

# Interfaz computacional móvil con realidad aumentada como asistente para personas con discapacidad visual

## Mobile computing interface with augmented reality as an assistant for blind people

Sánchez Orea Alfonso,<sup>1</sup> Navarro Guerrero María de los Ángeles,<sup>2</sup>  
Lagunes Barradas Virginia,<sup>3</sup> Sánchez Orea Jesús,<sup>4</sup> Ochoa Rivera Carlos Alberto<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup> Facultad de Estadística e Informática

<sup>4</sup> Facultad de Instrumentación Electrónica

Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México

<sup>1</sup>alsanchez@uv.mx, <sup>2</sup>mangieng@hotmail.com, <sup>3</sup>vlagunes@uv.mx, <sup>4</sup>jesanchez@uv.mx, <sup>5</sup>cochoa@uv.mx

Fecha de recepción: 15 de junio 2017

Fecha de aceptación: 2 de febrero 2018

**Resumen.** Conseguir la incorporación de las personas con discapacidad visual a cualquier ámbito laboral, cultural o meramente social, específicamente a través del uso de las tecnologías de la información (TIC), es una obligación colectiva, por tal motivo, desde el área de las TIC, se empiezan a desarrollar interfaces específicamente diseñadas para este tipo de usuarios, permitiendo así, conseguir la independencia de los mismos en cuanto a su ubicación y orientación en el espacio, partiendo del conocimiento de sus limitaciones y habilidades y de la idea de desarrollar nuevas aplicaciones con alto grado de usabilidad. La utilización de tecnología móvil como medio para proporcionar información del entorno, así como las instrucciones vía audio, generará una mayor independencia a las personas con alguna discapacidad visual en cuanto a su movilidad.

**Palabras clave:** Aplicaciones, Discapacidad Visual, Información, Interfaces, Independencia, Realidad Aumentada.

**Summary.** Achieving the incorporation of people with visual disabilities into any work, cultural or purely social sphere, specifically through the use of information technologies (ICT), is a collective obligation, for this reason, from the area of ICT, begin to develop interfaces specifically designed for this type of users, thus allowing them to achieve their independence in terms of location and orientation in space, based on knowledge of their limitations and abilities and the idea of developing new applications with high degree of usability. The use of mobile technology as a means to provide information on the environment, as well as instructions via audio, will generate greater independence for people with a visual disability in terms of mobility.

**Keywords:** Applications, Visual Disability, Information, Interfaces, Independence, Augmented Reality.

## 1 Introducción

La habilidad para utilizar TIC se caracteriza por la capacidad de recibir, manipular y procesar información de manera inmediata, en formatos diferentes y en una diversidad de dispositivos móviles o fijos. La sociedad moderna es cada día más experta en el uso de las TIC incrementando el grado de la polarización de éstas; en un extremo se encuentran las personas que manejan las TIC en su vida personal y laboral, enfocadas en ampliar su desarrollo profesional a través de la oportunidad de acceso a fuentes de información con el fin de eficientar su desarrollo académico, comunicarse mediante redes de conocimiento y solucionar problemas de su entorno, en el otro punto están aquellos que no tienen acceso a dichos recursos, derivando en desigualdades, exclusiones y luchas sociales. [1].

La “brecha digital” es la distancia que existe en las distintas actividades de los individuos y su entornos tanto geográficos, sociales o laborales en los diferentes estratos socioeconómicos con relación a sus oportunidades de acceso a las TIC y el uso de Internet [2]. Una de las poblaciones más vulnerables en este contexto, son las personas con alguna discapacidad, debido a que no cuentan con la disponibilidad de información, acceso a la educación o a espacios públicos. Las instituciones educativas, gubernamentales y privadas, funcionan sin pensar en todas las capacidades de la población que las habita. Conseguir el desplazamiento de un lugar a otro para una persona con discapacidad visual (DV) en la ciudad o población donde habitan para que puedan realizar sus actividades cotidianas como ir a su trabajo, a la escuela, al supermercado o realizar un trámite de cualquier tipo, puede ser una actividad compleja. La mayoría de personas con DV realizan estas diligencias en compañía de un familiar y en muy pocas ocasiones lo hacen de manera independiente. [3]

