

# Desarrollo de un Prototipo de Impresora Braille de Bajo Coste como Apoyo a la Discapacidad Visual

Elvia Aispuro<sup>1</sup>, Jaime Suárez<sup>1</sup>, Javier Aguilar<sup>1</sup>, Marcelo Ruíz<sup>2</sup>,  
Aurora Ruíz<sup>2</sup>, Javier Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur  
{aispuro, jsuarez, jaguilar}@uabcs.mx

<sup>2</sup>Alumno Universidad Autónoma de Baja California Sur  
pulze9@gmail.com, rorriizz8@hotmail.com, jaro\_222@hotmail.com

**Resumen.** Las limitaciones en la realización de actividades cotidianas que enfrentan las personas con dificultades para ver, están estrechamente relacionadas con la forma en la que está organizado el entorno construido, ya que un entorno accesible favorece la autonomía personal y la participación en la vida cívica para incorporarse a los servicios de educación y de salud, así como al mercado de trabajo. El presente artículo resalta la importancia de formular programas innovadores que mejoren la vida de las personas con discapacidades, promoviendo un mundo inclusivo, por lo que se ha desarrollado un prototipo de impresora Braille de bajo coste como propuesta de solución económica que permita a las personas con discapacidad visual, así como débiles visuales, contar con una muy útil herramienta para el acceso a la información escrita que coadyuven en su desarrollo personal.

**Palabras clave:** discapacidad, discapacidad visual, impresoras braille.

## 1 Introducción

En la última década, las necesidades de información sobre las características y condiciones de las personas con discapacidad se han incrementado considerablemente a raíz de la promoción de una perspectiva de la discapacidad basada en los derechos humanos y de los cambios o transformaciones demográficas y epidemiológicas que vive la población mundial, a fin de proporcionar datos destinados a la formulación de políticas y programas innovadores que mejoren las vidas de las personas con discapacidades. Sin embargo, los recursos asignados a poner en práctica políticas y planes son a menudo insuficientes. La falta de financiación efectiva es un obstáculo importante para la sostenibilidad de los servicios, sea cual sea el nivel de ingresos del país. Por ejemplo, en los países de ingresos altos, entre el 20 y el 40% de las personas con discapacidad no tienen cubiertas sus necesidades de asistencia para las actividades cotidianas [1–6]. En muchos países de ingresos bajos y medianos, los gobiernos nacionales no pueden proporcionar servicios adecuados, y los proveedores comerciales de servicios no están disponibles o no son financieramente asequibles para la mayoría de las familias [7].

Considerando lo anterior, y en acuerdo a participar en actividades que mejoren la calidad de vida de las personas con discapacidad, promoviendo un mundo inclusivo en el que todos podamos vivir una vida de salud, comodidad y dignidad, se ha desarrollado un prototipo de impresora Braille de bajo coste que propone una solución económica que permita proporcionar a las personas con discapacidad visual, así como débiles visuales, una muy útil herramienta para el acceso a la información escrita que ayude en su educación y desarrollo personal.

## **2 La discapacidad**

### **2.1 La discapacidad en el mundo**

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad; de ellas, casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En los años futuros, la discapacidad será un motivo de preocupación aún mayor, pues su prevalencia está aumentando. Ello se debe a que la población está envejeciendo y el riesgo de discapacidad es superior entre los adultos mayores, y también al aumento mundial de enfermedades crónicas tales como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los trastornos de la salud mental[7].

En todo el mundo, las personas con discapacidad tienen peores resultados sanitarios, peores resultados académicos, una menor participación económica y unas tasas de pobreza más altas que las personas sin discapacidad. En parte, ello es consecuencia de los obstáculos que entorpecen el acceso de las personas con discapacidad a servicios que muchos de nosotros consideramos obvios, en particular la salud, la educación, el empleo, el transporte, o la información. Esas dificultades se exacerbaban en las comunidades menos favorecidas de manera desproporcionada. Los resultados de la Encuesta Mundial de Salud indican que la prevalencia de la discapacidad es mayor en los países de ingresos bajos que en los países de ingresos más elevados.

