

Dispositivo semiautomático para el proceso de enseñanza braille de suma y resta de un dígito

David Sebastián Santacruz Padilla¹

Fabio Camilo Gómez Meneses²

Edison Viveros Villada³

Resumen

El dispositivo semiautomático para el proceso de enseñanza del braille está compuesto de un sistema mecatrónico que ayuda a los niños ciegos en los procesos de suma y resta de un dígito, contribuyendo a su aprendizaje de manera más rápida; además, para hacerlo más amigable, incluye una serie de juegos y, su estructura mecánica es portable, liviana, resistente, interactiva y lúdica.

Palabras clave: Braille; mecatrónica; aprendizaje.

Semiautomatic device for the braille teaching process of adding and subtraction of a digit

The device is composed of a mechatronic system that helps blind children in the processes of addition and subtraction of a digit, contributing to their learning in a faster way than traditional ones; furthermore, making it more friendly; it includes a series of games; its mechanical structure is portable, light, resistant, interactive, and playful.

Keywords: Braille; mechatronics; learning.

Dispositivo semiautomático para o processo de ensino de adição e subtração de um dígito

O dispositivo semiautomático é composto por um sistema mecatrônico que auxilia crianças cegas nos processos de aprendizagem de adição e subtração de um dígito, contribuindo para seu aprendizado de forma mais rápida que a forma tradicional; além disso, torná-lo mais amigável, inclui uma série dos jogos e, sua estrutura mecânica é portátil, leve, resistente, interativa e lúdica.

Palavras-chave: Braille; mecatrônica; aprendizagem.

¹Correo electrónico: sesanacruz@umariana.edu.co

²Docente del Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Mariana. Correo electrónico: fgomez@umariana.edu.co

³Docente del Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Mariana. Correo electrónico: eviveros@umariana.edu.co

1. Introducción

Con el transcurso de la historia, en las metodologías de enseñanza y aprendizaje del sistema de lectoescritura braille, se observa, por una parte, que no llevan al aprendizaje continuo, ya que sus técnicas no buscan fomentar el mejoramiento del aprendizaje; y, por otro lado, las herramientas didácticas para este proceso son ambiguas y carecen de didáctica; por ello, en este trabajo de titulación se ha implementado un dispositivo que cuenta con una metodología muy eficaz y divertida para los niños entre las edades de los 6 a 12 años, enfocado al aprendizaje de suma y resta de un dígito en braille, evitando recurrir a métodos tradicionales de enseñanza, donde el niño se puede estresar, aburrir y, por consiguiente, podría abandonar sus estudios. Con este estudio se da a conocer un aporte fundamental dentro de la educación inclusiva, brindando la variedad de metodologías de enseñanza, tecnología y pedagogía para el proceso de enseñanza del braille a través del dispositivo, el cual consta de nueve matrices impartidas en un orden específico de agrupación, según las normativas expresadas en el Manual de la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE, 2003). De igual manera, cumple los requerimientos estéticos y ergonómicos de los usuarios, impartidos por una investigación a diferentes docentes o pedagogos en el área, que dan mayor comodidad para el aprendizaje de la escritura braille en caso de las operaciones aritméticas básicas para niños.

Cada segmentación de estas matrices consta de las siguientes partes: primer número con un dígito, signo, segundo número con un dígito, signo igual y respuesta con dos dígitos, para las dos funcionalidades de operación que son la suma y la resta. A la vez, este sistema consta de estímulos sensoriales y audibles, haciendo sentir al usuario motivado; provee una retribución al trabajo realizado, enfatizando sus conocimientos con música y cuentos. Para el uso del tutor se realizó una aplicación que permite dar seguimiento continuo de todos los procesos ejecutados por el niño, junto con un segmento de aprendizaje braille para el tutor o acompañante.

Lo que se espera con este dispositivo es proporcionar un aporte significativo para traspasar las diferencias de conocimientos que existen en nuestro entorno, y dar cabida a la superación de los no videntes, desde pequeños.

Para el presente estudio el problema se plantea de la siguiente manera: ¿Cómo desarrollar un prototipo semiautomático para el proceso de enseñanza braille de suma y resta de un dígito, para niños con discapacidad visual entre los 6 a 12 años de edad, en la Fundación Santa Lucía de la ciudad de San Juan de Pasto?

