

AC55 COMO NUEVA HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE BRAILLE EN CAMPECHE

¹Eduardo Emmanuel Arenas Interian/7251@itescam.edu.mx

²Ana Cristina Alpuche Uc/ 210315@mail.unacar.mx

³Kristopher Robin Cruz Silvan/ al066126@uacam.mx

⁴Dr. José Luis Lira Turriza/ jlira@itescam.edu.mx

⁴Dra. Yaqueline Pech Huh/ ypech@itescam.edu.mx

⁴Dr. José Manuel Lira Turriza/ jmlira@itescam.edu.mx

RESUMEN

La presente investigación se basa en las dificultades tecnológicas presentadas en el ámbito académico por alumnos y docentes de educación especial encargados de enseñar y aprender el sistema Braille. La finalidad de este documento es presentar los resultados del diseño y construcción del teclado “AC55” una nueva herramienta de uso didáctico enfocada en mejorar la experiencia del usuario en la enseñanza y/o aprendizaje del sistema braille. La metodología utilizada se fundamenta en el modelo de prototipos adecuando operaciones de experimentación, diseño y construcción de este, fue pensado en la distribución adecuada de las teclas para que ocupen menos espacio. Con las pruebas realizadas se determinó que el hardware y software que están en fase beta cumplen con el 97% de fiabilidad del sistema, se verificó cada parte del circuito, así como los botones demostrando que su empleabilidad como herramienta de aprendizaje es fiable en su totalidad.

PALABRAS CLAVE

Enseñanza
Tecnología
inclusiva
Braille

ABSTRACT

The present research is based on the technological difficulties encountered in the academic field by students and special education teachers responsible for teaching and learning the Braille system. The purpose of this document is to present the results of the design and construction of the “AC55” keyboard, a new didactic tool focused on enhancing the user’s experience in teaching and/or learning the Braille system. The methodology used is grounded in experimentation, design, and construction, with careful consideration given to the optimal key distribution to minimize space usage. Through the conducted tests, it was determined that the hardware and software, currently in the beta phase, meet the system’s reliability requirements at 97%. Each component of the circuit was verified, along with the buttons, demonstrating that its usability as a learning tool is entirely dependable.

KEYWORDS

Teaching
Inclusive
technology
Braille

¹ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Estudiante.

² Universidad Autónoma del Carmen / Estudiante.

³ Universidad Autónoma de Campeche/ Estudiante.

⁴ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Docente.



I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, se han desarrollado diversas invenciones con el propósito de facilitar la lectura y escritura para personas con discapacidad visual. Estas invenciones incluyen letras de madera, letras en relieve, regletas y pautas, nudos de distinto grosor en una cuerda y otros métodos. Sin embargo, estas soluciones tienen limitaciones debido a sus deficiencias intrínsecas. La ceguera se convertía en un obstáculo que dificultaba el acceso a la comunicación escrita. Para superar esta barrera, el sistema Braille se volvió fundamental para las personas con discapacidad visual (INTEF, 2018).

La enseñanza del Braille desempeña un papel crucial en garantizar que las personas con discapacidad visual adquieran las habilidades necesarias para su desarrollo personal y académico. Sin embargo, la enseñanza del Braille presenta desafíos significativos. Es necesario adoptar un enfoque pedagógico especializado que considere las necesidades específicas de los estudiantes con discapacidad visual y los contextos educativos en los que se imparte. Desafortunadamente, la escasez de profesionales capacitados en la enseñanza del Braille y la falta de recursos adecuados han dificultado su difusión y acceso a nivel mundial.

Con el avance de la tecnología a lo largo del tiempo, se ha proyectado continuar con investigaciones y desarrollo de dispositivos que puedan mejorar la enseñanza del Braille. Estos dispositivos ofrecen la posibilidad de incorporar tecnología innovadora y efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Braille en el estado de Campeche y otras regiones con necesidades educativas similares. Por lo tanto, es de vital importancia mejorar las diferentes formas de implementar el teclado del dispositivo en un equipo de cómputo para lograr una integración más fluida y sencilla. Esto busca optimizar su funcionalidad y adaptarlo aún más a las necesidades específicas de estudiantes y docentes. Se espera que, a partir de los resultados de la investigación, se pueda perfeccionar el dispositivo y garantizar su efectividad en un contexto educativo, lo que contribuirá al avance de la educación inclusiva en el ámbito del lenguaje Braille.

