

CataBraille: Dispositivo pedagógico para la enseñanza del sistema Braille CataBraille: Pedagogical device for the teaching of the Braille system

Brenda C. Lara Rubio, Luisa F. Rodríguez Valdez, Karim Zamora Mendoza,
Arath A. Estrada Orozco, Luis A. Davis Amador
Departamento Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja
California Sur, México.
b.lara@uabcs.mx, luro_21@alu.uabcs.mx, kaza_21@alu.uabcs.mx, aestrada_21@alu.uabcs.mx,
luisadriad_21@alu.uabcs.mx

Fecha de recepción: 7 de mayo de 2024

Fecha de aceptación: 31 de julio de 2024

Resumen. La Organización Mundial de la Salud indica que en el mundo existen al menos 2200 millones de personas con discapacidad visual, la cual puede aparecer en forma de ceguera o baja visión. De acuerdo con el INEGI, el 44% de las personas con discapacidad en México tiene discapacidad visual, de las cuales 415,800 tienen ceguera. El Braille es un sistema de lectoescritura donde se utiliza la representación táctil. Las letras, números y símbolos se representan por medio de 6 puntos, con lo cual se obtienen 64 combinaciones diferentes. La forma de leer es con el movimiento de las manos de izquierda a derecha sintiendo los puntos. El aprendizaje de Braille es un proceso complicado para cualquier persona o niño con y sin discapacidad visual. En este trabajo se presenta el diseño y desarrollo de CataBraille, un dispositivo pedagógico de sensaciones táctiles y auditivas para la comprensión y el desarrollo cognitivo de la lectoescritura en Braille. El dispositivo tiene forma de catarina, en el cual se representan con sus manchas los 6 puntos del sistema Braille en cada lado, de tal forma que un niño pueda aprender a leer y escribir cada letra. Del lado izquierdo puede escribir la letra presionando los botones y del lado derecho se mostrará el espejo, es decir la forma en la que se lee. Además, se emite el sonido de la letra correspondiente a los botones que se presionan.

Palabras Clave: Braille, Enseñanza-aprendizaje, ceguera, discapacidad visual.

Summary. The World Health Organization indicates that there are at least 2.2 billion people in the world with visual impairment, which can appear in the form of blindness or low vision. According to INEGI, 44% of people with disabilities in Mexico are visually impaired, of which 415,800 are blind. Braille is a reading and writing system that uses tactile representation. Letters, numbers and symbols are represented by means of 6 dots, resulting in 64 different combinations. The way to read is with the movement of the hands from left to right feeling the dots. Learning Braille is a complicated process for any person or child with or without visual impairment. This paper presents the design and development of CataBraille, a pedagogical device of tactile and auditory sensations for the comprehension and cognitive development of Braille reading and writing. The device is shaped like a ladybug, in which the 6 dots of the Braille system are represented with their spots on each side, so that a child can learn to read and write each letter. On the left side you can write the letter by pressing the buttons and on the right side the mirror will be shown, that is to say the way in which it is read. In addition, the sound of the letter corresponding to the buttons that are pressed is emitted.

Keywords: Braille, Teaching-learning, blindness, visual impairment.

1 Introducción

La discapacidad visual se define de acuerdo a la agudeza visual y el campo visual. La agudeza es la capacidad de un individuo para percibir claramente la forma de un objeto a cierta distancia, mientras que el campo visual es el espacio que puede percibir sin mover la cabeza o los ojos [1].

De acuerdo a las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo existen al menos 2200 millones de personas con discapacidad visual [2]. La discapacidad visual puede aparecer en forma de ceguera y baja visión. Las personas con ceguera no reciben ninguna información visual o no tienen percepción de la luz [1].

Los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2020, realizado por INEGI, muestran que hay 6,179,890 personas con algún tipo de discapacidad, de las cuales, el 44% vive con discapacidad visual [3]. Se estima también, que, de ese porcentaje, 415,800 personas tienen ceguera, colocando a México entre los 20 países con mayor número de personas afectadas con este tipo de discapacidad [4].