La movilidad en las personas permite interactuar con el entorno, conseguir relaciones interpersonales y sociales y mejorar su propio desarrollo personal. Existe un componente esencial de la dignidad y libertad del ser humano que consiste en conseguir con éstas la independencia necesaria para cada individuo [4]. Al igual que cualquier individuo, una persona con DV, debe tener movilidad y orientación. Estar “orientado” es tener el conocimiento de la posición física en relación a los objetos y lugares que se encuentren en el medio, usando puntos fijos que dan el conocimiento de “dónde estoy”. [5]

Para que una persona con DV pueda realizar actividades que requieran un desplazamiento independiente y voluntario se deben considerar los riesgos físicos existentes (caídas, choques, etc.) y psicológicos (stress, miedo, sentimiento de impotencia, entre otros), los cuales dificultan la movilidad independiente de estas personas. [6]

Para que las personas con DV puedan alcanzar un alto grado de independencia en cuanto a movilidad y orientación, éstas se han apoyado de recursos externos que van desde perros guías (“lazarillos”), uso generalizado de un bastón o “bastón blanco para ciegos”, hasta de soluciones tecnológicas cada vez más adaptables. [6]

Se han desarrollado en diversas partes del mundo aplicaciones que ayudan en la movilidad de las personas con DV en espacios abiertos o cerrados, últimamente apoyados en dispositivos móviles de Geolocalización (GPS) con información para trasladarse en autobús, metro, en un parque turístico, etc., sin embargo, es imperativo desarrollar una herramienta tecnológica que logre el desplazamiento “autónomo” con información “in situ” que proporcione información adicional del contexto, adaptando el proceso de desarrollo a los principios del Diseño Centrado en el Usuario como línea principal de éste.[5] En este artículo, se presentan los primeros resultados de un proyecto de investigación que pretende aportar parte de la solución a la llamada brecha digital, al atender, en este caso a personas con DV.

## 2 Estado del arte

Cuando se pretenden diseñar herramientas tecnológicas para personas con DV, un reto difícil de superar consiste en que éstas sean aceptadas y utilizadas por los usuarios en cuestión; para conseguirlo, se deben desarrollar bajo los principios de la Ingeniería de Usabilidad, lo que precisa, aparte del uso de una metodología que involucre al usuario con discapacidad visual como actor principal, una metodología multimedia que permita recrear entornos adecuados y comunes a las personas con DV en donde puedan reconocer y realizar sus funciones diarias.[5] [7]

Se puede hacer uso de nuevas herramientas, tales como la realidad aumentada (RA), para intentar recrear un entorno adecuado para personas con DV. La realidad aumentada (RA) es un sistema que combina información virtual sincronizada y en vivo sobre nuestro mundo real, a través de la superposición de una pantalla donde se mezcla la información en video que capta una cámara con la información virtual creada previamente. [8].

Implementar una interfaz con RA adaptada para personas con DV, obliga a proponer un método de desarrollo eficiente que permita su implementación, considerando los pasos que este nuevo método sugiera y donde se puedan generar escenarios basados en audio que ayuden a los usuarios a desarrollar habilidades de tiempo-espacio, orientación, memoria abstracta y de corto plazo, y percepción háptica aumentando la usabilidad de estas aplicaciones en cuanto a su comprensión y experimentación. [8][9]



Un “Bastón Blanco” plegable que sirve como un instrumento de exploración permite a las personas con DV desplazarse en forma autónoma. Sus peculiares características de diseño y técnica de manejo, facilitan el rastreo y detección oportuna de obstáculos que se encuentran a ras del suelo. Se elabora con tubos de aluminio plegables entre sí mediante un resorte elástico. En el extremo inferior tiene una puntilla con un deslizador metálico rodante. El bastón debe ser de entre 1.05 a 1.50 metros con peso aproximado de 280gr [10]



Cámara WIFI. Transmite video con audio en tiempo real a dispositivos móviles con SO Android. Tamaño 30mm de diámetro y 35mm de largo. Peso 100 gramos.



