

## Asistente móvil basado en audio para la lectura de textos como apoyo a personas con discapacidad visual

Alfonso Sánchez Orea<sup>1</sup>, Alma Rosa García Gaona<sup>1</sup>, María Dolores Vargas Cerdán<sup>1</sup>, José Rafael Rojano Cáceres<sup>1</sup>,  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana,  
Av. Xalapa esq. Manuel Ávila Camacho, s/n. C.P. 91030. Xalapa, Veracruz, México  
<sup>1</sup>alsanchez@uv.mx, agarcia@uv.mx, dvargas@uv.mx, rrojano@uv.mx,  
<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes, fjalvar@correo.uaa.mx

Fecha de recepción: 6 de noviembre 2015

Fecha de aceptación: 16 de diciembre 2015

**Resumen.** Para brindar a las personas con discapacidad visual un mayor grado de inclusión en la sociedad, se debe considerar no solo aspectos relativos a la independencia en su movilidad física sino también en su movilidad intelectual y laboral. Actualmente si una persona ciega necesita información de un libro, este debe estar previamente traducido en lenguaje Braille, además la persona debe conocer este lenguaje o en su defecto debe existir la versión de audio. La mayoría de las bibliotecas públicas y privadas no cuentan actualmente con libros en versiones Braille o en su defecto audio-libros, por lo que obtener la información para realizar alguna tarea es complicado. Por otro lado, traducir los libros de su versión original a lenguaje Braille o a su versión en audio es una tarea titánica y costosa, por lo que en el presente trabajo se propone una solución tecnológica basada en las plataformas móviles para que los ciegos realicen esta tarea en el lugar y momento necesario sin mayores recursos que un Smartphone.

**Palabras Clave:** Discapacidad Visual, Reconocimiento de texto, texto a voz, Teléfono Celular, Inclusión.

### 1 Introducción

En México, en Mayo de 2011, se publicó a través del Diario Oficial de la Federación la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad en donde se establecieron las condiciones en las que el Estado debe promover, proteger y asegurar el pleno ejercicio de los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas con discapacidad, asegurando de esta forma su plena inclusión a la sociedad en un marco de respeto, igualdad y equiparación de oportunidades. Esta ley reconoce sus derechos humanos y manda el establecimiento de las políticas públicas necesarias para su ejercicio [1].

De acuerdo con el INEGI en el 2010, por cada 100 personas con discapacidad, 27 declararon tener dificultades para ver, aun usando lentes, lo cual representa alrededor de 1.6 millones de individuos en el país, número solo superado por quienes tienen limitaciones de movilidad; es decir las limitaciones visuales ocupan el segundo lugar en el país [2].

Sin embargo, a pesar de existir leyes que protegen de la discriminación a personas con discapacidad visual, en la actualidad ésta población es la más susceptible de sufrirla. Lo anterior se debe a que contar con un fácil acceso a la información, a la educación, a la salud o a espacios públicos ha sido siempre un reto difícil de superar para los ciegos. Por ello, las instituciones educativas y gubernamentales han iniciado la implementación de medidas que ayuden a la inclusión entre las que se pueden encontrar a los programas de sensibilización, la modificación de espacios físicos, la impresión de textos en tipología mayor, hasta las propuestas tecnológicas para movilidad en espacios abiertos y cerrados [3].

De esta forma, si una persona con discapacidad visual tiene acceso a fuentes de información en un formato adecuado puede incrementar su desarrollo intelectual, social y laboral, facilitándosele la solución de algunos problemas de su entorno y así mejorándosele su condición económica, En contraposición, mientras no tenga acceso a estos recursos derivará en desigualdades, exclusiones y luchas sociales para conseguirlos [3].

Así, en este artículo se presentan los primeros resultados de una propuesta tecnológica móvil para apoyar en la lectura de textos a personas con discapacidad visual como parte de un proyecto de investigación en redes de Cuerpos Académicos que pretende crear sistemas interactivos para la atención de usuarios con capacidades diferentes [4].

## 2 Estado del Arte

De acuerdo al INEGI, el nivel de escolaridad de una persona corresponde al ciclo más alto de estudios alcanzado por la población de 3 años y más en los niveles del Sistema Educativo Nacional, estos niveles son: básico, medio superior y superior. Entre la población con limitaciones para ver, de cada 100 personas de 15 años y más, 25 no completaron ningún grado del Sistema Educativo Nacional, 60 terminaron al menos un grado del nivel básico, 8 al menos alguno del medio superior y 6 uno del superior [2].