El Braille es un sistema de lectoescritura donde se utiliza la representación táctil. Está formado por 6 puntos que representan letras, números, notas musicales y símbolos matemáticos y científicos dependiendo de las 64 combinaciones diferentes. Este sistema es un medio indispensable para la accesibilidad y es una herramienta efectiva y fácil de aprender para las personas con ceguera y discapacidad visual [5].

La forma de leer es moviendo la mano de izquierda a derecha pasando por cada línea y una persona que maneja fluidamente el Braille puede leer entre 100 y 150 palabras por minuto. A pesar de que las personas con

discapacidad visual deben utilizar habilidades táctiles en lugar de visuales, la lectura y escritura conllevan características similares a nivel neurológico, pues se utiliza la codificación y decodificación de símbolos [6].

Se cree que los dispositivos tecnológicos existentes como audiolibros, lectores de pantalla, entre otros, pueden llegar a reemplazar este sistema. Sin embargo, gracias a él más personas pueden acceder a la lectura y escritura [5].

Existe gran cantidad de evidencia de que el Braille es de gran beneficio para las personas debido a que se necesita poca tecnología y puede ser utilizado incluso cuando no hay computadoras disponibles o cuando se está en un ambiente lleno de ruido en donde la comunicación oral no es posible [7].

Para poder escribir y leer Braille, se necesita aprender no sólo el orden de los puntos que corresponden a cada símbolo, sino también su espejo [8], debido a que se escribe de derecha a izquierda y se lee de izquierda a derecha para obtener el relieve de forma adecuada. En la Figura 1 se muestra el alfabeto en Braille.

La educación inclusiva es un enfoque de la escolarización en el que los estudiantes con diferentes tipos de discapacidades y necesidades de aprendizaje son educados en clases con estudiantes sin discapacidades y con un desarrollo típico [9].

De acuerdo con un artículo publicado en Los Angeles Times, en la actualidad solamente el 16 por ciento de los estudiantes que podrían tener la oportunidad de aprender Braille están aprovechándola. Al igual que ocurre con otras discapacidades, la ceguera abarca un amplio espectro: la mayoría de las personas que se consideran completamente ciegas aún pueden distinguir ciertos niveles de luz, color y forma [10].

En la actualidad existen varios métodos para aprender Braille. Sin embargo, en muy pocas ocasiones se utilizan medios tecnológicos que llamen la atención tanto del niño con discapacidad visual como de sus padres. Por ello, en este artículo se propone el diseño de CataBraille, un dispositivo electrónico para el aprendizaje de la lectoescritura en Braille enfocado principalmente a niños y padres de familia.

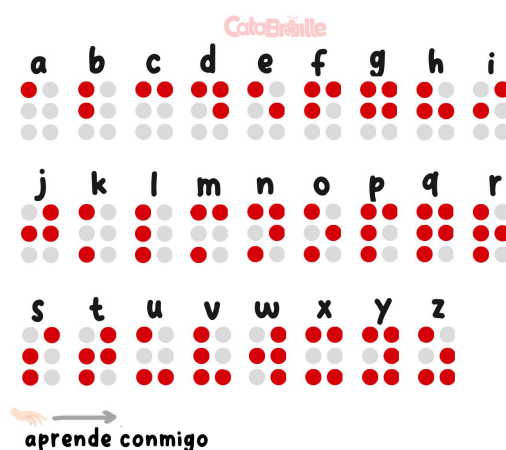


Figura 1. Alfabeto en Braille.

2 Metodología

2.1 Análisis

Hoy en día en el mercado existen dispositivos para poder escribir en Braille en otros dispositivos electrónicos como una computadora, una tableta, un smartphone, etc. Entre estos dispositivos se encuentran:

1. Braillin. Muñeco con círculos en el torso que ayuda a la asimilación de los puntos Braille y que fomenta la interacción social por medio del juego [11].
2. Línea Braille. Funciona por medio de Bluetooth y permite escribir y a su vez leer lo que el dispositivo está mostrando en pantalla [12].
3. Blitab. Tableta Braille que crea texto y gráficos táctiles en tiempo real, se conecta a dispositivos móviles [13].
4. B-Box: Dispositivo diseñado para ayudar en el aprendizaje del sistema Braille a niños que padezcan alguna discapacidad visual [14].