Para lograr las perspectivas de desarrollo que están en el corazón de los Objetivos de Desarrollo del Milenio para el 2015 y más allá, se pretende emancipar a las personas que viven con alguna discapacidad y suprimir los obstáculos que les impiden participar en las comunidades, recibir una educación de calidad, encontrar un trabajo digno y lograr que sus voces sean escuchadas [7].

### **2.2 La discapacidad en México**

En México, de acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 — en su cuestionario ampliado—, 5 millones 739 mil personas en el territorio nacional declararon tener dificultad para realizar al menos una de las siete actividades

evaluadas: caminar, moverse, subir o bajar (en adelante caminar o moverse); ver, aun usando lentes (ver), hablar, comunicarse o conversar (hablar o comunicarse); oír, aun usando aparato auditivo (escuchar); vestirse, bañarse o comer (atender el cuidado personal); poner atención o aprender cosas sencillas (poner atención o aprender); limitación mental (INEGI, 2011a)<sup>2</sup>; es decir, son personas con discapacidad. Cifra que representa 5.1% de la población total del país.

Si bien el número de mujeres con discapacidad es ligeramente superior al de los hombres (2.9 millones frente a 2.8 millones) como efecto de que en el país hay más mujeres que hombres, el porcentaje de discapacidad al interior de cada sexo es el mismo: 5.1 por ciento.

La población con discapacidad está conformada principalmente por adultos mayores (60 años y más) y adultos (de 30 a 59 años); es decir, se trata de una población demográficamente envejecida: 81 de cada 100 personas que reportan discapacidad tienen 30 o más años, mientras que sólo 19 de cada 100 son menores de 30 años de edad. Como se muestra en la figura 1, dicha estructura etaria es contraria a la de las personas sin discapacidad, que se caracteriza por tener una mayor proporción de niños (de 0 a 14 años) y jóvenes (de 15 a 29 años); es decir, es una población más joven: 58 de cada 100 tiene menos de 30 años y 42 de cada 100, más de 30 años. De hecho, mientras que el promedio de edad de la población sin discapacidad es de aproximadamente 28 años, en la con discapacidad es 55 años [8].

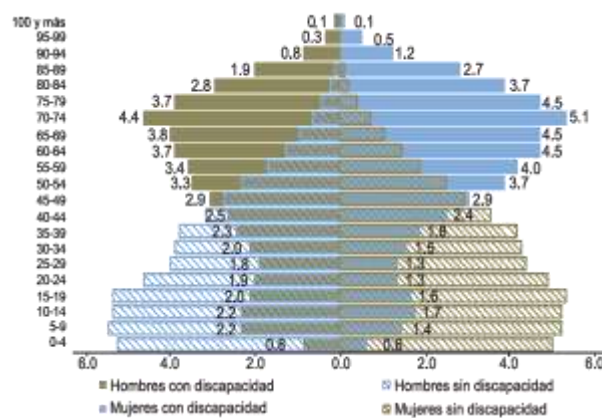


Fig. 1. Estructura etaria de la población en México.

### 3 La discapacidad visual

La vista es el sentido que permite percibir sensaciones luminosas y captar el tamaño, la forma y el color de los objetos, así como la distancia a la que se encuentran. Las

dificultades para ver implican una extensa gama de posibilidades relacionadas con las funciones ópticas en general: la agudeza y campo visual, la percepción del color y los contrastes, entre otras. Las limitaciones en la realización de actividades cotidianas que enfrentan las personas con dificultades para ver están estrechamente relacionadas con la forma en la que está organizado el entorno construido, ya que un entorno accesible favorece la autonomía personal y la participación en la vida cívica, y es esencial para incorporarse a los servicios de educación y de salud, así como al mercado de trabajo; mientras que uno inaccesible introduce barreras que limitan tanto la participación como la inclusión social de los individuos [8].

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. Número solo superado por quienes tienen limitaciones de movilidad; es decir las limitaciones visuales ocupan el segundo lugar en el país [8].