En México, desde hace casi 50 años los libros de texto de primaria se han editado en Braille por la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuito (CONALITEG). En el 2013 inició la edición de libros en macro tipos (letras grandes) para los débiles visuales y desde el inicio de este ciclo escolar se editaron por primera vez libros de texto para secundaria en Braille [5]. Sin embargo, CONALITEG a pesar de contar con sus propias máquinas impresoras para hacer los libros en Braille, para el 2014 tuvo que apoyarse en impresores independientes para producir un 20% de lo que necesitaba para el ciclo escolar en curso, esto debido a que editar un libro en Braille cuesta hasta 40% más que los impresos en tinta [6].

Nivel de escolaridad	Total	Sexo	
		Hombres	Mujeres
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Ninguno</b>	<b>25.00</b>	<b>20.80</b>	<b>28.80</b>
<b>Nivel básico</b>	<b>59.70</b>	<b>61.60</b>	<b>58.00</b>
<b>Nivel medio superior</b>	<b>8.30</b>	<b>9.20</b>	<b>7.40</b>
<b>Nivel superior</b>	<b>6.20</b>	<b>7.60</b>	<b>5.00</b>

**Figura 1.** Distribución porcentual de la población de 15 años y más, por sexo según nivel de escolaridad. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Nota: No se presenta el no especificado para cada nivel de escolaridad: total (0.8%), hombres (0.8%) y mujeres (0.7 por ciento).

La biblioteca “José Vasconcelos” en el Distrito Federal cuenta con una sala Braille en donde se ofrecen los servicios de lectura en voz alta, impresión en Braille, lectores de texto, préstamo de equipo con voz parlante, 400 títulos de audiolibros, máquinas ampliadoras de texto y una colección en Braille de 500 títulos [7]. En la biblioteca Nacional de la UNAM, de Ciudad Universitaria, en su sala de Tifológico se cuentan con 1,799 títulos de 474 autores en Braille, lectura y grabación automatizada, edición de materiales impresos (programas Screen Reader, Open Book y Jaws), amplificación de caracteres, transcripción de Braille a caracteres comunes y viceversa, así como talleres de adiestramiento en el manejo de los equipos [8].

En cuanto a los esfuerzos gubernamentales, a pesar de las leyes, no hay una política institucional que acerque la literatura o el conocimiento a los mexicanos con discapacidad visual, por lo cual cuando se necesita un material en Braille que no está previamente traducido generalmente se solicita su transcripción a alguna de las organizaciones civiles existentes o bien a la Universidad La Salle que se dedican a ello; inclusive dicha institución cuenta con catálogos de libros que ha transcrito por iniciativa propia [9].

Tampoco existe en México una escuela oficial que forme a transcriutores de textos a Braille, lo cual puede acarrear problemas mayores debido a que es necesario conocer el proceso cognitivo de un ciego y adaptar los textos a su forma de comprender el mundo, además de que los ciegos o débiles visuales no quieren usar el lenguaje Braille por considerarlo aburrido y complejo, por lo que prefieren usar audiolibros [10].

Así, si se pretende conseguir una mayor participación de las personas con discapacidad visual en el acceso a la lectura y al conocimiento contenido en libros para alcanzar una mayor escolaridad que le permita acceder a un mejor nivel de vida: social, laboral y económico, se deben proponer nuevas alternativas. Una de estas propuestas consiste en la incorporación de soluciones tecnológicas móviles en la transcripción automática de textos en audio [11].

A inicios de 2015, Google presentó una función que permite traducir texto de forma instantánea mediante la cámara de un Smartphone, pudiendo traducirlo en 36 idiomas diferentes. También incorpora un modo de conversación que utiliza el comando de voz y el almacenamiento en la nube de Google para traducir el diálogo entre dos personas que hablan diferentes idiomas. Esta nueva función puede ayudar a sectores con roles importantes en las crecientes comunidades multiculturales como pueden ser las personas con discapacidad visual [12].

Uno de los mayores retos en el desarrollo de herramientas tecnológicas para personas con discapacidad visual, es que éstas sean aceptadas y principalmente utilizadas por dichos usuarios. Por lo tanto, se deben crear interfaces usables bajo los principios del Diseño Centrado en el Usuario para asegurar que la aplicación cuente con la funcionalidad adecuada para a las necesidades y capacidades de los usuarios concretos. En este caso en particular, las personas con discapacidad visual, se necesitan interfaces basadas en audio debido a que utilizan el sentido de la audición como fuente principal de percepción (*awareness*) [13].

### 3 Metodología

En primer término se presenta un esquema que explica de manera general el funcionamiento de la aplicación desarrollada véase Figura 2.



Figura 2. Esquema general del funcionamiento del Asistente Móvil para traducir texto en audio

Para desarrollar una aplicación para un dispositivo móvil sin importar la plataforma o entorno de ejecución es necesario reconocer y establecer las condiciones que garantizan la pertinencia, la calidad, la seguridad, la eficiencia y el rendimiento de la aplicación. Por ello es importante seguir las etapas generales del ciclo de vida del software considerando las diferencias que existen entre el desarrollo de una aplicación para ejecutar en un PC de escritorio y el de una aplicación para ejecutar en un dispositivo móvil [14].



