

Ecosistema Braille: Innovación sensorial

Bellotti Marcelo; Estigarribia Luis

Universidad de la Marina Mercante, Facultad de Ingeniería

Contacto: mabellotti@udemmm.edu.ar
estigarribia.correo@gmail.com



RESUMEN

Las barreras comunicacionales dificultan a las personas con discapacidad visual un plena participación socio-laboral. El Ecosistema Braille se presenta como un Centro de Entrenamiento Braille valioso para el acceso a la información y la participación de personas con discapacidad visual en la vida académica y laboral. No obstante, la escasez y el alto costo de plataformas digitales específicamente diseñadas, obstaculizan su utilización. Integrar habilidades cognitivas, mediante la conversión de texto a voz, asegura el proceso de enseñanza-aprendizaje y lectoescritura, lo que resulta fundamental en el desarrollo de habilidades de comunicación y comprensión en una sociedad que utiliza el texto como medio principal de registro y transmisión de información. La educación inclusiva, mejora la calidad de vida de las personas con discapacidad visual y asegura la igualdad de acceso a igualdad de oportunidades académicas y laborales.

ABSTRACT

The communication barriers make difficult for people with visual disabilities to have a full socio-work participation. The Braille Ecosystem is a valuable tool for people with visual disabilities to access to information and to participate in the academic and work life. However, shortage and high cost of digital platforms specifically designed, gets their use difficult. Integrating cognitive skills through the conversation of text into speech, ensures the teaching-learning and reading-writing process, which is essential to develop communication and comprehension skills in a society which uses text as the main means for recording and transmitting information. Inclusive education improves the quality of life for people with visual disabilities and ensures the equal access to equal academic and work opportunities.

Palabras clave: Ecosistema braille, Centro de entrenamiento Braille, barreras comunicacionales, inclusión.

INTRODUCCIÓN

Los cambios producidos en los sistemas educativos vienen hace tiempo demandando transformaciones en los métodos y los contenidos de la formación. La CONEAU, en 2021, presentó los estándares de segunda generación para las carreras de Ingeniería con base en las propuestas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, CONFEDI. La acreditación por competencias hace referencia a las aptitudes, destrezas y capacidades que tiene que adquirir el estudiante para desempeñarse en su profesión. Se incorporan competencias sociales: el saber ser, el conocer y saber hacer.

La constante evolución e integración de desarrollos tecnológicos e informáticos está permitiendo la implementación de nuevas prácticas en la forma de realizar la construcción del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esa integración se impone, a medida que se hacen más complejos los métodos y más especializado el conocimiento, para una futura inserción laboral. Se incorporan aspectos como la ética, la moral, el saber trabajar en equipo, el saber comunicarse con efectividad, actuar con espíritu de equipo y con espíritu emprendedor. Las competencias específicas se refieren a las competencias que hacen a cada carrera y además se definen actividades reservadas para cada especialidad.

Los estándares de segunda generación atraviesan transversalmente todo el espectro de las actividades de las Instituciones de Educación Superior y apuntan a apreciar la capacidad de incidir en la comunidad y responder a variadas y diferentes demandas, promoviendo cambios acordes con las necesidades del entorno. Para ello se necesita de una gestión universitaria eficiente que compatibilice los criterios académicos y la inversión producida y que pueda dar continuidad a los avances generados en la primera generación de estándares, para lograr que la evaluación y la acreditación sean una oportunidad para transitar por un círculo virtuoso de calidad.

Los cambios que ha experimentado la Educación Superior desafían a pensar nuevas estrategias que permitan un avance hacia nuevos umbrales de calidad garantizando que todos puedan tener acceso en igualdad de oportunidades a la educación y al mercado laboral formal.

El sistema de lenguaje Braille es el principal medio de comunicación para una persona con discapacidad visual. Los caracteres Braille consisten en celdas de seis puntos, en una matriz de 3 filas y 2 columnas (Figura 1). Cada punto tiene un relieve, una protuberancia, palpable con las yemas de los dedos. Se puede formar 64 combinaciones

básicas que incluyen letras y símbolos. Respetando diferentes reglas, y combinando más de un carácter, se pueden representar números y caracteres especiales [1].

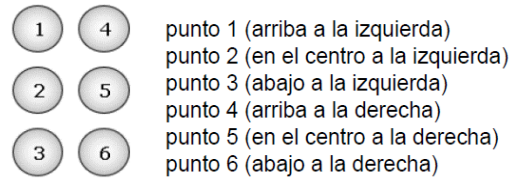


Figura 1 Celda Braille.

