

El sistema Braille en la enseñanza de las matemáticas y la computación a personas con discapacidad visual

The Braille system in teaching mathematics and computing to people with visual disabilities

Georgina Eslava García¹ y Hugo Reyes Martínez²

¹ Profesora de Carrera Asociada B interina tiempo completo- geslava@acatlan.unam.mx

² Profesor de Asignatura B Definitivo- hreyesmtz@yahoo.com.mx

Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM- Av. Jardines de San Mateo s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan de Juárez, Estado de México

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 26 de abril de 2024

Resumen. Las personas con discapacidad visual son susceptibles para aprender matemáticas, computación, desarrollar el pensamiento algorítmico, etc., sin embargo, entre los obstáculos que enfrentan, además de la falta de inclusión social, prejuicios, estigmas discriminatorios, mala economía, espacios y transporte inadecuados, no disponibilidad de tecnologías de apoyo, etc. [1], se suma la escasez o inexistencia de textos en Braille en áreas como Matemáticas y Computación. Razón por la cual, estudiantes con discapacidad visual no concluyen estudios de formación inicial o bachillerato, lo que les impide ingresar a las universidades o concluir estudios, situación que no solo sucede en México, sino también en otros países de habla hispana. Por tanto, es necesario dirigir esfuerzos para atender esta necesidad; una manera es dar a conocer el sistema Braille a la comunidad relacionada a estos temas para que elaboren o revisen materiales de corte científico en relieve.

Palabras clave: Braille, discapacidad visual, matemáticas, computación.

Summary. People with visual disabilities are susceptible to learning mathematics, computing, developing algorithmic thinking, etc., however, among the obstacles they face, in addition to the lack of social inclusion, prejudices, discriminatory stigmas, bad economy, inadequate spaces and transportation, non-availability of supporting technologies, etc. [1], added to the scarcity or non-existence of texts in Braille in areas such as Mathematics and Computing. For this reason, students with visual disabilities do not complete initial training or high school studies, which prevents them from entering universities or completing their studies, a situation that not only happens in Mexico, but also in other Spanish-speaking countries. Therefore, it is necessary to direct efforts to address this need; One way is to make the Braille system known to the community related to these topics so that they can create or review scientific materials in relief.

Keywords: Braille, visual impairment, mathematics, computing.

1 Introducción

El Banco Mundial BIRF AIF en 2011 estimó que el 15 % de la población mundial vive en situación de discapacidad, es decir, 1000 millones de personas, quienes en muchos casos experimentan adversidades socioeconómicas, tales como, falta de inclusión social, prejuicios y estigmas discriminatorios, servicios deficientes o nulos en: educación, salud, cultura, transporte, nula disponibilidad de tecnologías y dispositivos de apoyo, escasas oportunidades de empleo, bajos salarios, altos costos de vida, que se traduce a una tasa mayor de pobreza [1]. En septiembre de 2015, la ONU llevó a cabo la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (*Convention on the Rights of Persons with Disabilities-CRPD*). Los principios de la Convención fueron: “Respeto por la dignidad inherente, la autonomía individual, incluida la libertad de tomar las propias decisiones, y la independencia de las personas; no discriminación; participación e inclusión plena y efectiva en la sociedad; respeto a la diferencia y aceptación de las personas con discapacidad como parte de la diversidad humana y de la humanidad; igualdad de oportunidades, accesibilidad...” [14].

Respecto a la discapacidad visual, entre los diversos motivos que pueden ocasionar la pérdida o disminución de la vista se listan: accidentes (traumas y lesiones oculares), enfermedad (diabetes, hipertensión, colesterol alto, embolia, estrés, glaucoma agudo, patologías relacionadas con el corazón, desprendimiento de retina), o edad avanzada (degeneración macular que regularmente se presenta en personas mayores de 60 años), entre otras [4]. El informe mundial sobre visión emitido por la OMS en 2020 reportó que al menos 2,200 millones de personas en todo el mundo, viven en situación de discapacidad visual [8]. La Organización Panamericana de la Salud (OPS)

en 2019 dio a conocer que, de acuerdo con las encuestas realizadas en nueve países de América Latina y el Caribe, 217 millones de personas presentan deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegos [9].

