad del prototipo de Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos, alarmas (sonidos y vibradores) para la detección de obstáculos y anomalías del suelo y GPS para proporcionar información sobre la posición del usuario. El bastón es un prototipo inteligente diseñado por ingenieros investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), cuyo objetivo es brindar a los usuarios con discapacidad visual una herramienta que proporcione seguridad tridimensional en su movilidad, con un fácil manejo y a bajo costo.

Es cierto que existe una extensa variedad de bastones blancos con diversas aplicaciones tecnológicas para mejorar su utilidad (Borenstein y Ulrich, 1997). De hecho, se pueden hallar prototipos desde 2001 con sensores ultrasónicos para la detección de obstáculos; sin embargo, estos son grandes, pesados y ninguno detecta las anomalías en la superficie del suelo (agujeros, escaleras, baches, etc.). Aunque existen bastones blancos con detección por láser, radar y ultrasónicos, la detección es realizada desde la parte media del cuerpo hacia arriba (Abd *et al.*, 2011; Kuchenbecker y Wang, 2012; Ulrich y Borenstein 2001), lo que impide visualizar las anomalías del suelo o los baches. Por ello, se ha diseñado un prototipo con detección tridimensional de obstáculos desde la cabeza hasta los pies, es decir, tratando de abarcar todo el entorno del usuario.

Además, el prototipo para probar tiene grandes beneficios en su maleabilidad, ya que es de bajo peso (menor a 500 g), alta resistencia (aluminio), buen soporte (mango y punta de goma), ocupa poco espacio (plegable) y se puede adquirir a bajo precio por su diseño de elaboración. La detección a distancia para objetos es de 70 cm, y por debajo de la superficie desde 5 cm o más, lo que permite formar una burbuja de protección para el usuario con discapacidad visual.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que aproximadamente 1300 millones de personas viven con alguna forma de deficiencia de la visión. De hecho, se considera que en todo el mundo hay 36 millones de ciegos y 217 millones de personas con baja visión. La OMS y el Organismo Internacional de Prevención de la Ceguera (IAPB por sus siglas en inglés) realizan proyectos para disminuir la ceguera, como es el caso de *Visión 2020: el derecho a ver*, creado en 1999 con proyección hasta 2020, el cual ha procurado influir en los factores que causan dicho fenómeno. Los logros han podido constatar que 80 % de los casos de ceguera son evitables, bien porque son resultado de afecciones prevenibles

(20 %), o bien porque pueden tratarse (60 %) hasta el punto de recuperar la visión (Bourne *et al.*, 2017). La ceguera evitable está asociada a la pobreza y a la falta de acceso a servicios de atención oftalmológica de calidad (Fricke *et al.*, 2018).

Ahora bien, en cuanto al prototipo de bastón de desplazamiento inteligente, se puede indicar que tomando en cuenta las teorías de *marketing*, se puede evaluar esta propuesta a partir de la valoración de los usuarios (Esteban y Mondéjar, 2013; Soriano, 1992). En tal sentido, se pueden destacar los siguientes tres beneficios esenciales que esperan los clientes de un producto:

1. Características. Son los aspectos físicos del producto relacionado con el servicio para el cual fue elaborado.
2. Ventajas. Características de un producto que mejora a la competencia.
3. Beneficios. Aportaciones del producto para el usuario en cuanto a lo siguiente:
 - a. Funcionales: Satisfacción de necesidades genéricas de los usuarios (movilidad).
 - b. Simbólicos: Satisfacción de necesidades superficiales de los usuarios (aprobación social, estatus).
 - c. Emocionales: Satisfacción de necesidades genéricas asociadas a sentimientos (seguridad, autonomía, preferencias personales).

***Endomarketing* fomentando el entrenamiento del uso del Bastón Blanco**

Inteligente UAEM con sensores ultrasónico

El mercado de bastones inteligentes es cada vez más competitivo, pero las características de cada bastón inteligente con sensores ultrasónicos procura satisfacer las necesidades principales del usuario con discapacidad visual para que sea sostenible a lo largo del tiempo. En este contexto, se ha recurrido a diversas alternativas, una de las cuales es el *endomárketing*, también conocido como *márketing interno*; este se enfoca en plantear el uso y entrenamiento del producto dentro de las instituciones que atienden a los usuarios con discapacidad visual. La finalidad es motivar a los trabajadores de la salud y a los usuarios con discapacidad visual para que aprecien sus ventajas de uso (Rodríguez Fernández, 2017).