Smartphone con un Sistema Operativo Android 3.0 o superior. 512 de RAM. Con WIFI con audífonos.



Marcadores para reconocimiento de Realidad Aumentada



Sistema Operativo Android 4.0 o superior con programación para dispositivos móviles.



Audio calidad en formato Mp3 para reproducirse en un Smartphone

La movilidad por la geografía y arquitectura de los espacios públicos para una persona con DV es solo una parte del problema, la disponibilidad de la información del lugar en donde se encuentra o a donde se quiere

dirigir puede ser un problema mayor. Preguntar cuestiones tales como dónde se encuentra una oficina, dónde encontrar una persona o el costo de un trámite o inscripción, entre otras, por lo general es solucionado por la persona que lo acompaña o por la “buena voluntad” de las personas que escuchan su solicitud y le dan respuesta. En su mayoría quienes rodean a una persona con DV en un lugar público no están capacitadas para responder a dicha situación. [4] Las personas con DV necesitan interfaces basadas en audio debido a que utilizan este sentido como fuente principal de *awareness* y de conocimiento para mejorar el aprendizaje, diseñadas con la funcionalidad e interoperabilidad de diferentes tecnologías integradas para este fin. [9]

### 3 Metodología

A continuación, se muestran de manera gráfica la interfaz que se implementó.



La cámara colocada en el bastón blanco identificará marcadores tanto lineales como de contenido que estarán pintados en la superficie del espacio que se quiera recorrer. Los lineales servirán para avanzar sobre un circuito y los de contenido, para proporcionar información del lugar en donde se encuentra.



El *Smartphone* estará guardado en el bolsillo de la persona con DV y tendrá el audífono conectado desde el teléfono al oído. Para que pueda escuchar la información que se le proporciona.



Una vez identificado el marcador, la cámara envía vía WIFI esta información al *Smartphone* para que por medio de audio se le proporcione la información a la persona con DV.

Esta propuesta se compone de 4 etapas de implementación de la Metodología de Briam Blum y una etapa adicional de pruebas de usabilidad, las cuales se describirán a continuación:

**1. Análisis:** En esta etapa se encuentran integradas las siguientes actividades:

- Análisis de necesidades, Análisis del público, Análisis del ambiente, Análisis del contenido, Análisis del sistema. Después de realizar todos estos análisis se determina el espacio público donde se realizará, como marcar el recorrido y los espacios adecuados para ser descritos por medio del audio.

**2. Diseño Educativo:** En esta etapa se deben delinear las siguientes actividades:

- Metas Educativas, Objetivos de aprendizaje, Modelo cognitivo, Prototipo en papel. A pesar de no ser propiamente una aplicación educativa, en esta etapa se determinan los objetivos de aprendizaje de la interfaz, esto es, como se desarrollará la capacitación de los usuarios en el manejo de ésta, además de los temas de sensibilización que deben realizarse ante otras personas que participan en ese espacio público y que no tienen ninguna discapacidad.

**3. Diseño interactivo:** En esta etapa, se deben desarrollar los siguientes puntos:

- Requerimientos funcionales, Metáforas y paradigmas, Diseño de interfaces, Mapa de Navegación, Pantallas de esquemas, Prototipo de Trabajo. En esta etapa se diseñan los marcadores, las rutas más apropiadas, se definen los guiones de los audios y la interfaz de software de la aplicación.

**4. Desarrollo:** En esta fase, se debe implementar lo siguiente:

- Guiones Multimedia y Producción. Aquí se desarrolla la aplicación para el reconocimiento de patrones, se editan los audios, se configuran la cámara y el Smartphone para que puedan comunicarse entre sí, se desarrolló la interfaz donde se utilizan las librerías de Android vuforia qualcomm para el reconocimiento de marcadores y la Realidad Aumentada para que por medio de un Smartphone con WIFI y una cámara inalámbrica con WIFI se reproduzcan audios en mp3 donde se den indicaciones a las personas con DV.