En el estado de Campeche hasta el 2020, se estimó que hay aproximadamente 8,525 personas con discapacidad visual, de las cuales el 56.5% son mujeres y el 43.5% son hombres (México, 2022), lamentablemente solo un reducido número de personas recibe educación en el sistema Braille. La falta de herramientas y recursos de enseñanza del sistema Braille en el estado representa un desafío significativo para los estudiantes de las licenciaturas de las escuelas normales en

educación especial, quienes enfrentan dificultades al estudiar el sistema Braille.

Después de revisar diversas fuentes de información, se encontró que en el ámbito del diseño e implementación de dispositivos interactivos que aplican el sistema Braille para la enseñanza a personas con discapacidad visual, se emplean múltiples métodos para lograr este objetivo. Estos trabajos han abarcado desde el uso de computadoras personales, como el sistema E Braille, hasta dispositivos programables. (Ortega Pérez, 2017) Dichos dispositivos, diseñados actualmente, constan de pulsadores que simulan los puntos utilizados en el sistema Braille. Además, incluyen microcontroladores como los PICs o Arduino, así como microprocesadores como las Raspberry Pi. (Pallo Noroña, 2016) También se incorporan módulos de audio en formatos MP3 o WAV, junto con sistemas de almacenamiento de memoria (Aucay Pauta, 2016). Además, algunos dispositivos pueden contar con módulos periféricos de comunicación, como Bluetooth, comunicación serial o Ethernet (Cétares Salas, 2005).

El hardware y el software utilizados son parte fundamental para la implementación de estas nuevas herramientas. Esto influye al analizar las diferentes soluciones a la problemática planteada, así como los dispositivos comerciales que ya se encuentran en el mercado tienen un grupo focal y una necesidad por cumplir. Esta es la clave para el planteamiento del dispositivo “AC55”, que permite que alumnos, docentes y personas con algún impedimento visual tengan una herramienta tecnológica para el aprendizaje del sistema Braille.

II. METODOLOGÍA

La investigación de este proyecto se encuentra en una fase experimental en la que se estudia el sistema de enseñanza Braille en el sur de México y se busca aplicarlo en la docencia de las escuelas normales de educación especial. El objetivo principal de este proyecto es diseñar y construir un teclado que facilite la enseñanza del sistema Braille en las escuelas de educación especial en el estado de Campeche, México. La formación de las letras se ha programado a través de los botones de este teclado, que, al ser pulsados simultáneamente, dependiendo del orden, mostrarán la letra correspondiente según la nomenclatura del abecedario Braille universal. Se identificaron las necesidades de aprendizaje y enseñanza de los docentes, alumnos y personas con dificultades visuales o visibilidad nula, lo que permitió obtener un conocimiento adecuado de la problemática que enfrentaban.

Este dispositivo está diseñado para atender las necesidades del grupo de docentes, estudiantes de la licenciatura en educación especial, así como personas con problemas en la visión.

El desarrollo del proyecto se basó en la metodología del modelo de prototipos, determinando los pasos que, en conjunto, cumplirían con el objetivo establecido. Cada etapa tiene una función específica dentro del esquema global y también sirve de apoyo para la siguiente etapa, lo que permite la implementación de un sistema funcional. Estos procedimientos se pueden referenciar como se muestra en la Figura (1).

- A. Análisis enseñanza del sistema Braille.
- B. Diseño electrónico AC55.
- C. Programación del hardware.
- D. Pruebas y resultados.