La desventaja de los dispositivos mencionados anteriormente, es que para utilizarlos, el usuario debe estar previamente familiarizado con el sistema Braille, esto sin contar a Braillin, pues este muñeco solo ayuda con la

asimilación de los puntos del Braille, así pues, si el niño no cuenta con una persona que le indique cómo asimilar las letras en él, entonces se vuelve complejo el aprendizaje. Además, para el uso de algunos otros dispositivos disponibles, se necesita contar con dispositivos móviles o computadoras, a los cuales en ocasiones no se tiene acceso por diversos motivos.

La comunicación y la lectura son fundamentales para las personas con discapacidad visual, y el lenguaje Braille desempeña un papel crucial en este aspecto. Lamentablemente, en México, la discapacidad visual se encuentra en el segundo lugar en términos de frecuencia de discapacidades, según la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH).

Se ha observado que aún existen deficiencias en cuanto a la falta de prescripciones y consentimientos informados en Braille, lo cual contribuye a la discriminación y vulnerabilidad tanto en el ámbito familiar, como en el social y laboral [15]. Por ende, surge la idea de crear este dispositivo pedagógico ambientado en el diseño de un juguete, capaz de instruir principalmente a niños que aún no están familiarizados con el sistema Braille y a su vez reducir la brecha educativa y social entre niños con y sin discapacidad visual, dándoles así la oportunidad de descubrir y construir el mundo por medio de su sentido del tacto, asociación y percepción de una manera más didáctica.

La fuente de inspiración para el dispositivo fue principalmente el muñeco llamado Braillin, debido a que ayuda al reconocimiento de las combinaciones del Braille, aunque sin un instructor que apoye al niño con rutinas para su rápido desarrollo, el uso de este muñeco es complicado y es posible que no se obtengan resultados positivos.

Anteriormente, el dispositivo había sido diseñado de una manera distinta y sus dimensiones eran más amplias. Sin embargo, era más compleja la comprensión de la letra que se buscaba representar, ya que el método podía llegar a ser confuso por la manera de ejecutar ciertos pasos.

2.2 Diseño de CataBraille

El nombre del dispositivo parte de la composición de la palabra “Catarina” y “Braille”, llegando así a CataBraille.

CataBraille está inspirado en la forma de una catarina. La particularidad de estos insectos es que presentan un cuerpo redondeado y compacto, un caparazón con un llamativo color que varía entre rojo y naranja que hace sobresalir sus manchas negras. De esta forma se asociaron estas características con el sistema Braille y su presentación con puntos negros, así la imagen y forma alegre de un insecto atrae la atención de los infantes.

Para aminorar la brecha entre el aprendizaje de Braille con niños sin esta discapacidad se optó por conservar los colores llamativos y añadir diferentes tipos de texturas al cuerpo del insecto para que los niños con discapacidad visual puedan adentrarse a experimentar el entorno del dispositivo.

Para el diseño del dispositivo se optó por utilizar materiales ligeros con texturas interesantes, como tablas delgadas de MDF y tela afelpada. La decisión de crear dos bases se tomó con el fin de que los componentes tuvieran una buena distribución, la cual permitiera emplear el dispositivo de manera fácil y práctica. Esto se logró gracias a que se utilizaron las dimensiones de la distribución del Braille para realizar una escala de ampliación, facilitando así el reconocimiento del espaciado entre los puntos. En la Figura 2 se muestra el diseño inicial de CataBraille.

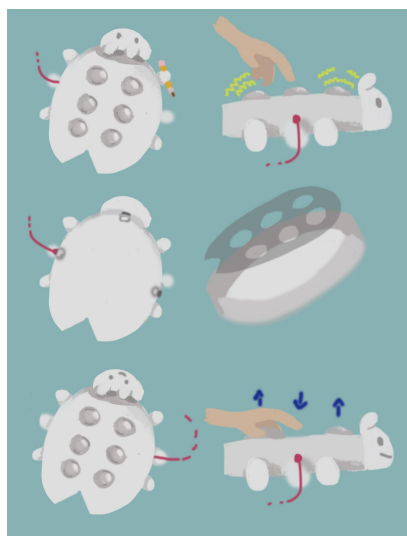


Figura 2. Diseño inicial de CataBraille

3 Desarrollo del prototipo

3.1 Componentes

A continuación, en la Tabla 1 se presentan los materiales, herramientas o instrumentos empleados para el desarrollo de CataBraille se utilizaron diversos componentes que permiten que el dispositivo cumpla sus funciones. En la Figura 3 se muestra una imagen del cableado del prototipo.