El modelo de *endomárketing*, sobre la base de una filosofía de gestión, optimiza la relación de los usuarios internos (discapacitados visuales) para impactar positivamente en los usuarios externos, con lo cual se puede incrementar el empleo del Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos, ya que este es un producto que satisface las necesidades

de utilidad y el entrenamiento de forma agradable y a bajo precio. Estos son factores claves de éxito para la acertada gestión de un modelo de *endomárketing* para el entrenamiento (Regalado, Allpacca y Baca, 2011).

Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos y mejoras a la calidad de vida

La calidad de vida se refiere a la capacidad de sentirse bien física y psicológicamente. En este caso concreto, el Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos permite la movilidad con seguridad, ser independiente y satisfacer determinadas necesidades, lo que en definitiva sirve para aumentar la autoestima y sentirse más saludable. De hecho, con el entrenamiento, este dispositivo enseñará al usuario a manejar el estrés y la ansiedad, porque los sensores ultrasónicos van a comunicar la presencia de algún obstáculo de una forma panorámica, como si se anduviera en una burbuja protectora, lo que contribuirá a adquirir pensamientos de seguridad y de atención ante los sonidos de alerta para anticipar y poder esquivar los obstáculos (Espinoza-Ramos, 2011).

Explicado lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿conoce los beneficios que brinda el prototipo de Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos tridimensional y disparador de sonido para usuario con discapacidad visual tras valorar su propia experiencia de consumo?

Método

El presente fue estudio de carácter no experimental en campo y de tipo exploratorio mediante el cual se analizó la experiencia de consumo del prototipo de Bastón Blanco Inteligente en una muestra aleatoria de 20 participantes adultos con discapacidad visual severa y ceguera; para ello, se realizaron una intervención de entrenamiento y una evaluación del uso independiente del Bastón Blanco Inteligente UAEM. Asimismo, se efectuó un análisis estadístico de tipo descriptivo para medir las características generales de la muestra y su grado de satisfacción ante las características físicas del prototipo.

Procedimiento

Se realizó un estudio en tres estancias/escuelas que albergaban a personas con discapacidad visual severa y ceguera, ubicadas al noreste en el Estado de México. Los participantes fueron seleccionados al azar porque las estancias/escuelas realizaron rifas de las donaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México. Los Bastones Blancos Inteligentes con sensores fueron utilizados por los participantes a lo largo de tres meses.

La primera etapa fue de entrenamiento para que los usuarios asociaran los sonidos y las vibraciones con los mensajes de presencia de obstáculos, los cuales estaban clasificados dentro del manual del usuario de acuerdo con diferentes características en cuanto a su dimensión, posición y distancia; es decir, los sonidos y vibraciones iban cambiando de intensidad según las características del obstáculo. En promedio, el entrenamiento fue de un mes para que todos los integrantes de la muestra dominaran las indicaciones de uso.

En los siguientes dos meses, los participantes lo utilizaron de forma cotidiana y se observó el empleo adecuado del prototipo. Después de esta etapa de entrenamiento fue cuando los participantes percibieron la diferencia con el uso de otros bastones. Al respecto, vale destacar que 6 de los bastones que ya utilizaban los participantes tenían implementos tecnológicos y los 14 restantes eran solo mecánicos.

Resultados

Se aplicó un cuestionario de satisfacción sobre el uso del bastón blanco a una muestra de 20 pacientes, principalmente adultos entre 31 y 41 años edad, de género masculino y con ceguera total causada por accidente o enfermedad (tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la muestra

Edad en años		<i>Genero</i>		<i>Tipo de ceguera</i>		<i>Causas de la ceguera</i>	
		Masculino	Femenino	Parcial	Total	Nacimiento o hereditaria	Accidente o enfermedad
21 a 30	5	3	2	2	3	1	4
31 a 40	8	4	4	3	5	2	6
41 a 50	5	4	1	2	3	2	3
51 a 60	2	1	1	0	2	1	1
Total de usuarios	20	12	8	7	13	6	14

Fuente: Elaboración propia

En la encuesta de evaluación sobre las características físicas y la satisfacción del uso cotidiano a largo de tres meses, la mayoría de los participantes reportaron estar de acuerdo con su peso, tamaño y resistencia, y muy de acuerdo con su maleabilidad por ser plegable, su agarre, la detección de obstáculos y el nivel de sonido emitido (tabla 2).