Figura 3. Ciclo de vida de desarrollo de Software para aplicaciones en dispositivos móviles agregando una etapa de Pruebas de Usabilidad.

Así en la propuesta de metodología de desarrollo para dispositivos móviles se compone de las etapas del ciclo de vida de software más una etapa de Pruebas de Usabilidad, véase Figura 3.

**1. Definición de requisitos:** En esta etapa se define la especificación de los requisitos de los usuarios, en este caso son usuarios con discapacidad visual, el problema que se desea abordar, la lectura de textos que no se encuentran escritos en Braille y se determina si la aplicación justifica un desarrollo móvil [14]

**2. Análisis de requisitos:** En esta etapa se identifican y representan las entradas que serán los textos escritos, los procesos, las salidas representadas por el audio resultado de la traducción de textos y los usuarios que intervienen directamente en la aplicación móvil. Como ya se mencionó son las personas con discapacidad visual [14].

**3. Diseño:** En esta etapa se definen de forma muy clara los aspectos visuales y técnicos que dan vida a la aplicación móvil, se genera una retroalimentación por parte del usuario, se definen aspectos funcionales con el usuario en cuanto a la navegabilidad, desplazamientos por el dispositivo y la forma de carga, almacenamiento y presentación de los datos solicitados y necesarios para el proceso requerido por la aplicación móvil. Para representar las interfaces de usuario en el diseño se debe utilizar emuladores de dispositivos móviles [14]

**4. Desarrollo:** En esta etapa se escribe el código fuente que permita el funcionamiento a del software móvil, se define el lenguaje de programación, que en esta ocasión es ANDROID y las API de traducción de texto y conversión a formato de audio. Este lenguaje utilizado para programación móvil se debe adaptar a las necesidades de diseño previamente concertadas con los usuarios directos de la aplicación. [14]

**5. Pruebas:** En esta etapa debe verificarse que el software cumpla con los requisitos definidos en etapas anteriores y genere los resultados esperados por los usuarios. [14]

- **Pruebas unitarias:** cuando se construye una aplicación móvil, es de vital importancia comprobar que el código fuente escrito funcione correctamente y se adapte al funcionamiento permanente del programa.
- **Pruebas de integración:** se debe probar no solo el funcionamiento individual del software móvil, sino también su integración con los demás componentes de la aplicación, especialmente con el servidor de datos con el cual se realiza el proceso de sincronización de la información utilizada en el dispositivo.
- **Pruebas de validación:** este proceso tiene como objetivo determinar si la aplicación móvil cumple los objetivos para los que se construyó el producto.

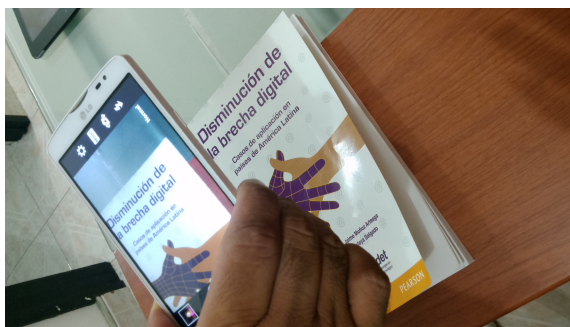
En esta etapa se agregó un apartado de Pruebas de Usabilidad que permite conocer de manera precisa si la aplicación cumple con las necesidades reales del tipo de usuario para quien se desarrolló, en este caso, si la interfaz es usable para las personas con discapacidad visual. En dicha etapa se definieron tres diferentes momentos de prueba:

1. **Inicial.** Manejo del Smartphone, pruebas de tacto y pruebas de audio.
2. **Medio.** Utilización de la interfaz de audio, atención de instrucciones, enfoque de imágenes determinadas por audio, captura de texto.
3. **Final.** Utilización de la interfaz con la cámara, comprensión de indicaciones de audio, almacenamiento de texto para consulta.

Al finalizar cada momento de prueba se realizó una encuesta oral a los usuarios para conocer en qué grado la aplicación es aceptada y así poder realizar las modificaciones necesarias para obtener un grado aceptable de usabilidad. Estas pruebas de usabilidad se realizaron a personas tanto ciegas como débiles visuales que integran la Asociación de Estudiantes o trabajadores ciegos y débiles visuales del Estado de Veracruz A.C. de la ciudad de Xalapa, Veracruz.