En 2021, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), reportó que en México hay 5,536,529 personas ciegas o de baja visión, parcial o total, de nacimiento o adquirida, [3][6] [7], que lo colocan entre los 20 países con mayor número de personas en situación de discapacidad visual [13]. Ante estas cifras y acorde con los retos que enfrentan este sector de la población, surge la inquietud de si las instituciones educativas en México, respecto a los servicios que ofrecen, cuentan con las estrategias, instalaciones y mecanismos necesarios para poder atender la demanda de este sector de la población, de lo contrario el estudiantado que presenta ceguera o baja visión estará limitado al no contar con los elementos para afrontar los retos que implican los estudios que deseen realizar. Por lo tanto, es necesario adecuar espacios y generar herramientas que les permitan continuar sus actividades, estudios, investigación en las diferentes áreas de conocimiento, incluida el área de físico-matemáticas.

2 Estado del arte

México participa desde 2007 en la *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad* (aprobada por la *Asamblea General de las Naciones Unidas* en 2006), que lo convierte en uno de los Estados comprometidos en proteger y promover los derechos, aumentar la dignidad, honra o autoestima de las personas con discapacidad [2]. En los acuerdos de la Convención se encuentra el Artículo 4 sobre *Obligaciones generales* [2], en el inciso g se establece que se debe emprender o promover la investigación, el desarrollo, la disponibilidad de las TIC, los dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo, en beneficio de las personas con discapacidad [2].

Por otra parte, la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa de la SEP [11] reportó en 2022 un total de 34,413,485 estudiantes (la cifra incluye educación básica, media y superior, en sistemas educativos públicos y privados), de los cuales la población estudiantil promedio que presenta ceguera es de aproximadamente 2,130 y 6,318 de baja visión [11], ver Tabla 1. En este aspecto, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) en el informe de 2019 titulado *La educación obligatoria en México*, reporta la carencia de materiales didácticos dirigidos a estudiantes con discapacidad visual o auditiva en planteles educativos, tales como documentos de lectura y consulta, equipo de cómputo e internet; así como la insuficiencia o falta de personal capacitado para atenderlos [5]. Lo que puede extrapolarse a los niveles universitarios, como es el caso del alumnado con discapacidad visual que no cuentan con textos adecuados de temas relacionados con las licenciatura o posgrado en el que están inscritos.

Tabla 1. Datos sobre Educación Especial en México 2019-2022.

Concepto	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Alumnos			
Población atendida^v	648,101	601,024	587,099
Población atendida por área^{vi}	628,609	587,012	570,957
Ceguera	2,196	2,124	2,071
Baja visión	6,604	6,254	6,096
Sordera	3,821	3,701	3,429
Hipoacusia	9,270	8,775	8,441
Discapacidad motriz	16,991	15,901	15,747
Discapacidad intelectual	107,308	100,244	92,711
Aptitudes sobresalientes	20,690	15,828	14,037
Otras condiciones	461,729	434,185	428,425
Población atendida por sostenimiento	648,101	601,024	587,099
Público	645,375	598,754	584,942
Privado	2,726	2,270	2,157
Escuelas			
Total	6,315	6,369	6,402
Centro de Atención Múltiple	1,669	1,667	1,663
Unidad de Servicio de Apoyo a la Educación Regular	4,646	4,702	4,739

Fuente: SEP/DGPPyEE, 2022 [11].

Hoy en día la tecnología ofrece a las personas ciegas o de baja visión aprender de forma auditiva Historia, Literatura, Idiomas, etc.; sin embargo, estudiar Matemáticas, Computación, Física, Química, entre otras, por medio del oído resulta todo un reto. Una herramienta para leer textos de manera táctil es el Sistema Braille [12], que es una representación del alfabeto en relieve, creado por el pedagogo francés Louis Braille en 1825, quien propuso el **signo generador** que consta de seis posiciones alineadas en dos columnas verticales numeradas de arriba abajo; en la columna del lado izquierdo se ubican las posiciones 123 y del lado derecho 456, ver Figura 1.