A continuación, se enlistan los componentes principales:

1. Micro switch con botón rojo (6), para videojuegos o alarmas, usados normalmente como cerrado. Estos componentes fueron elegidos principalmente por su resistencia. Tienen la función de que al presionarlos, envían una señal en forma de cadena de bits la cual se compara con una base de datos, con el fin de determinar la letra escrita por el usuario.
2. Alambre estañado calibre 22. Este tipo de cableado es un excelente conductor eléctrico y tiene una gran resistencia térmica. Así se aseguran conexiones estables y se evitan cortos en el circuito.
3. Micro servomotor con torque de 1,8 Kgf/cm (6) Componentes empleados para recibir señales enviadas desde los vibradores los cuales elevan botones que representan los puntos para la lectura del Braille.
4. Df Player Mini Mp3. Este pequeño módulo fue utilizado y programado para reproducir los audios en formato .mp3 de las letras del abecedario. Recibe la señal de una cadena de bits y a raíz de eso reproduce el audio con la letra correspondiente a esa cadena de bits ya establecida en una base de datos.
5. Mini motor vibrador tipo moneda plano 8mm (10). Componente con el que se identifica, por medio de la vibración, el botón que ya fue pulsado y a su vez envía una señal a un servomotor en una posición predeterminada para que este o estos se activen.
6. Microcontrolador Arduino Uno (2). Se optó por emplear 2 de estos dispositivos ya que cuentan con un microprocesador programable lo cual facilitó la interconexión para así crear un canal de comunicación y que todos los componentes ejecuten las instrucciones indicadas en el código.
7. Switch push mini normal cerrado (2). Pequeños componentes que fueron utilizados para enviar la señal de escritura y regresar los servomotores a su posición original respectivamente.
8. Switch deslizable miniatura. Interruptor utilizado para encender y apagar el circuito.

El uso de estos componentes permite también que el costo total del prototipo sea relativamente bajo con respecto a otras propuestas que existen, debido a que se puede acceder fácilmente a ellos y no es necesario el uso de un dispositivo móvil o una computadora para que funcione.

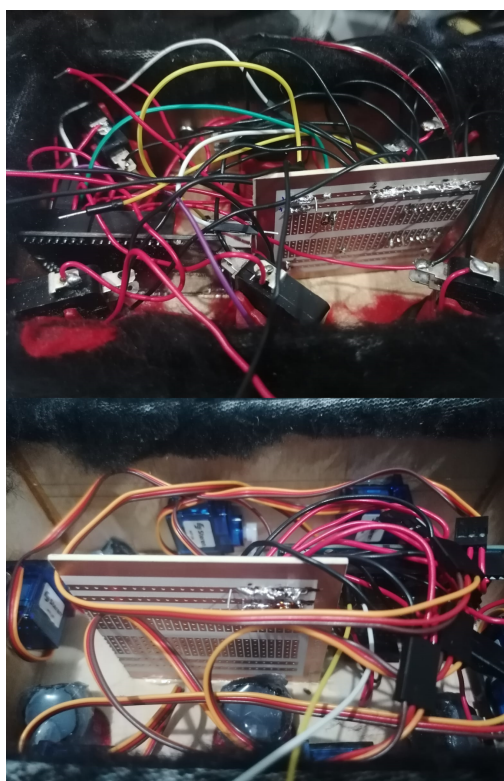


Figura 3. Cableado de CataBraille.

3.2 Desarrollo

Para el desarrollo del dispositivo, lo primero que se consideró, fue la parte de la programación, la cual hace funcionar cada componente que esté en el circuito interno del dispositivo.

Posteriormente se rediseñaron y moldearon dos bases de tablas, que fueron forradas con tela afelpada color negro y rojo para darle la personificación de una catarina.