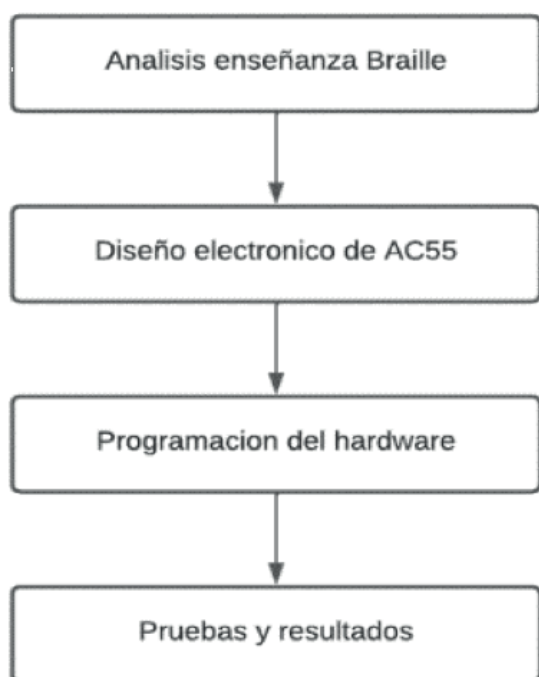


Figura 1.
Diagrama de procedimientos

Análisis de enseñanza Braille.

El Braille es una representación táctil de símbolos alfabéticos y numéricos que utiliza seis puntos para representar cada letra, número e incluso símbolos musicales, matemáticos y científicos, según la definición de las Naciones Unidas (Unidas, 2023)

En la actualidad, existen varios métodos de enseñanza del lenguaje Braille, y entre los más comunes se encuentran los siguientes: el método Almazara, el método lectura Tomillo, Punt a Punt y Braitico (Malaga, 2021). Cada uno de estos métodos es diferente, pero todos se centran en desarrollar las habilidades de lectura y escritura en Braille.

El método utilizado en AC55 es el Bliseo, que está dise-

ñado para el aprendizaje del sistema Braille en adultos alfabetizados. Este método comienza profundizando en el conocimiento del signo generador y luego introduce las letras de la primera serie (de la “a” a la “j”). Luego continúa con la siguiente serie, agregando el punto 3 (que abarca de la “k” a la “t”, excepto la “ñ”), y finalmente, se enseñan las 6 últimas letras, incorporando el punto 6 (ITE, 2020), como se puede apreciar en la Figura (2), en donde observa el abecedario Braille utilizado en México. (Gobierno de México, 2018)

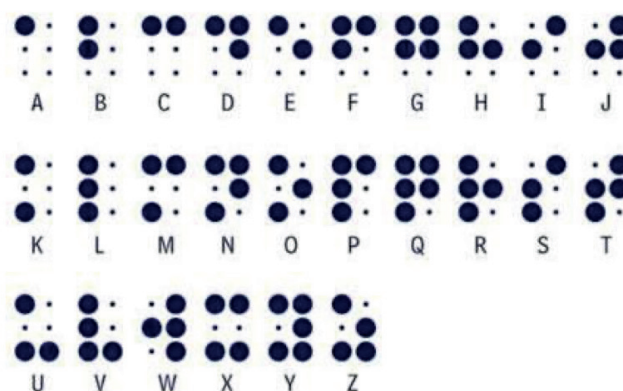


Figura 2.
Gobierno de México, 2018

Diseño electrónico y programación de AC55

El sistema electrónico se orienta a alumnos y docentes de educación especial, sin necesidad de tener conocimiento previo de los signos puntuales de letras y números en el sistema braille. La disposición del teclado está enfocada en una nomenclatura de 6 puntos. La matriz de las teclas que generan el sistema braille en una posición inicial sin relieve, el diseño dispone de 6 botones con sus resistencias 110KΩ.

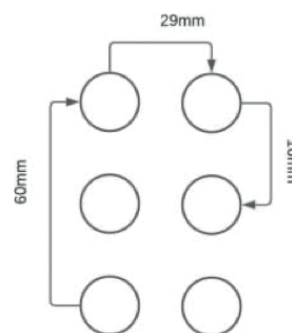


Figura 3.
Dimensiones normalizadas de la separación de las teclas.
NOTA: Elaboración propia.

En la Figura (3) podemos observar las dimensiones establecidas que utilizaron en el prototipo. Para las siguientes versiones se pretende modificar la forma del dispositivo implementando técnicas de ergonomía que mejoren la sensación del usuario. Para la elaboración de las teclas se consideró utilizar botones con cobertura plástica siendo este el más adecuado, en la Figura (4) se puede observar la disposición final de las teclas ensambladas en el dispositivo.

Figura 4.