Figura 1. El signo generador.

A partir de él se crea todo el sistema Braille, que incluye letras, números, signos de puntuación, notas musicales, etc. El alfabeto Braille se compone de tres series obtenidas a través del **signo generador**, como se muestra en la Figura 2. Observar que la primera serie emplea las cuatro posiciones superiores 1245 que corresponden a las letras “a” a la “j”, conocidos como **signos base**, porque de ellos se generan la segunda y tercera serie. Para construir la segunda se utilizan los **signos base** más el sitio 3, y corresponden de la “k” a la “t”. La tercera serie se forma con los signos base más los lugares 3 y 6 para representar de la “u” a la “z”.

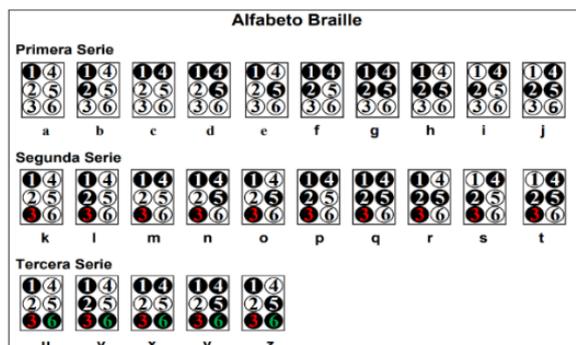


Figura 2. Series que conforman al Sistema Braille.

Se resaltan dos pautas utilizadas por Louis Braille para generar el alfabeto: **la formación de series** y **el diseño de prefijos**. En Tabla 2, se presenta el alfabeto Braille, los signos de puntuación, los números y algunos símbolos especiales. Observar dos modificaciones respecto a la fuente de la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) [10], una para el punto y otra para el apóstrofo. La justificación es que el sistema Braille está dirigido a la escritura de texto narrativo y no científico. Al considerar texto simbólico para notación matemática se hace necesario rescatar al apóstrofo, posición 3 y modificar el punto, por el sitio 6, para que pueda servir tanto en gramática como en matemáticas.

Tabla 2. Simbología Braille desde el enfoque de Matemáticas Aplicadas y Computación.

a	b	c	ch	d	e	f	g	h	i
⠁	⠃	⠉	⠠⠠	⠇	⠑	⠋	⠎	⠊	⠗
j	k	l	ll	m	n	ñ	o	p	q
⠏	⠅	⠇	⠇⠇	⠍	⠎	⠞	⠏	⠕	⠑
r	s	t	u	v	w	x	y	z	
⠞	⠝	⠟	⠠	⠩	⠋	⠭	⠶	⠺	
				á	é	í	ó	ú	ü
				⠁	⠑	⠋	⠏	⠠	⠠
A	B	C	Ch	D	E	F	G	H	I
⠠	⠠	⠠	⠠⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
J	K	L	Ll	M	N	Ñ	O	P	Q
⠠	⠠	⠠	⠠⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	#
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
.	...	+	:	:	!	¿	?	"	"
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
\$	%	&	/	()	=	≠	\	@
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
'	+	-	*	÷	{	}	[]	°
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
^	<	>	<=	>=		~	~	~	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

¹ Símbolos propuestos por los autores por no existir un acuerdo internacional.

Aprender el Sistema Braille implica el desarrollo del tacto de modo que la imagen táctil de las literales cabe en las yemas de los dedos, lo que lo hace una buena opción para interpretar y transcribir materiales impresos en relieve de corte científico que contribuyan al desarrollo del pensamiento lógico, analítico y computacional de personas con discapacidad visual.

3 Problemática a resolver

Las personas ciegas o con baja visión, de nacimiento o adquirida, son susceptibles para aprender matemáticas, programación de sistemas computacionales y otras áreas de conocimiento, sin embargo, en muchos casos se carece de bibliografía, materiales didácticos, personal capacitado, espacios adecuados, entre otros. Situación que no solo sucede en México, sino en otras partes del mundo de habla hispana; razón por la cual, el alumnado en situación de discapacidad visual no concluye estudios de formación a nivel inicial, bachillerato o superior.