En el primer base se montaron los componentes correspondientes a la parte de escritura del dispositivo, en el circuito interno conectamos el Reproductor DfPlayer Mini, así como una bocina, 6 microswitches con botón y 6 vibradores pegados cada uno a un semicírculo de silicón que simula un botón, respectivamente. También se montó un botón de envío y un interruptor para encender y apagar el dispositivo, todo esto se conectó a una placa de programador Arduino 1, y se soldó a una placa fenólica para las respectivas conexiones a tierra del circuito.

En la segunda base se montaron los componentes correspondientes a la parte de la lectura, estos fueron solo 6 servomotores y un botón para devolverlos a su posición original, estos conectados a un microcontrolador Arduino Uno y a una segunda placa fenólica correspondiente a las tierras del circuito. Ambas placas Arduino Uno se interconectan por medio de los correspondientes pines que permiten que estas compartan señales entre sí.

En la Figura 4 se muestra CataBraille en su versión actual.

3.3 Funcionamiento

En primera instancia se conecta el dispositivo a la corriente eléctrica, para luego presionar una combinación con los 6 botones que se encuentran en la base de la izquierda, la cual es la parte de escritura, los botones presionados activarán un vibrador dentro de cada uno para que el usuario recuerde que ese botón ya fue presionado, y a su vez, almacenará una señal la cual se irá acumulando al presionar las distintas posibles combinaciones de botones.

Lo siguiente que se debe hacer es presionar el botón de enviar para que el segundo arduino reciba la combinación enviada y por consiguiente se activen los servomotores correspondientes a la inversa de la combinación recibida. Entonces el usuario puede pasar sus manos por los botones que subieron, los cuales representan la letra escrita desde la otra base.

En caso de que los botones presionados hayan sido los correspondientes a la escritura de una letra, se escuchará por medio de la bocina el sonido de la letra. En caso de que no haya acertado, no se escuchará nada. Por último, se debe presionar el botón de reiniciar para que los servomotores vuelvan a su posición original y se pueda ingresar una nueva letra.



Figura 4. CataBraille en su última versión

4 Pruebas y resultados

Esta propuesta se enfoca en la implementación de métodos de enseñanza que promueven la participación activa del niño en su proceso de aprendizaje del sistema Braille. Se ha evaluado la dificultad que enfrenta un niño con discapacidad visual al comprender este sistema de lectoescritura, considerando los métodos tradicionales utilizados en las instituciones en México, los cuales resultan obsoletos y lentos.

Después de realizar una exhaustiva investigación para comprender completamente el sistema Braille, se llevaron a cabo pruebas utilizando botones programados en Arduino y una pantalla. Esta configuración permitía visualizar la combinación de códigos en formato de bits ingresados mediante los botones, y compararlos con una base de datos que, finalmente, arrojaba una letra correspondiente.

Después, se agregó un módulo reproductor con su respectiva programación, archivos .mp3 y una bocina, lo que facilitaba la obtención de la letra ingresada a través de un medio auditivo, beneficiando así el reconocimiento y la asociación.

Con estos componentes, el dispositivo era funcional, pero se decidió agregar vibradores para que el niño no olvide qué botón presionó previamente. Además, se incluyó una base adicional para la lectura.

Aunque el audio proporciona una indicación clara de la letra que se está escribiendo, es fundamental para alguien que está aprendiendo a escribir en Braille también pueda leerlo. Por lo tanto, se implementaron 6 servomotores con círculos hechos de silicón en las puntas de sus aspas giratorias, con el objetivo de que el niño, además de asociar auditivamente, pueda utilizar el tacto para reconocer y asociar lo que escribe con lo que escucha y siente.

Gracias a lo mencionado anteriormente, se logró desarrollar un dispositivo que permite escribir letras, leerlas y escucharlas. Sin embargo, debido a la sobrecarga de componentes en el Arduino, se experimentan leves fallas al momento de ingresar las letras. Esto debido a que la vibración de los botones provoca movimientos en el circuito interno, lo que ocasionalmente impide que la señal se envíe correctamente.

5 Conclusiones y trabajos futuros

En conclusión, el dispositivo pedagógico CataBraille ofrece una solución para el aprendizaje del sistema Braille y la comunicación de personas con discapacidad visual. Su diseño atractivo, uso de texturas y mecanismos interactivos, proporcionan una experiencia didáctica y accesible para los niños con discapacidad visual, permitiéndoles explorar el mundo a través del tacto y la asociación de puntos en el sistema Braille. El dispositivo tiene el potencial de reducir la brecha educativa y social, brindando oportunidades de aprendizaje y comunicación inclusivas.