### 3.1 La discapacidad de la vista en BCS

En Baja California Sur, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, se cuenta con una población de 637,026 personas a lo largo de todo el estado. Las personas con discapacidad para ver, incluso usando lentes, se tiene un registro de 7,639 personas, con un porcentaje del 1.20% del total de su población, la mayor concentración lo ocupa el municipio de la Paz con un total de 3,062 personas, seguido de los cabos con 2,717, en tercer lugar el municipio de Comondú con 919, Mulegé 799 personas y por último el municipio de Loreto con 142 personas [9].

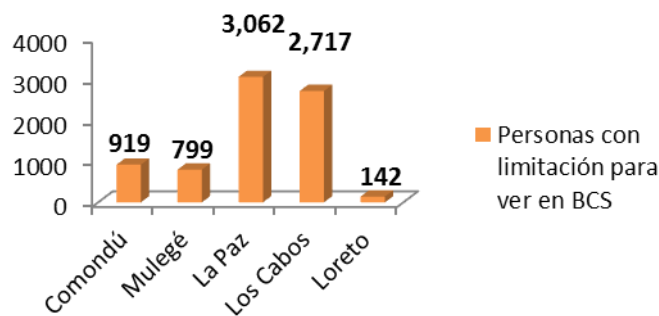


Fig. 4. Población con limitación para ver en BCS

### 3.2 Centro de atención ciudadana a personas ciegas o débiles visuales en la ciudad de la Paz


Sobre los centros de atención y ayuda ciudadana especializados para atender este sector de la población, el estado cuenta con un número muy reducido de centros de ayuda. Además, las condiciones de tecnología e infraestructura y de equipamiento son

prácticamente nulas. Para el caso particular de contar con infraestructura que permita tener acceso a información escrita, el número de impresoras Braille que se encontraron son de una sola impresora en funcionamiento en el Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial, CECATI, No. 39, otra más en el DIF, colonia Calandrio, sin embargo, este último fuera de servicio; ambas impresoras ubicadas dentro de la ciudad de la Paz, lugar donde se llevó a cabo dicho estudio particular.

Se encontró, por otro lado, la asociación civil para personas ciegas y débiles visuales de la ciudad de la Paz, la cual se dedica promover la formación y capacitación de individuos en diferentes labores, tanto artesanales como de apoyo en su educación y desarrollo personal, sin embargo, la asociación no cuenta con impresoras braille que aporte a este tipo de desarrollos. Los agremiados, mencionan en las entrevistas realizadas que para tener acceso a texto impreso, tienen que recurrir al centro CECATI No. 39 (antes mencionado) para satisfacer esta necesidad.

#### **4 Desarrollo de un prototipo de Impresora Braille de bajo costo**

La tecnología promueve un rol importante en la vida de toda persona, más aún, en personas invidentes, el contar con dispositivos que les permitan tener acceso a la información escrita, como un recurso importante para su desempeño, que coadyuven en su educación y desarrollo personal, resulta de gran relevancia. Sin embargo, uno de los principales problemas para la adquisición de impresoras braille, son los costos tan elevados que mantienen estos dispositivos en el mercado, lo que imposibilita el acceso a este tipo de recursos para este sector de la comunidad. Algunos de los precios de una impresora braille de características básicas oscilan entre los \$30,000.00 y \$60,000.00 pesos en México, la tabla 1 muestra las imágenes, nombres y precios de algunos modelos.

	BASIC-D	\$40,300.00
	Everest- DV 4	\$54,600.00

**Tabla. 1.** Impresoras más comerciales en el país.

Con esto en mente, se ha construido un prototipo de impresora de bajo costo la cual pretende aportar grandes beneficios a este sector de la población. Con este prototipo, las personas con discapacidad visual así como débiles visuales, tienen la oportunidad de crear e imprimir sus propios documentos sin la dependencia absoluta de una persona auxiliar, así como, la complejidad de trasladarse de su hogar a un lugar remoto, evitando los conflictos que esto implica, promoviendo con esto, individuos