En este sentido, es necesario dirigir esfuerzos para generar y proporcionar los materiales en Braille, las tecnologías, las estrategias de orientación pedagógica, así como el acondicionamiento adecuado de espacios, que permitan a este sector de la población alcanzar los objetivos planteados en los programas de estudio de los diferentes niveles educativos. Como una primera etapa se sugiere una alfabetización con Sistema Braille de la comunidad de Matemáticas Aplicadas y Computación que apoye a crecer la bibliografía impresa en Braille en estas áreas de la ciencia.

4 Descripción de la experiencia realizada

Ante esta situación, la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM, a través de los proyectos PAIDI/005/22 y PAIDI/006/23, ha dedicado esfuerzos para atender esta necesidad. Como punto inicial se han realizado acciones para dar a conocer a la comunidad universitaria el alfabeto en sistema Braille y otros elementos (ver Tabla 2), que les permitirá producir textos de diversos temas, por ejemplo, los códigos fuente en lenguaje C presentados en relieve para la enseñanza de la computación. Respecto a matemáticas se propone una simbología para todos los idiomas (debido a que la notación matemática es universal), que consta de seis prefijos que son: monedas, teoría de conjuntos y lógica, estructuras numéricas, funciones, geometría y cálculo diferencial e integral.

Para dar a conocer el Sistema Braille a la población, se elaboró el texto titulado *Manual para enseñanza del Sistema Braille*, autores Hugo Reyes y Georgina Eslava. Además se implementó un portal en el que se exhibe una guía sobre la construcción del sistema Braille (entre otros elementos), útil para enseñar a las personas ciegas o con baja visión a leer y escribir, o bien, para capacitar a la comunidad universitaria para redactar y revisar textos en Sistema Braille sobre asignaturas como: Álgebra, Cálculo, Programación, Investigación de Operaciones, Desarrollo Web, Estadística, por mencionar algunas, o tal vez desarrollar materiales en relieve en áreas de Matemáticas y Computación para los diferentes niveles educativos. (https://mac.acatlan.unam.mx/micrositios/braille/Portal-BrailleEnfoqueMAC/inicio_braille.html). El portal cuenta con audios para escuchar los contenidos.

Asimismo, se comenzó la colocación de señalética con placas en Braille en espacios como salones, laboratorios de cómputo, auditorios, baños, etc. Por el momento se han colocado 25 placas y están en proceso 51 más, con las que quedarán cubiertos tres edificios de los más de 17 que conforman a la FES Acatlán. A cada placa se le adhirió un código QR que al ser escaneado con algún dispositivo enlaza con el Portal.

Se impartió un curso de la construcción del Sistema Braille a Profesores adscritos a la licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación. Al respecto, algunos profesores ya se encuentran realizando materiales en sistema Braille de Programación I, Métodos Numéricos y Matemáticas Discretas. De igual modo, estudiantes de servicio social están realizando textos de Matemáticas para secundaria y bachillerato.

Se elaboró una serie de orientaciones didácticas en torno a la relación Docente-Alumnado ciego o de baja visión.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

Las personas con discapacidad visual tienen derecho a la educación, por ende, el primer paso de la tarea consiste en enseñarles a leer y escribir en relieve. Recurso con el que podrán acceder al conocimiento, a la cultura, en consecuencia, a una vida digna, ya que podrán satisfacer sus necesidades personales, académicas y laborales, lo que potencializará sus fortalezas y habilidades, que les permitirá participar en el desarrollo de México; convirtiéndolos en ciudadanos productivos y en un ejemplo a seguir para la sociedad.

Es recomendable que la población en general aprenda el sistema Braille; de esta manera podrán enseñarlo a personas que lo necesiten, o para desarrollar y revisar materiales en las diferentes áreas del conocimiento, tales

como: Matemáticas, Computación, Química, Filosofía, Economía, Relaciones Internacionales, Pedagogía, etc., de esta manera se contribuye al desarrollo intelectual y cultural de este sector de la población.