Teclas en el teclado
AC55 en formato Braille



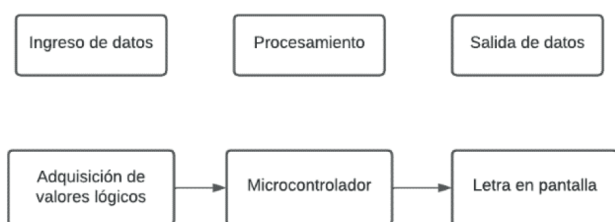
NOTA: Elaboración propia

A. Diseño Eléctrico-Electrónico

El sistema electrónico está compuesto por un conjunto de seis botones, cada uno de ellos con sus respectivas resistencias equivalentes, conectados en paralelo. Este sistema obtiene los datos mediante pulsaciones simultáneas, las cuales envían una señal a una placa Arduino Uno. Dicha placa reconoce las pulsaciones y emite una letra en función de estas. En la Figura (5) podemos observar el diagrama de bloques de las operaciones de procesamiento de los datos a través del dispositivo Arduino.

Figura 5.

Diagrama de bloques del sistema

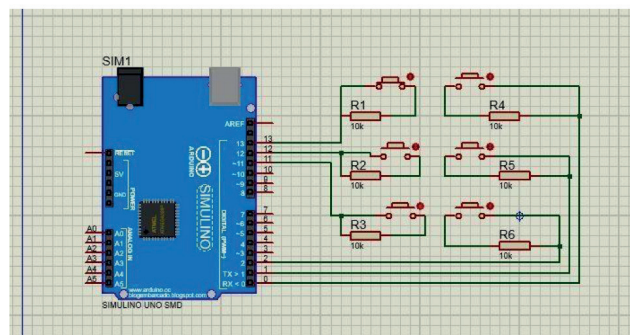


NOTA: Elaboración propia

En la Figura (6) se aprecia el diagrama esquemático de bloques que representa la implementación de los botones en el Arduino, los valores lógicos ingresan al microprocesador y son interpretados mediante programación, de esta manera se obtienen las diversas funciones del sistema.

Figura 6.

Representación del circuito model AC55

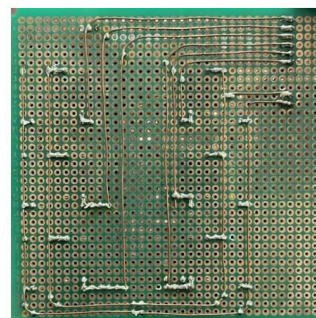


NOTA: Elaboración propia

Para la construcción del componente de hardware, se utilizó una placa perforada de dimensiones 10x10 cm. En esta placa, se llevó a cabo la soldadura de todos los componentes mencionados previamente. Como se observa en la Figura (7).

Figura 7.

Soldadura del modelo AC55



NOTA: Elaboración propia

B. Programación del dispositivo

El sistema ha sido configurado con los componentes principales, que incluyen Arduino Uno y seis pulsadores. La transmisión de datos se lleva a cabo mediante una aplicación ejecutada en la consola de la computadora.

Las funcionalidades de este dispositivo han sido programadas utilizando software de código abierto a través del entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino. El software

se basa en la lectura lógica de los pines del microcontrolador, los cuales están configurados en modo Pull-Down. Esto implica que proporcionan un valor lógico de 0 cuando no se detecta actividad y un valor de 1 cuando hay presencia de voltaje en la entrada. Para realizar las comparaciones y reconocer el símbolo correspondiente a un carácter, se envía la información al Arduino a través de las teclas de función mencionadas previamente en la implementación del hardware. El microcontrolador procesa lógicamente las señales provenientes de los sensores activados en el teclado, determinando qué botón se encuentra en estado activo para realizar la impresión de la tecla por pantalla. La tabla (1) muestra el proceso de lectura y escritura de los datos recibidos por las pulsaciones que enviarán la letra correspondiente. El sistema de escritura opera mediante el análisis de los valores lógicos activados mediante las pulsaciones de los push button, y examina todas las distintas combinaciones previamente establecidas. En caso de encontrar una coincidencia con una combinación, imprime la letra asociada a esa combinación. Este proceso se repite sucesivamente con todas las combinaciones definidas por el usuario que esté utilizando el sistema hasta su finalización de uso.