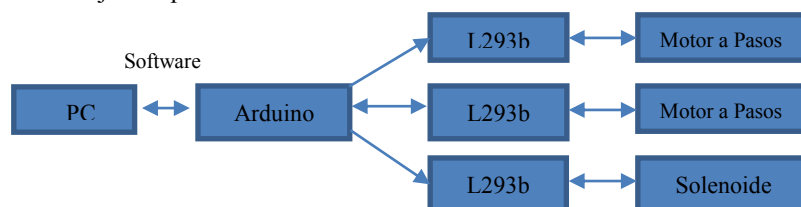
capaces de tener acceso a la información escrita, como un recurso importante para su desempeño, que ayude en su educación y desarrollo personal. Por otro lado, se ha desarrollado el software en Java como un editor de textos, que permite escribir o abrir documentos que se deseen imprimir en braille. Este editor, tiene como característica particular, reproducir el sonido de la palabra que se escribe, de esta forma, la persona invidente que hace uso del editor, puede saber si la palabra escrita es correcta o no.

#### 4.1 La parte electromecánica

La parte electromecánica de la impresora braille está compuesto por dos Motores a pasos bipolares, tres circuitos integrados L293b, una tarjeta de desarrollo arduino Uno, un solenoide de 5V y un rodillo. El circuito está controlado por la tarjeta arduino, tiene la función de comunicación con la computadora para poder enviar las señales necesarias para controlar los motores y un solenoide. Se utilizan circuitos integrados L293b para facilitar el control de los dispositivos electromecánicos y realizar las diferentes impresiones de los caracteres braille.

Uno de los motores a pasos está conectado a un rodillo que permiten desplazar la hoja a través de la impresora, mientras que el segundo motor desplaza el solenoide hacia los lados utilizando una banda, este solenoide tiene la función de percutor que permite hacer el relieve del sistema braille, una vez alimentado el solenoide este baja para generar la presión suficiente para realizar la impresión.

La tarjeta arduino recibe de manera serial un entero del 0 al 2, que permite en respuesta a estos números decidir qué acciones tomar: 0 permite desplazar una posición el solenoide, 1 permite realizar una marca de relieve en la hoja y desplazar una posición al solenoide, 2 permite regresar al solenoide a la posición inicial y desplazar la hoja una posición hacia adelante.



**Fig. 5.** Diseño de componentes electromecánicos de la impresora Braille

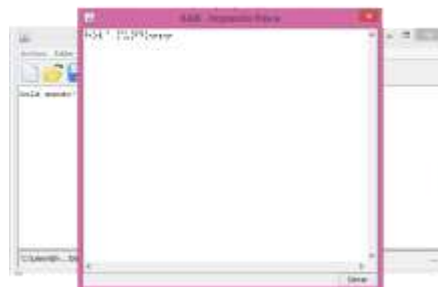
## **4.2 El software**

El software controlador de la impresora se ha desarrollado en el Lenguaje Java, brindando las ventajas del software libre. Se trata básicamente de un Editor de textos, que permite la escritura de documentos nuevos o apertura de documentos ya existentes. Presenta las opciones básicas de un editor de textos, así como la vista previa del documento escrito en braille; opción adicional para personas que puedan auxiliar en esta tarea a una persona invidente. Finalmente el software permite la comunicación con el prototipo de la impresora braille con el fin de realizar el proceso de impresión, y obtener el resultado esperado.

La figura 6 muestra la pantalla principal del editor de texto desarrollado para imprimir documentos en braille.



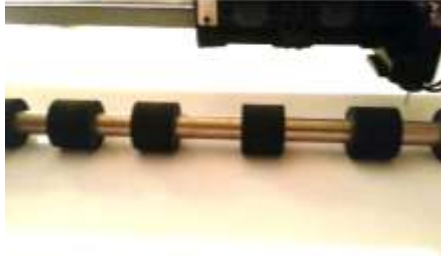
**Fig. 6.** Editor de textos para el desarrollo de documentos e impresión en braille



**Fig. 7.** Vista previa del documento en braille

## **4.3 Prototipo de impresora braille**

La impresora consta de un rodillo que se encarga del desplazamiento de la hoja; en principio, se encarga de ubicarla en posición de inicio, lista para empezar con el proceso de impresión, en secuencia; el rodillo gira para desplazar la hoja por cada renglón que se vaya imprimiendo y por último, éste gira para desplazar la hoja fuera del lugar de impresión para que pueda ser retirada fácilmente de la impresora, lista para su lectura. La figura 8 muestra el rodillo que hace posible el movimiento de la hoja.