2. Justificación

El presente proyecto contribuirá al aprendizaje de operaciones aritméticas como la suma y la resta en personas invidentes, teniendo en cuenta que, en Colombia, el Decreto 1421 de 2017 reglamenta la atención educativa a la población con discapacidad, en el marco de la educación inclusiva, en donde el Estado busca consolidar procesos con los cuales se garantice los derechos de las personas con discapacidad visual.

Asimismo, las nuevas tecnologías favorecen el aprendizaje y lo hacen más atractivo, motivador e inclusivo; por eso, es importante que la metodología y el método que se propone, sean adaptados a la dinámica de aprendizaje. En la actualidad, el uso del sistema braille aplicado a las nuevas tecnologías, abre un amplio abanico de posibilidades y nuevas funcionalidades, convirtiendo al método creado por Louis Braille a mediados del siglo XX, en una amplia herramienta para la integración educativa, social y cultural (Universidad Internacional de Valencia, 2018); por lo tanto, las nuevas tecnologías permiten aprender braille con mayor rapidez y precisión; de aquí la importancia de aportar un dispositivo que se sume a los esfuerzos hasta ahora realizados, facilitando el aprendizaje braille para la suma y la resta de un dígito, dentro del contexto del aula habitual.

Tomando como referencia que, en Colombia el Estado pretende brindar a las personas con algún tipo de discapacidad, mejores oportunidades y accesos que garanticen los derechos de una educación inclusiva e integra, con la realización del dispositivo mecatrónico se pretende generar herramientas didácticas novedosas, que sirvan en los procesos de enseñanza braille en operaciones aritméticas de suma y resta, a niños invidentes entre 6 y 12 años de edad, como también mejorar sus condiciones en casa.

El desarrollo del dispositivo permite la visualización de los resultados en tiempo real, mediante una interfaz; también, busca apoyar el proceso de la educación en la Fundación Santa Lucía, ayudando en la problemática actual de la inclusión educativa para la mejora del aprendizaje de suma y resta de un dígito en las personas ciegas, en menor tiempo que los métodos tradicionales, contribuyendo a una educación con calidad.

Objetivo general

Desarrollar un dispositivo semiautomático para el proceso de enseñanza braille de suma y resta de un dígito mediante un sistema mecatrónico, con el propósito de facilitar el acceso y mejorar el aprendizaje de los niños con discapacidad visual, entre los 6 y 12 años de edad de la Fundación Santa Lucía de la ciudad de San Juan de Pasto.

3. Estado del arte

A través de la revisión de algunos artículos e investigaciones se pudo identificar algunos referentes relacionados con el estudio tanto a nivel internacional, como nacional y regional, que generan bases significativas al plan de trabajo. Estos proyectos, por su naturaleza y características, son garantes de la importancia y trascendencia respecto a la población no vidente. A continuación, se menciona la existencia de algunas de ellas:

A nivel internacional, Loza Peñaloza (2007) habla sobre un dispositivo (software y hardware) de aporte para la sociedad del conocimiento y de la educación de personas no videntes, puesto que todos los individuos deben tener la posibilidad de acceder a una educación, sin que las personas con discapacidad sean una excepción.

El braille electrónico se ha desarrollado conjuntamente con la ayuda de no videntes, para darle características de control de fácil uso y varios entornos, en donde, además de leer, se pueda practicar la escritura del sistema braille.

A lo largo de este trabajo se encontró que el desarrollo de software accesible para la población con limitación visual está muy inexplorado, debido a que los desarrolladores de aplicaciones multimedia desconocen las necesidades existentes para las comunidades y al cual ellos podrían aportar sus conocimientos desde su campo de acción.

Los creadores de proyectos, al momento de diseñarlos, deben hacerlo reconociendo la necesidad de la persona que va a usar los diferentes dispositivos y no como se acostumbra a realizar, aplicando todo el conocimiento adquirido, lo que finaliza en un proyecto con demasiada tecnología y pocas prestaciones para el usuario.

Otro aporte a nivel internacional es el de Guzhñay Lucero (2018): el asistente es de utilidad para los centros educativos de educación especial, considerando que se lo empleará principalmente con niños con discapacidad visual. Esto es factible de inferir con base en las encuestas aplicadas a los docentes de las instituciones en las que se pudo realizar el estudio, donde se apreció una valoración totalmente positiva del dispositivo. Los datos obtenidos en las encuestas son avalados con el test de Alfa Cronbach, teniendo un resultado de 0.85, valor que indica que la coherencia interna entre ítems es adecuada; así, podemos indicar que la herramienta de recolección de información es válida para obtener datos sobre la percepción del asistente robótico de enseñanza del sistema de lectoescritura en braille.