Tabla 2. Concordancia de satisfacción ante las características físicas del prototipo

Características físicas	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
Peso (100 g)	3	12	2	3	0
Tamaño único	5	15	0	0	0
Resistencia (aluminio)	3	10	5	2	0
Maleabilidad en lo plegable	12	5	3	0	0
Agarre (mango de goma)	17	3	0	0	0
Detección de objetos y uniformidad del suelo por los sensores	10	7	3	0	0
Intensidad del sonido del zumbador	16	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la aplicación de la encuesta de evaluación sobre los niveles de beneficios o aportaciones del producto, se puede indicar que estuvieron muy de acuerdo con su funcionamiento en general. En el aspecto simbólico reportaron que el bastón —al ser sonoro y emitir vibraciones— proporciona información del área física, detecta fácilmente obstáculos, objetos en movimiento e incluso personas alrededor. Referente a los aspectos emocionales, comentaron que la sensación de seguridad se eleva porque tiene una herramienta que avisa de obstáculos, lo que les permite tener mayor movilidad en espacios conocidos y hasta atreverse a explorar espacios desconocidos, lo que ofrece una sensación de autonomía (tabla 3).

Tabla 3. Concordancia de satisfacción ante los beneficios del prototipo

Beneficios	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
Funcionales	15	5	0	0	0
Simbólicos	8	7	5	0	0
Emocionales	18	2	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Discusión

La prueba del prototipo de Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos y disparador de sonido (alarmas) para la detección de obstáculos y anomalías del suelo se desarrolló con 20 participantes con debilidad visual severa y ciegos para poder evaluar a) las características físicas del prototipo y b) el nivel de satisfacción ante los beneficios del prototipo.

A partir de estas dos evaluaciones se puede afirmar que la mayoría estuvo satisfecha porque el prototipo brindó comodidad y seguridad, por lo que los objetivos de elaboración fueron aceptados.

Es cierto que en el mercado existen otros prototipos con sensores ultrasónicos (Borenstein y Ulrich, 1997) y con diferentes aditamentos que procuran satisfacer las necesidades del consumidor (Abd *et al.*, 2011; Kuchenbecker y Wang, 2012; Ulrich y Borenstein 2001); sin embargo, algunos de esos accesorios elevan sus precios y los hacen más pesados y poco maleables.

Por otra parte, cabe destacar que el entrenamiento ofrecido a los usuarios fue programado durante un mes para que ellos se entrenaran ante la intensidad del sonido y la proximidad y posición de los obstáculos (enfrente, izquierda, derecha, arriba o en el suelo). Este entrenamiento se realizó según los programas preestablecidos de las estancias/escuelas, por lo que solo se hicieron leves ajustes para las intensidades y frecuencia de los sonidos hasta que los participantes dominaron el adecuado uso del bastón. Esta es otra ventaja para cubrir las necesidades educativas especiales del alumnado con discapacidad visual (Aguilera, Castaño y Pérez, 2017).

Referente a los beneficios, el sonido emitido por los sensores ultrasónicos les brindó a los usuarios un sentido de identidad porque su presencia los hace notar; esto, además, permite que las demás personas los traten como sujetos que tienen una discapacidad visual, de ahí que requieran ser auxiliados o recibir un trato preferencial (Bouhamed, Khanfir y Sellami, 2013).

Asimismo, el prototipo sirvió para aumentar la autonomía de los usuarios, ya que podían detectar los obstáculos con antelación y conseguir desplazamientos más seguros. Todo esto contribuyó a que elevaran su calidad de vida.

Conclusiones

Desde el principio del siglo XXI se han elaborado varios prototipos de bastones blancos inteligentes, a los cuales se le han agregado diferentes accesorios gracias al avance de la tecnología. Tomando en cuenta estos antecedentes, ahora se presenta un Bastón Blanco Inteligente UAEM con accesorios necesarios para brindar al usuario comodidad debido a sus características físicas de poco peso, resistencia y maleabilidad al ser plegable, así como seguridad en la movilidad gracias a los sonidos y vibraciones con que cuenta, los cuales ofrecen un mapa físico para evitar obstáculos.

Sin embargo, cabe señalar que su uso adecuado requiere al principio un proceso de entrenamiento y adaptación, que luego se verá compensado con beneficios que elevarán la calidad de vida del usuario con un bajo costo de inversión. En síntesis, la contribución mostrada con este prototipo de Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores apoya a los sistemas de movilidad basados en dispositivos móviles para personas con discapacidad visual.

Futuras investigaciones

La elaboración de este prototipo de Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores para personas con discapacidad visual ofrece las bases para generar más prototipos electrónicos que apoyen a personas con otro tipo de discapacidades sensoriales, como la auditiva o la distrofia muscular, lo que en definitiva servirá para elevar la calidad de vida de los usuarios.