El siguiente paso es evaluar el dispositivo con profesionales especializados en el ámbito de la educación Braille. Con lo anterior se busca adaptar el dispositivo en la medida más adecuada a las necesidades y diferentes habilidades de los infantes con y sin discapacidad visual.

Posteriormente se pretende implementar un nuevo modo interactivo, este consiste en que el dispositivo evaluará los conocimientos del infante al pedirle que ingrese una determinada letra, si acierta se motivará su progreso y continuará la secuencia, como segundo caso al ingresar la letra erróneamente se le alentará y adicionalmente se proporcionan 3 intentos más, de no completar la tarea se la asignará una nueva letra.

Para la portabilidad del dispositivo se añadirá una batería interna, ofreciendo así al usuario la posibilidad de transportar el dispositivo y recargar cuantas veces sea necesario.

Referencias

- [1] CONAFE, Discapacidad Visual Guía Didáctica Para La Inclusión En Educación Inicial y Básica. México, 2010.
- [2] OMS, “Ceguera y Discapacidad Visual,” World Health Organization, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (accessed Mar 17, 2023).
- [3] INEGI, “Discapacidad en México,” Población. Discapacidad, <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx> (accessed Mar 17, 2023).
- [4] Cámara de Diputados, “Declaran el 15 de octubre Día Nacional de las personas ciegas y con otras discapacidades visuales,” Cámara de Diputados Comunicación, <https://comunicacionnoticias.diputados.gob.mx/comunicacion/index.php/mesa/declaran-el-15-de-octubre-dia-nacional-de-las-personas-ciegas-y-con-otras-discapacidades-visuales#gsc.tab=0> (accessed Mar 17, 2023).

- [5] Teletón México, “Día Mundial del Braille: UN Camino Hacia LA accesibilidad,” <https://teleton.org/dia-mundial-del-braille/> (accessed Apr 17, 2023).
- [6] W. López Mainieri, “Braille y tecnología. El sistema de lectoescritura braille en la Sociedad Tecnológica,” RIBERDIS, <http://riberdis.cedid.es/handle/11181/4223> (accessed Apr. 20, 2023).
- [7] V. Gadiraju, A. Muehlbradt, and S. K. Kane, “BrailleBlocks: Computational Braille Toys for Collaborative Learning,” Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, Apr. 21, 2020. doi: 10.1145/3313831.3376295.
- [8] Carreño-León, Mónica A., et al. Herramienta tecnológica como recurso didáctico en niños para el aprendizaje de símbolos de Braille: casos de estudio. AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA EDUCACIÓN Y EL APRENDIZAJE, p. 106. July, 2022.
- [9] W. G. Scarlett, Ed., The SAGE encyclopedia of classroom management. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2015.
- [10] LA Times, “El Braille Está en todas partes, pero la Mayoría de los Niños Ciegos no pueden leerlo; esta Competencia Busca Cambiarlo,” Los Angeles Times, <https://www.latimes.com/espanol/educacion/articulo/2021-02-02/braille-challenge-spelling-bee-brain-sports>.
- [11] M. Vieites, “Braillín”, el muñeco que favorece la integración social jugando, PYM, n.º 288, p. 6, 1.
- [12] Cabrera Hidalgo, Julio Cesar. Diseño y desarrollo de un prototipo de línea Braille de bajo costo para personas no videntes en el marco de Cátedra UNESCO" 2018. Tesis de Licenciatura.
- [13] Blitab, “World’s first tactile tablet,” <http://blitab.com>.
- [14] Duran Encinas, Israel, et al. Diseño y construcción de una herramienta de tecnología inclusiva para el apoyo a la enseñanza del lenguaje braille en niños con discapacidad visual. AVANCES SOBRE REFLEXIONES, APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS INCLUSIVAS, p. 16, 2019
- [15] CNDH, “Fundación de la Escuela Nacional para Ciegos,” <https://www.cndh.org.mx/noticia/fundacion-de-la-escuela-nacional-para-ciegos-0>.