Tabla 1.
Extracto de códigos para la generación de caracteres Braille

Entrada	Salida
	A
	B
	C
	D
	E

NOTA: Elaboración propia

III. RESULTADOS O AVANCES

Fue fundamental llevar a cabo una revisión exhaustiva de su funcionalidad técnica mediante pruebas a nivel de hardware y software.

Con relación al hardware, se verificó que la placa perforada, representada en la Figura 7, proporcionara correctamente los valores lógicos correspondientes ante la pulsación o no de los botones. Al medir las salidas, se obtuvo un voltaje de 0V y para los valores lógicos cero y los 5 volts para los valores lógicos uno.

En cuanto a las pruebas de software, fue de gran importancia asegurarse de que todas las teclas funcionaran de manera óptima, alcanzando un rendimiento del 97%. Cualquier falla mínima en la validación de los botones podría resultar en la interrupción completa del funcionamiento del dispositivo, dado que los valores lógicos de las pulsaciones se verían alterados, lo que a su vez afectaría la correcta ejecución de todas las validaciones.

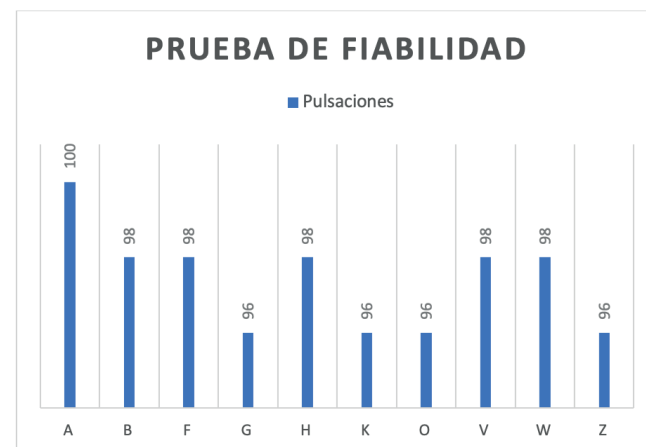
Se realizó un estudio piloto con una muestra de 15 participantes que ya habían tenido experiencia previa con el uso del dispositivo. A través de esta prueba preliminar, se confirmó un funcionamiento óptimo tanto del hardware como del software. La prueba consistió en que cada usuario presionara cada botón 20 veces con el propósito de evaluar la confiabilidad del sistema. Como resultado, se logró un reconocimiento total de los signos sin errores, y se observó una ligera latencia de tan solo 50 ms.

Por lo tanto, se comprobó que el dispositivo es efectivo. Estos resultados prometedores sugieren que el sistema tiene un alto grado de precisión y confiabilidad en el reconocimiento de los signos.

Otro requerimiento importante del software es que ninguna función interrumpa el trabajo de otra por más de que esta haya sido activada, para esto se ha utilizado un recurso de validaciones de todas las combinaciones posibles que existen en el alfabeto Braille, que impide que esto suceda. Se escogieron de manera arbitraria 10 letras diferentes y se alternaron las pulsaciones, este experimento se repite por 50 veces, existiendo mínimos errores al verificar los resultados de validación y escritura.

Esto obteniendo un 97% de fiabilidad en ambas pruebas teniendo como resultado el funcionamiento correcto del dispositivo en todas las letras seleccionadas del abecedario Braille como se muestra en la gráfica de la Figura (8).

Figura 7.
Soldadura del modelo AC55



NOTA: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

El desarrollo del presente proyecto proporciona una nueva herramienta valiosa para el aprendizaje y enseñanza del lenguaje Braille, dirigida tanto a alumnos como a docentes de la licenciatura en educación especial, así como a cualquier persona con discapacidad visual. Este dispositivo innova el proceso de enseñanza existente al integrarlo en un entorno actual, facilitando su integración en las actividades realizadas en la computadora.

Conforme a los resultados de las pruebas observamos que el dispositivo funciona correctamente, permitiendo el reconocimiento completo de los patrones del alfabeto Braille. Se están considerando numerosas mejoras posibles para enriquecer el proceso de enseñanza en educación especial y para la formación de nuevos docentes del área, según lo expresado por estudiantes y docentes de la Escuela Normal de Educación Especial Calkiní.