**Fig. 8.** Rodillo de la impresora



**Fig. 9.** Solenoide de la impresora

En la figura 9 y 10 se puede apreciar el solenoide de color azul, éste es desplazado por el riel a lo ancho de la hoja para ser activado cuando se requiera realizar una perforación.

Como resultado del proceso de impresión realizado por el prototipo de impresora, se obtiene el texto braille, tal como lo muestra la figura 11.



**Fig. 10.** Riel que desplaza el solenoide



**Fig. 11.** Impresión en braille, realizado por el prototipo de impresora

## **5 Resultados e investigaciones futuras**

Las tecnologías facilitan que las personas con discapacidad adquieran, desarrollen y mejoren sus capacidades cognitivas y las habilidades funcionales, contribuyendo a mejorar su calidad de vida. El prototipo de impresora braille realizado, se ha utilizado por la asociación civil para personas ciegas y débiles visuales de la ciudad de la Paz con gran satisfacción y aceptación por el producto. Cabe mencionar que este grupo de personas participó de forma colaborativa en el proceso de construcción del prototipo, aportando ideas y probando el resultado, hasta llevarlo a un nivel de calidad aceptable.



Como segunda fase para este proyecto; fase definida el objetivo principal de este desarrollo, se pretende llevar el prototipo mencionado a la reproducción comercial de una impresora braille de bajo costo con mejoras físicas aceptables, promoviendo un programa de reproducción a mediana escala, el cual permita satisfacer las necesidades particulares para un importante sector de esta población en el estado de BCS.



**Fig. 12.** Uso del prototipo de impresora braille por asociación civil para personas ciegas y débiles visuales de la ciudad de la Paz

## Referencias

1. Testing a disability question for the census. Canberra, Family and Community Statistics Section, Australian Bureau of Statistics, 2003.
2. Disability, ageing and careers: summary of findings, 2003 (No. 4430.0). Canberra, Australian Bureau of Statistics, 2004 (<http://tinyurl.com/ydr4pbh>, accessed 9 December 2009).
3. Disability supports in Canada, 2001: participation and activity limitation survey. Ottawa, Statistics Canada, 2001 (<http://www.statcan.ca/english/freepub/89-580-XIE/help.htm>, accessed 30 August 2007).
4. Supports and services for adults and children aged 5–14 with disabilities in Canada: an analysis of data on needs and gaps. Ottawa, Canadian Council on Social Development, 2004 (<http://www.socialunion.ca/pwd/title.html>, accessed 30 August 2007).
5. Living with disability in New Zealand: a descriptive analysis of results from the 2001 Household Disability Survey and the 2001 Disability Survey of Residential Facilities. Wellington, New Zealand Ministry of Health, 2004 (<http://www.moh.govt.nz/moh.nsf/238fd5fb4fd051844c256669006aed57/8fd2a69286cd6715cc256f33007aade4?OpenDocument>, accessed 30 August 2007).
6. Kennedy J. Unmet and under met need for activities of daily living and instrumental activities of daily living assistance among adults with disabilities: estimates from the 1994 and 1995 disability follow-back surveys. *Medical Care*, 2001,39:1305-1312. doi:10.1097/00005650-200112000-00006 PMID:11717572

*Elvia Aispuro, Jaime Suárez, Javier Aguilar, Marcelo Ruíz, Aurora Ruíz y Javier Rodríguez*

7. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2011) Informe mundial sobre la discapacidad. Recuperado el 18 de Junio de 2014, de: [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/es/](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/)
8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Las personas con discapacidad en México: una visión al 2010.
9. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Base de datos de la muestra.