**5. Pruebas de Usabilidad.** Al ser una de las primeras aplicaciones que utiliza una herramienta completa y que emplea diferentes tecnologías como interfaz para apoyar a la movilidad de las personas con DV, se han finalizado las pruebas de usabilidad de la etapa de desarrollo. Para poder cumplir con los principios de Diseño Centrado en el Usuario que son muy importantes para la usabilidad de esta aplicación, se definieron tres diferentes momentos de prueba:

1. Inicial. Reconocimiento de escenarios, rutas, marcadores y audio.
2. Medio. Utilización de la interfaz con la cámara y el Smartphone en rutas cortas y reconociendo marcadores a baja velocidad
3. Final. Utilización de la interfaz con la cámara y el Smartphone en escenarios reales, reconociendo marcadores y escuchando indicaciones de audio.

## 4 Resultados

Se llevaron a cabo las pruebas de usabilidad en 12 usuarios ciegos que tuvieran experiencia en el uso del bastón blanco. Ver Figura 1. Cada sesión de pruebas tuvo una duración aproximada de media hora, en un recorrido dentro de las instalaciones de la Facultad de Instrumentación Electrónica de la Universidad Veracruzana.



**Figura 1.** Usuario identificando marcador

La prueba, además de medir la localización de los marcadores, estuvo enfocada a la comprensión de las indicaciones y la información que se les proporciona vía audio. Es importante destacar que si el participante en el procedimiento de la prueba tiene problemas para localizar el marcador, se especifica una actividad de intervención. Para evaluar los mensajes de audio, se tomaron 5 aspectos considerados en Rojas (1990), en donde se evalúan la claridad del mensaje, la facilidad de seguir y de recordar las indicaciones, el apoyo que brindan y la facilidad de reconocimiento del mensaje.[13] Con base en los puntos que se evaluaron para asegurar que la interfaz es aprendible y permite la comprensión del mensaje, se evalúa con un gama que va desde, “se contempla en todos los casos hasta no se contempla en ningún caso, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Heurísticas de evaluación del mensaje	Rangos
¿Son claras las palabras usadas en las indicaciones	En todos los casos
¿Fue fácil seguir las indicaciones?	En la mayoría de los casos En algunos casos
¿Las indicaciones se centraron en apoyarte para lograr llegar a tu destino?	En pocos casos
¿Fue fácil reconocer el inicio y el final de la indicación?	En ningún caso

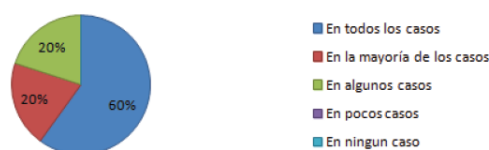
**Tabla 1.** Heurísticas de evaluación del mensaje

En las siguientes gráficas se muestran los resultados:

### ¿Son claras las palabras usadas en las indicaciones?



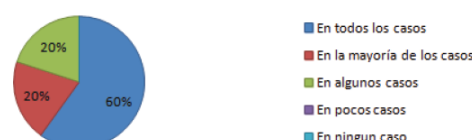
### ¿Fue fácil seguir las indicaciones?



### ¿Las indicaciones fueron fáciles de recordar?



### ¿Las indicaciones se centraron en apoyarte para lograr llegar a tu destino?



### ¿Fue fácil reconocer el inicio y el final de la indicación?



### HEURISTICAS DE EVALUACIÓN DEL MENSAJE



El 60% de los usuarios considera que las indicaciones son fáciles de seguir y fáciles de recordar, ese mismo porcentaje de usuarios considera que las indicaciones se centran en apoyarlos para llegar a su destino. En el caso de si fue fácil reconocer el inicio y final de una indicación el 80% opinaron que en todos los casos. Los audios presentados logran cumplir con cada uno de los puntos a evaluar.

También se logró observar que las personas que tuvieron algún problema para entender el mensaje son los que adquirieron la discapacidad por alguna enfermedad o por un accidente, esto debido a la comprensión que ya tenían respecto a la disminución visual.