El sistema Braille permite que los niños y adultos con discapacidad visual puedan leer y escribir con sus manos. Los métodos de aprendizaje tradicionales implican un proceso complejo y los costos de los recursos didácticos son altos, en algunos casos prohibitivos para personas con discapacidad.

1. QUÈ ES Y CÒMO FUNCIONA, EL CENTRO DE ENTRENAMIENTO BRAILLE

El Ecosistema Braille propuesto se presenta como un centro de entrenamiento Braille propicia un acompañamiento en esa curva de aprendizaje, apoyándose en el uso de tecnología y acercando al usuario en el empleo de dispositivos y sistemas digitales.

Consta de una serie de equipos comunicados, donde cada uno tiene una función específica y busca estimular o desarrollar el aprendizaje de lecto-escritura Braille. Los equipos con los que cuenta son: impresora Braille, teclado Braille y software de validación e interacción sonora (Figura 2).

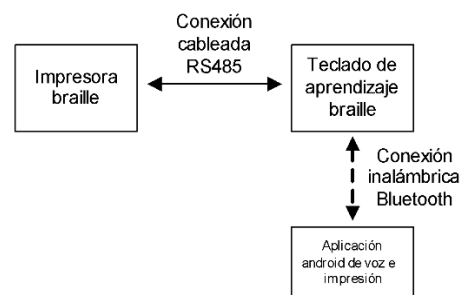


Figura 2 Equipos y comunicación del sistema de entrenamiento Braille.

2. TECLADO BRAILLE

El teclado Braille utiliza el formato de la máquina Perkins (Figura 3). Está compuesto por nueve teclas, de las cuales 6 corresponden a los puntos que forman un carácter, una tecla para borrar (BKSP), una tecla para salto de línea (ENTER), la tecla espa-

ciadora (SP) y una tecla para imprimir (PRINT). Este teclado innova al permitir la conexión inalámbrica vía bluetooth a un teléfono inteligente que mediante una aplicación instalada convierte el texto a voz, pudiendo el usuario de esta manera comprobar que el carácter enviado es correcto. El principio de funcionamiento es similar a este equipo basado en nuevas tecnologías y permitirá el entrenamiento desde edad temprana de las personas que necesitan acceder al sistema braille, irremplazable para las personas con discapacidad visual.



Figura 3 Máquina Perkins.

Mediante el pulsado de las 6 teclas que forman el carácter Braille entrena el músculo necesario para ir aprendiendo el sistema desde la generación a la práctica. De acuerdo a la combinación que oprima el usuario representará diferentes caracteres. Esta práctica estimula el conocimiento espacial de las posiciones de los puntos, capacidad que se hace más compleja en las personas con ceguera [2]. El teclado, se comunica de manera inalámbrica por tecnología bluetooth al teléfono inteligente, el usuario realiza el ingreso de datos desde el teclado y el resultado se obtiene mediante una devolución sonora, correspondiente al carácter que se conformó.

Mediante el pulsado de las 6 teclas que forman el carácter Braille entrena el músculo necesario para ir aprendiendo el sistema desde la generación a la práctica. De acuerdo a la combinación que oprima el usuario representará diferentes caracteres. Esta práctica estimula el conocimiento espacial de las posiciones de los puntos, capacidad que se hace más compleja en las personas con ceguera [2]. El teclado, se comunica de manera inalámbrica por tecnología bluetooth al teléfono inteligente, el usuario realiza el ingreso de datos desde el teclado y el resultado se obtiene mediante una devolución sonora, correspondiente al carácter que se conformó.

2.1 Operación del teclado Braille.

Las teclas del 1 al 6, que pueden pulsarse de forma individual o conjunta, corresponden a los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del signo generador en braille (Figura 4). La tecla espaciadora (space) permite introducir el espacio al final de cada palabra.

Cuenta con una tecla de retroceso (←) con la que se puede regresar a una posición inmediatamente anterior. Una tecla de cambio de línea (→) que se debe pulsar si se quiere cambiar de línea al finalizar un renglón (Figura 5).

Para escribir se han de presionar todas las teclas que componen el símbolo que se quiere expresar. Esta presión debe ser simultánea. Una vez que las teclas dejan de ser presionadas, el carácter es enviado al celular que, a través de la aplicación traduce ese carácter a voz y con la aplicación texto a voz (Text To Speech – TTS) imprime el carácter en pantalla.