## 4 Resultados

Se desarrolló el primer prototipo del asistente móvil que permite leer textos de libros y convertirlos en audio en el sitio de captura de la imagen, véase Figura 4.



**Figura 4.** Pruebas del prototipo del Asistente móvil basado en audio para la lectura de textos como apoyo a personas con discapacidad visual

En esta primera versión se pueden almacenar hasta 3 páginas en la memoria del dispositivo para su posterior lectura por medio de audio y se logra traducir por lo menos 20 tipos diferentes de fuentes. La aplicación se instaló en un Smartphone LG80, con 4GB de almacenamiento, con una cámara de 8 megapíxeles y con Sistema Operativo Android 4.2. Así mismo, se realizaron las pruebas de usabilidad a 10 personas tanto ciegas como débiles visuales que integran la Asociación de Estudiantes o trabajadores ciegos y débiles visuales del Estado de Veracruz A.C. de la ciudad de Xalapa, Veracruz.

## 5 Conclusiones

Al ser esta aplicación de nueva creación y uno de los primeros esfuerzos para apoyar a las personas con discapacidad visual en la lectura libros que no se encuentran en lenguaje Braille se abre un nicho de oportunidad para el desarrollo de aplicaciones que incluyan a otros diferentes tipos de Smartphone así como otros sistemas operativos y lenguajes de programación. Aquí también se destacó la importancia de las pruebas de usabilidad como parte del diseño centrado en el usuario para corregir y adecuar la aplicación a las necesidades y habilidades de este.

Aunque fue desarrollada para usuarios con esta discapacidad también puede ser utilizada por personas que no sepan leer y que necesiten conocer la información de libros de texto en un formato de audio.

## 6 Trabajos futuros

Diseñar y desarrollar un prototipo funcional en un Smartphone de bajo costo y pocas capacidades, aplicar las pruebas de usabilidad a un mayor número de usuarios con discapacidad visual para obtener mejores resultados y perfeccionar la librería de OCR que traduce el texto para que pueda reconocer diferentes tipos de fuentes y otros lenguajes como puede ser el inglés.

## Referencias.

1. Diario Oficial de la Federación, Mayo 2011. Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf>
2. INEGI. 2013. Las personas con Discapacidad en México, una visión al 2010. [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/discapacidad/70282\\_5051785.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/discapacidad/70282_5051785.pdf)
3. Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED), Abril de 2013: “En el día de la niñez, por una Educación Inclusiva: respeto a las personas con discapacidad y población indígena” [http://www.conapred.org.mx/documentos\\_cedoc/Dossier Ed Inclusiva 25 abril 2013 INACSS.pdf](http://www.conapred.org.mx/documentos_cedoc/Dossier_Ed_Inclusiva_25_abril_2013_INACSS.pdf)
4. Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes, 2015. Rojano-Caceres, Rafael, Muñoz-Arteaga, Jaime, Archundia-Sierra, Etelvina. Red temática de colaboración. PRODEP.
5. Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuito (CONALITEG) <http://www.conaliteg.gob.mx/index.php/inicio/historia>
6. Milenio.com “Libros en Braille, pocos y caros” Verónica Díaz. Entrevista a Joaquín Díez-Canedo. Director de CONALITEG [http://www.milenio.com/cultura/Libros-braille-pocos-caros\\_0\\_457154296.html](http://www.milenio.com/cultura/Libros-braille-pocos-caros_0_457154296.html)
7. Biblioteca José Vasconcelos. SEP (Secretaría de Educación Pública) <http://www.bibliotecavasconcelos.gob.mx/espacios/braille/>
8. UNAM. Biblioteca Central. <http://bnm.unam.mx/>
9. Milenio.com “Libros en Braille, pocos y caros” Verónica Díaz. Entrevista a Eduardo Hernández. Presidente de la Asociación de Discapacitados Visuales. IAP [http://www.milenio.com/cultura/Libros-braille-pocos-caros\\_0\\_457154296.html](http://www.milenio.com/cultura/Libros-braille-pocos-caros_0_457154296.html)
10. Asociación de Discapacitados Visuales IAP. <http://www.dis-capacidad.com/index.php>
11. Educación Inclusiva. Personas con discapacidad visual. [http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad\\_2/mo2\\_resumen](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_2/mo2_resumen).
12. LaNacion.com. Agencia AFP. Google presentó una función que permite traducir texto con la cámara del teléfono. <http://www.lanacion.com.ar/1760090-google-presento-una-funcion-que-permite-traducir-mediante-la-camara-de-un-telefono-movil>
13. No solo usabilidad: revista sobre personas, diseño y tecnología. Diseño Centrado en el Usuario <http://www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm>
14. La Ingeniería de Software en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Fabio Alberto Vargas Agudelo. Tecnológico de Antioquia. Editorial TDA. Octubre2011