Referencias

- Abd, W., Talib, A., Herdawatie, A., Ayob, J., Noraziah, A., Sidek, R. and Ariffin, A. (2011). Smart Cane: Assistive Cane for Visually-impaired People. *International Journal of Computer Science Issues*, 8(4) 21-27. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/220489558_Smart_Cane_Assistive_Cane_for_Visually-impaired_People/fulltext/0fff13ea0cf2900ffbfee127/Smart-Cane-Assistive-Cane-for-Visually-impaired-People.pdf
- Aguilera, C. D., Castaño, B. y Pérez, A. (2017). Necesidades educativas especiales del alumnado con discapacidad visual. *EOEP Específico de Deficientes Visuales B Murcia*. Recuperado de http://diversidad.murciaeduca.es/orientamur/gestion/documentos/unidad1_3.pdf
- Borenstein, J. and Ulrich, I. (1997). The GuideCane - A Computerized Travel Aid for the Active Guidance of Blind Pedestrians. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Albuquerque, NM.
- Bouhamed, A., Khanfir, K. and Sellami, M. (2013). New electronic white cane for stair case detection and recognition using ultrasonic sensor. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4(6). 243-248. Doi: 10.14569 / IJACSA.2013.040633
- Bourne, R., Flaxman, S., Braithwaite, T., Cicinelli, M., Das, A. and Jonas J. (2017). Vision Loss Expert Group. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*, 5(9), 888–897. Doi: 10.1016 / S2214-109X (17) 30293-0
- Espinoza-Ramos, C. (2011). *Discapacidad visual* (tesis de especialidad). México: Universidad Panamericana.
- Esteban, Á. y Mondéjar, J. (2013). *Fundamentos del marketing*. Madrid: ESIC Editorial.
- Fricke, T., Tahhan, N., Resnikoff, S., Papas, E., Burnett, A., Suit, M., Naduvilath, T. and Naidoo, K. (2018) Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modelling, *Ophthalmology*, 125(10), 1492-1499. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29753495>

- Kuchenbecker, K. J. and Wang, Y. (2012). HALO: Haptic Alerts for Low-hanging Obstacles in White Cane Navigation. *IEEE Haptics Symposium*, 527-532. Retrieved from http://repository.upenn.edu/meam_papers/290
- Regalado, O., Allpacca, R. y Baca, G. (2011). *Endomárketing: estrategias de relación con el cliente interno*. Perú: EDSSA Ediciones.
- Rodríguez Fernández, C. (2017). *Alumnos con discapacidad visual: análisis del procedimiento de apoyo educativo realizado desde la Once* (trabajo de grado). Facultad de Educación. Universidad de Cantabria. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12772/RodriguezFernandezAnaCristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Soriano, C. L. (1992). *Las tres dimensiones del marketing*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Ulrich, I. and Borenstein J. (2001). The GuideCane — Applying Mobile Robot. *Systems and Humans*, 31(2), 131-136. Retrieved from <https://wenku.baidu.com/view/980f64274b35eefdc8d333e4.html>

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Valentín Trujillo Mora 50%, Elvira Ivone González Jaimes 50%
Metodología	Elvira Ivone González Jaimes
Software	Asdrúbal López Chau 50%, Jorge Bautista López 50%
Validación	Valentín Trujillo Mora 50%, Elvira Ivone González Jaimes 50%.
Análisis Formal	Valentín Trujillo Mora 50%, Elvira Ivone González Jaimes 50%.
Investigación	Elvira Ivone González Jaimes.
Recursos	Valentín Trujillo Mora 30%, Elvira Ivone González Jaimes 30%, Asdrúbal López Chau 20%, Jorge Bautista López 20%
Curación de datos	Asdrúbal López Chau 50%, Jorge Bautista López 50%
Escritura - Preparación del borrador original	Elvira Ivone González Jaimes
Escritura - Revisión y edición	Valentín Trujillo Mora 30%, Elvira Ivone González Jaimes 30%, Asdrúbal López Chau 20%, Jorge Bautista López 20%
Visualización	Elvira Ivone González Jaimes
Supervisión	Valentín Trujillo Mora
Administración de Proyectos	Valentín Trujillo Mora
Adquisición de fondos	Valentín Trujillo Mora 30%, Elvira Ivone González Jaimes 30%, Asdrúbal López Chau 20%, Jorge Bautista López 20%