El usuario puede optar desde la aplicación que el carácter o el texto completo ingresado sea impreso en la impresora braille. En tal caso, y si la impresora se encuentra conectada, el teclado envía la información hacia la impresora.

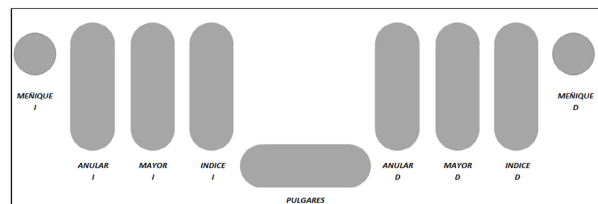


Figura 4 Posición de las manos en el teclado Braille.

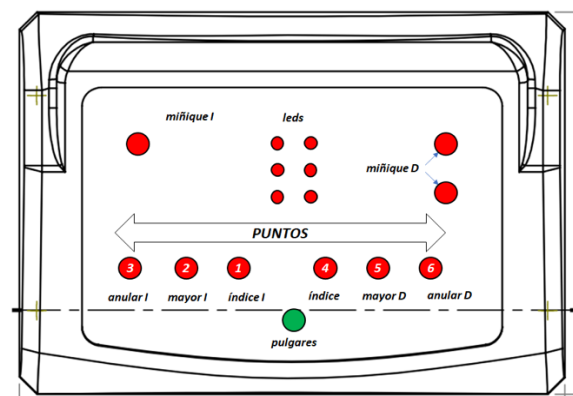


Figura 5 Disposición de botones en el teclado Braille.

2.2 Sistema electrónico.

El teclado Braille está desarrollado en un microcontrolador ESP32 [3] en modo SOC (System On Chip), de fácil adquisición en el mercado local, bajo costo, programable en varios lenguajes (C++/Python) y con amplia difusión y bajo costo en Argentina. Este MCU tiene gran velocidad de procesa-

miento y conexión inalámbrica vía Bluetooth (BT), Bluetooth Low Energy (BLE) y Wi-Fi (Figura 17).

El carácter se forma presionando simultáneamente los pulsadores que conforman el carácter, en el caso de la figura 6, se conforma la letra "o", como se puede observar la letra "o" se forma presionando los pulsadores 1 + 3 + 5 y mediante la App la letra "o" se podrá escuchar para que el usuario pueda verificar que la misma es el carácter correcto.

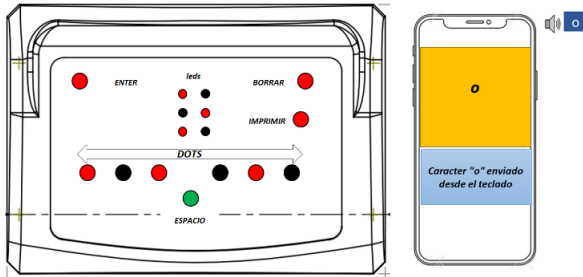


Figura 6 Carácter enviado a la App.

Los caracteres se podrán seguir conformando para formar un párrafo o frase la que podrá ser escuchada mediante la aplicación presionando el pulsador ENTER, como puede verse en la figura 7.

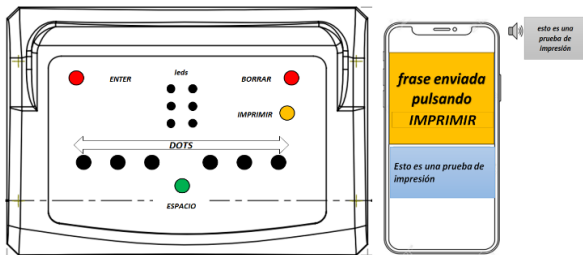


Figura 7 Frase enviada a la App

Al mismo tiempo que la frase completa se escucha se visualiza en la pantalla del celular en el que está instalada la aplicación.

El teclado también posee una tecla de retroceso que permite borrar el último carácter ingresado. La frase se borra de la memoria del teclado mediante la presión simultánea de las teclas ENTER y RETROCESO.

3. IMPRESORA BRAILLE

La mayoría de las impresoras braille del mercado funcionan por percusión produciendo un alto nivel sonoro, del orden de 80 dB [4]. Este diseño funciona por estampado y presión, con muy bajo ruido y siendo más cómodo su operación para el usuario no vidente, típicamente con mayor sensibilidad auditiva. El formato de cada carácter es fijo, no

puede cambiarse el tamaño, facilitando la lectura del usuario. Las dimensiones de las celdas braille respetan las recomendaciones de la *Organización Nacional de Ciegos Españoles -ONCE-*. (Figura 7).