El diagrama de flujo y procesos proporciona una visión general de la estructura del sistema electrónico, permitiendo una integración óptima del hardware y el software. Por lo tanto, el dispositivo final es satisfactorio para la implementación del método Bliseo en la enseñanza del sistema Braille.

El porcentaje medio calculado de confiabilidad para cada botón es del 98%. Sin embargo, el porcentaje de confiabilidad tanto en el reconocimiento de caracteres como en todas las funciones es del 100%, ya que la interpretación es correcta en cada prueba realizada. Esto permite concluir que el dispositivo es altamente confiable y puede ser utilizado como una herramienta pedagógica en el área correspondiente.

Trabajos a futuro

Se tiene previsto continuar con las investigaciones y el desarrollo del dispositivo con el propósito de concebir nuevas versiones con mejor ergonomía y nuevas funcionalidades. Para ello, se proyecta implementar la herramienta en distintas escuelas normales del estado de Campeche, con el fin de examinar su eficacia y determinar cómo incide en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, como parte de la investigación y desarrollo continuo, se tiene pensado mejorar las diferentes formas de implementar el teclado en un equipo de cómputo sin la necesidad de estar conectado mediante el cable serial del Arduino. Se explorarán opciones para garantizar una integración más fluida y sencilla, considerando distintas interfaces y sistemas operativos, de modo que el dispositivo sea compatible con una amplia gama de dispositivos informáticos, como computadoras personales, tabletas y teléfonos inteligentes.

Este enfoque permitirá una evaluación más amplia de la funcionalidad del dispositivo en un contexto educativo, donde se podrán analizar sus efectos y beneficios potencia-

les. Asimismo, se buscará recopilar datos relevantes y generar información cuantitativa y cualitativa que respalde el impacto del dispositivo en el ámbito pedagógico.

Con base en los resultados de esta investigación, se buscará optimizar el dispositivo y adecuarlo a las necesidades específicas de los estudiantes y docentes. En última instancia, se aspira a contribuir al avance de la educación mediante la incorporación de tecnología innovadora y efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Braille en el estado de Campeche y, eventualmente, en otras regiones con similares requerimientos educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aucay Pauta, J. A. (2016). Prototipo electrónico de enseñanza del Sistema Braille. Prototipo electrónico de enseñanza del Sistema Braille. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cétares Salas, A. R. (2005). Sistema de enseñanza del código braille para niños con limitaciones visuales. Bogotá, Colombia: Tesis.
- Gobierno de México. (2018). Día mundial del Braille. Obtenido de Día mundial del Braille: <https://www.gob.mx/conadis/articulos/dia-mundial-del-braille-89348?idiom=es>
- INTEF. (2018). Educación Inclusiva. Personas con discapacidad visual. Obtenido de Módulo 5: http://www.riate.org/version/v1/materiales_en_prueba/e_inclusiva_discapacidad/unidad_5/mo5_introduccion.htm
- ITE. (2020). Riate. Obtenido de Riate: http://www.riate.org/version/v1/materiales_en_prueba/e_inclusiva_discapacidad/unidad_5/m5_metodo_ensenanza.htm
- Malaga, E. E. (2021). MÉTODOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTOESCRITURA EN BRAILLE. Obtenido de MÉTODOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA LECTOESCRITURA EN BRAILLE: <https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/equipoespecificodiscapacidadvisualmalaga/2021/01/20/metodos-para-el-aprendizaje-de-la-lectoescritura-en-braille/>
- México, D. (2022). dificultades para realizar actividades cotidianas.
- Ortega Pérez, T. E. (2017). Juguete electrónico para la mejora del proceso de alfabetización bajo lenguaje braille en niños del área de no videntes de la Universidad Técnica del Norte. Juguete electrónico para la mejora del proceso de alfabetización bajo lenguaje braille en niños del área de no videntes de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Pallo Noroña, J. P. (2016). Sistema electrónico para la enseñanza del lenguaje Braille a personas invidentes. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones.
- Unidas, N. (2023). Naciones Unidas. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/observances/braille-day>