## 5 Conclusiones

Al ser ésta una aplicación de nueva creación, uno de los primeros esfuerzos para apoyar a la independencia de la disponibilidad de información y movilidad para personas con DV en espacios públicos con información in situ, abre un nicho de oportunidad para el desarrollo de aplicaciones que incluyan más tipos de dispositivos móviles y más espacios públicos, cada vez más grandes y que puedan ser utilizados y manipulados por las personas con DV. A pesar de la posible obtención de todos los objetivos que se desean conseguir con esta interfaz, debemos tener en cuenta que una persona con DV aún no puede ser totalmente independiente a la hora de desplazarse en medios abiertos. Se considera que al utilizar un Smartphone con Android y con RA como interfaz de audio para la movilización de una persona con DV permitirá un mayor grado independencia, en cuanto a su integración a los espacios públicos y a la disponibilidad de la información que necesitan para realizar su vida cotidiana.

## Referencias

- [1] CEPAL (2012): "Estudios Económicos de América Latina y el Caribe". Consultado el 18 de Febrero de 2017, de: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/48062/EEECompleto.pdf>.
- [2] OECD (2001). Understanding the Digital Divide. Consultado el 10 de Marzo de 2017, de: <http://www.oecd.org/dataoecd/38/57/1888451.pdf>
- [3] Mon, Fabiana; Programa de Entrenamiento en Orientación y Movilidad, Centro de Habilitación y Capacitación Laboral para Adultos Ciegos y Disminuidos Visuales, San Fernando, 1989 [fabianamon@telpin.com.ar](mailto:fabianamon@telpin.com.ar) Periódico sobre discapacidad "El Cisne", edición de octubre de 1999

- [4] Martínez, C. Especialista O & M, TSBVI Con la cooperación de Kate Moss, Especialista en Apoyo a Familias, TSBVI Servicios Sordociegos Living Book Online - Libro en Orientación y Movilidad <http://isd.saginaw.k12.mi.us/~mobility/index.html>.
- [5] Hassan Montero, Yusef; Ortega Santamaría, Sergio. Informe APEI sobre usabilidad D. L.: AS-06633-2008 ISBN: 978-84-692-3782-3. Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009
- [6] Wainapel, S. E. (1990): Actitudes de las personas impedidas visuales hacia el uso del bastón. En "O&M para todos". ICEVH, N° 71. Córdoba (Argentina): ICEVH.
- [7] Jaekle, R. (1973): Veinte preguntas y respuestas sobre orientación y movilidad. En Orientación, Movilidad y Gimnasia para los Disminuidos Visuales. AFOB, Oficina Latinoamericana. Córdoba (Argentina): AFOB. Guzmán Valenzuela, C. (2000). Aplicación de la metodología de Brian Blum al desarrollo del proyecto de "David y Goliath" (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- [8] Michael Haller, Mark Billingham y Bruce Thomas. (2006). Tecnologías Emergentes de la Realidad Aumentada: Interfaces y Diseño. Idea Group Publishing, 2006. ISBN 1-59904-066-2, editor de revistas.
- [9] Mereu, S., & Kazman, R. (1996). Audio enhanced interfaces for visually impaired users. Proceedings of the ACM CHI 96, (págs. 72-78). Chile
- [10] Contacto Braille A.C. Discapacidad Visual con Dignidad. El Bastón Blanco. Emblema de la independencia personal. Jorge Púlido. Licenciado en periodismo <http://www.contactobraille.com/baston.html> Consultado Agosto 2014
- [11] Landa Hernández Ramiro Omar. (2012). "Herramienta multimedia para apoyar la enseñanza experimental de las ciencias naturales en la educación básica". (Tesis para obtener grado de licenciatura) Universidad Veracruzana. Facultad de Estadística e Informática. Xalapa. Veracruz.
- [12] Metodología Brian Blum. Administración de Proyectos Multimedia. Extraído de: <http://fit.um.edu.mx/danielgc/admonmm/Material/Unidad%20II/Unidad2.pdf>. Consultado: Febrero 2017.
- [13] Rojas, D. (1990) Redacción comercial estructurada. McGraw-Hill. México, DF. MX.