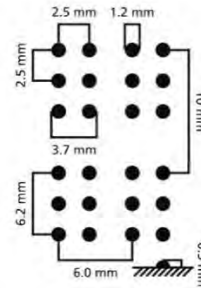


Figura 7 Dimensiones de la matriz Braille.

El usuario coloca el papel en el receptáculo y la impresora a través de un rodillo de goma arrastra el papel por debajo del cabezal de impresión. El cabezal tiene un movimiento perpendicular al papel, y está conformado por tres punzones que estampan de acuerdo al carácter Braille enviado. Los tres punzones consisten en cilindros metálicos (Figura 7) que realizan un movimiento de traslación y estampan en el papel, dejando la impronta y la protuberancia palpable para el lector braille en el dorso de la hoja. Los tres punzones forman medio carácter Braille, de manera que la impresora realiza dos movimientos para completar un carácter completo.

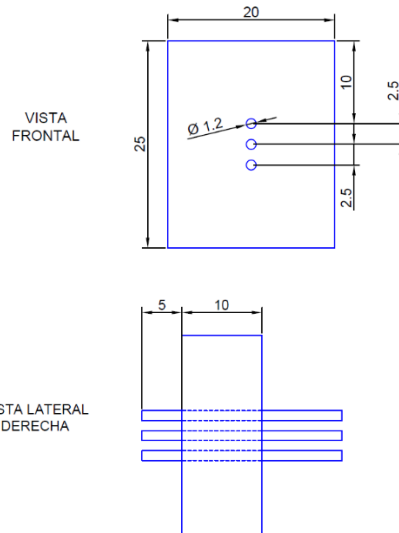


Figura 8 Dimensiones de los punzones.

3.1 Cabezal de impresión.

El cabezal de impresión está compuesto por tres servomotores en posiciones fijas, respecto del cabezal. Los tres servomotores cuentan con un sistema de transmisión a través de un volante y ejes

de rotación libre, modo en el que realiza el movimiento de los punzones en la matricería.

Los servomotores empleados son de corriente continua, modelo MG996R. Su control de posición es a través de una señal digital modulada por ancho de pulso (PWM) con una frecuencia de 50 Hz (Figura 9). El rango de rotación es de 120 grados y con un volante de 15 mm de diámetro, es suficiente para poder realizar un recorrido de más de 10 milímetros de movimiento de altura en los punzones. Con este recorrido la impresora realiza ajustes de cero y la profundidad configurada en cada estampado (Figura 10).



Figura 9 Servomotor utilizado en el cabezal de la impresora Braille.

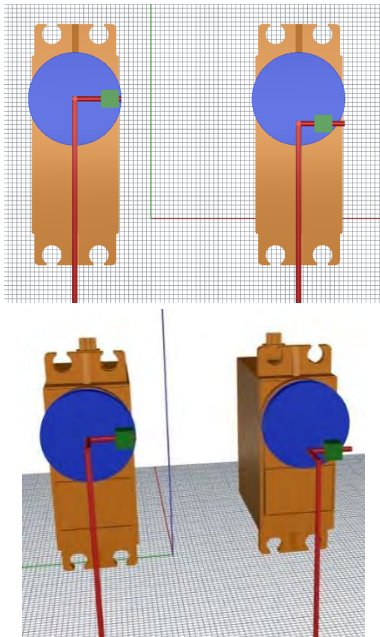


Figura 10 Rotación del servomotor y transmisión longitudinal.

Los punzones están contruidos con varillas de acero templado, utilizado en aeromodelismo, y cuentan con la rigidez suficiente para no flexionarse y ejercer la presión suficiente en el papel para lograr el estampado. La sujeción de la varilla con el volante de cada servomotor es a través de una pieza metálica que permite la traslación de la varilla y la rotación de su centro respecto del volante, esto permite que al rotar el eje del servo la pieza metá-

lica se traslade y empuje la varilla del acero, transformando el movimiento angular en longitudinal.

El cabezal cuenta con piezas plásticas que unen los tres servomotores de manera fija. En el extremo de las varillas se encuentra la matriz metálica que las conduce, logrando un movimiento perpendicular y constante. De esta manera se obtiene un estampado uniforme. (Figura 11 y Figura 12).