Como trabajos futuros, entre otros, se continuará con la colocación de señalética en las instalaciones de la FES Acatlán, se formará una biblioteca con documentos en Braille de corte matemático y computacional, asimismo, se dedicarán esfuerzos a la investigación para adaptar las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas y la computación a personas con discapacidad visual en los diferentes niveles educativos.

Es necesario sensibilizar a toda la comunidad sobre la importancia de proteger, promover los derechos y la dignidad de las personas con discapacidad, con mira a consolidar a México como una sociedad inclusiva.

Con la seguridad de que la lectura, tanto auditiva como táctil, despiertan al espíritu, liberan las ideas y permiten explorar mundos insospechados. Este proyecto tiene la misión de iniciar una transformación intelectual entre la comunidad de Matemáticas y Computación a través de la lectoescritura Braille, que gradual y progresivamente impacte en todas las instituciones educativas.

Agradecimientos.

Dirección, Secretaría General, Comité de Fomento a la Investigación, División de Matemáticas e Ingeniería, Coordinación del Programa de Matemáticas Aplicadas y Computación de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM.

Referencias

- [1] Banco Mundial (2023). La inclusión de la discapacidad. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023, URL: <https://www.bancomundial.org/es/topic/disability#:~:text=La%20inclusión%20de%20la%20discapacidad,que%20las%20personas%20sin%20discapacidad.>
- [2] CNDH (2020). La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023, URL: <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-05/Discapacidad-Protocolo-Facultativo%5B1%5D.pdf>
- [3] DIS-CAPACIDAD (2021) Censo 2020: 16.5% de la población en México son personas con discapacidad. Fecha de Consulta: 16 de enero de 2013. URL: <https://dis-capacidad.com/2021/01/30/censo-2020-16-5-de-la-poblacion-en-mexico-son-personas-con-discapacidad/>
- [4] Estévez Cuervo HA (2014). Contra la ceguera social. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular, Vol 12, Num.2, Atículo 7: 61-69. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.3296>
- [5] INEE (2019) LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA EN MÉXICO Informe 2019 <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/04/PII245.pdf>
- [6] INEGI (2020). Comunicado de Prensa Núm. 164/20: Estadísticas a Propósito del día del niño. Consultado 20 de abril de 2023. URL: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Nino.pdf
- [7] INEGI (2021). Comunicado de prensa Núm. 713/21: Estadísticas a propósito del día internacional de las personas con discapacidad (Datos Nacionales). México: INEGI.
- [8] OMS(2020) Informe mundial sobre la visión [World report on vision]. Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2022, URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331423/9789240000346-spa.pdf>
- [9] OPS (2019). Salud visual [https://www.paho.org/es/temas/salud-visual#:~:text=A%20nivel%20mundial%2C%20se%20estima,millones%20son%20ciegas%20\(1\).](https://www.paho.org/es/temas/salud-visual#:~:text=A%20nivel%20mundial%2C%20se%20estima,millones%20son%20ciegas%20(1).)
- [10] ONCE Organización Nacional de Ciegos Españoles (2016). Documento técnico B 15: Escritura con la fuente braille de la Comisión Braille Española. España: ONCE (Fecha de consulta 13/04/2022). URL: <https://www.once.es/servicios-sociales/braille/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-el-braille/documentos/b15-fuente-braille-v1.pdf>.
- [11] SEP/DGPPyEE (2022). Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional 2021-2022. Fecha de consulta 20 de julio de 2023, URL: https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2021_2022_bolsillo.pdf
- [12] Simón, Cecilia, Ochaíta, Esperanza & Huertas, Juan Antonio (1995) The Braille system: Principles for teaching-learning, Comunicación, Lenguaje y Educación, 7:4, 91-102, DOI: 10.1174/021470395763771891.

- [13] SWI swissinfo.ch (2021). El glaucoma es la primera causa de ceguera en México. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2023, URL: https://www.swissinfo.ch/spa/méxico-salud_el-glaucoma-es-la-primera-causa-de-ceguera-en-méxico/46323444
- [14] United Nations (2016). Article 3 - General Principle. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022, URL: <https://social.desa.un.org/issues/disability/crpd/article-3-general-principles>).