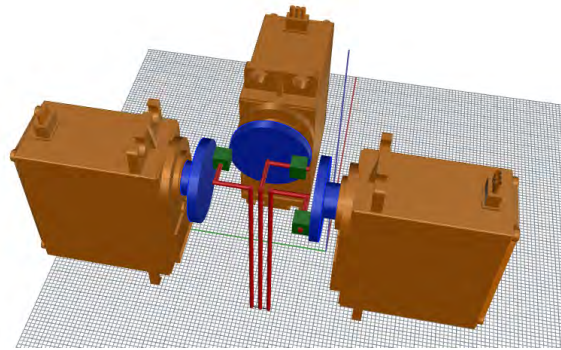


Figura 11 Posición de los servomotores y transmisión de movimiento a los punzones.

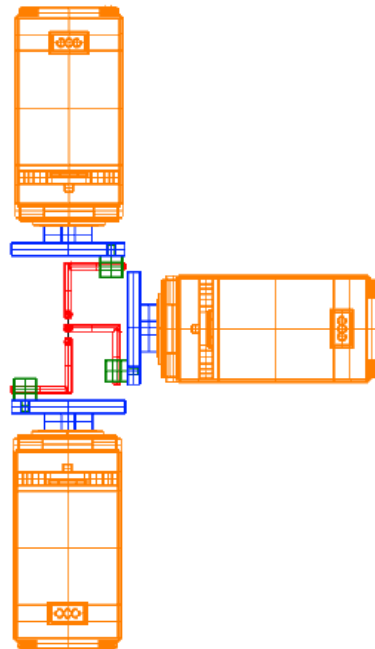


Figura 12 Posición de los servomotores. Vista superior.

CONCLUSIONES

En el último censo nacional de 2022, el foco de consulta sobre discapacidad no fue inclusivo, indagó sobre las personas con discapacidad como personas con “dificultad” o “limitación”, términos que, lejos de generar conciencia y coadyuvar a la implementación de políticas públicas, desde la

misma terminología, sesgan sobre las capacidades y posibilidades diferenciales de cada individuo y su contexto.

Una sólida gestión de la educación inclusiva fomenta tanto la integración académica como la laboral de las personas con discapacidad.

Las Universidades deben asumir el compromiso de innovar en procesos que faciliten la integración académica y laboral.

El Ecosistema Braille permite a las personas con discapacidad visual acceder a la información escrita y participar en actividades educativas y laborales, recurriendo a recursos y tecnologías que le permiten interactuar con el mundo que les rodea al poder acceder a la información y comunicarse de manera efectiva en un mundo predominantemente visual.

El impacto social del Centro de Entrenamiento Braille es de una relevancia innegable. Su enfoque se centra no sólo en ser una creación económica, versátil, robusta y escalable, sino también en facilitar un acceso más efectivo y beneficioso para las personas con discapacidad visual a diversas tecnologías electrónicas y de software.

La concepción y fabricación del Ecosistema Braille presentó desafíos significativos, tanto en términos técnicos como de gestión. Al tratarse de un proyecto multidisciplinario, fue imperativo tener en cuenta de manera constante los costos y la facilidad de construcción. A pesar de estas dificultades, se logró con éxito el objetivo de vincular un proyecto de contenido tecnológico con una aplicación social que lo demanda.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este estudio desean expresar su gratitud hacia la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Marina Mercante, por fomentar y potenciar el desarrollo de sistemas inclusivos, además de ser una institución comprometida con la innovación, la equidad y la responsabilidad social.

REFERENCIAS

- [1] García Soria, F. & Ruiz Prieto, L. (2023). *Signografía básica de las lenguas cooficiales españolas*. Documento técnico B 2, Versión 3. Organización Nacional de Ciegos Españoles, ONCE, Madrid, España. Recuperado de <https://www.once.es/>
- [2] Martínez-Liévana, I. & Polo Chacón, D., (2004). *Guía didáctica para la lectoescritura braille*. Organización Nacional de Ciegos Españoles, ONCE, Madrid, España. Recuperado de <https://www.once.es/>
- [3] Espressif Systems, (2023). ESP32 Series Datasheet. Espressif Systems. Recuperado de www.espressif.com/en/products/socs/esp32
- [4] Manual Users: Everest-D V5. Hantverkstvågen Gammelstad. Sweden. Recuperado de www.indexbraille.com.
- [5] *Interactuando con Braille. Orientaciones Generales para la Enseñanza del Sistema de Lectoescritura Braille*, (2020). Bogotá D.C., Colombia, INCI, Imprenta Nacional para Ciegos.