En cuanto al diseño y construcción del asistente robótico, se trató de implementar un prototipo para que los niños con discapacidad visual, al manipularlo sientan que es un robot

amigable y se sientan motivados de interactuar con él. Basándose en videos de robots ya existentes, imágenes de criaturas y un poco de imaginación, se pudo implementar un dispositivo tratando de integrar características de estímulo positivo como una sonrisa o movimientos de sus extremidades; para ello fue fundamental un diseño simulado y probado en software para después proceder a la construcción del prototipo; esto permitió elegir los mejores componentes para su funcionamiento y realizar el mejor desarrollo posible con herramientas de alta calidad, lo cual permitió que el robot generase un estímulo positivo dentro de las personas con o sin discapacidad visual, permitiendo llamar su atención e interesarse por las funciones que éste posee.

La investigación permitió conocer los métodos de enseñanza braille en la segmentación de contenidos, así como también, contribuir en la elaboración de la placa electrónica y la necesidad de realizar una tarjeta electrónica; además, indica el diseño y desarrollo de actividades de aprendizaje en braille.

Desarrollar la investigación en el ámbito educativo permite conocer el estado de la enseñanza braille en un número de 38 personas con discapacidad visual, entre las cuales se encuentran nueve niños en edades de 6 a 12 años, que es el objeto de estudio del presente proyecto, demostrando la importancia de este tipo de trabajos en pro de la inclusión social, así como también del impacto positivo que se causa en el entorno educativo.

A nivel nacional, Sastre Ávila y Peñaranda Palacios (2015) presentan una investigación que tiene como propósito, evaluar el impacto del uso de una interfaz multimedia como apoyo en el proceso de la enseñanza de las vocales del sistema braille a infantes con discapacidad visual en la etapa preescolar. Pretenden realizar una interfaz multimedia que ayude al tutor a manejar el dispositivo y que, a la vez, permita la interacción del sentido auditivo con el sentido del tacto de los niños, buscando que los procesos de enseñanza en números sea de forma didáctica y en menor tiempo, con vocales que sirven de guía y, al mismo tiempo, la sitúa en el entorno real con los diferentes procesos dirigidos a los niños no videntes, permitiendo obtener información de utilidad al momento de su construcción, evitando brechas que retrasen los procesos.

Asimismo, indica características y actividades que realizarán los puertos de Arduino, los cuales son dispositivos de uso libre, al igual que su software de programación, brindando adicionalmente, acceso a una gran cantidad de documentación que permitirá una interacción más completa con el dispositivo, beneficiando la construcción de las diferentes fases del proyecto y su alcance, al ser puesto en el campo de acción para medir su usabilidad.

Otro antecedente a nivel nacional es el de Alfonso Contreras (2016), cuyo objetivo de estudio consistió en desarrollar una aplicación móvil mediante la plataforma Android v 4.4 que permita a los docentes y familiares de personas invidentes, aprender el lenguaje braille y la signografía básica usada en las áreas de matemáticas y música.

El aporte que se puede tomar de esta investigación es el desarrollo de una aplicación móvil que permite aprender el lenguaje braille; además, justifica que al hacer un buen uso de las nuevas tecnologías y adoptarlas a la enseñanza y aprendizaje tradicional del braille hacia los dispositivos mecatrónicos móviles, se brinda un mejor ambiente de aprendizaje de forma sencilla y en menor tiempo, lo cual permite demostrar el grado de importancia y el impacto positivo de este tipo de proyectos hacia la sociedad en el campo educativo, en temas como la inclusión social.

Por otra parte, al ser ésta una herramienta pedagógica, servirá de ayuda para que el docente pueda preparar su clase con mayor facilidad, haciendo uso de las TIC ya que, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, el menor requiere condiciones de carácter específico que faciliten el enriquecimiento de conocimientos en la ejecución y desarrollo de diferentes tareas, lo cual queda demostrado con el proyecto citado.

Marco contextual

Este marco contextualiza el macro y micro contexto de la investigación y el sector en el cual se encuentra la fundación.

Cabe anotar que el Ministerio de Educación Nacional adoptó la perspectiva de la educación inclusiva en el enfoque diferencial, con el fin de ofrecer una atención educativa pertinente y de calidad a todos los niños, poniendo en marcha diferentes estrategias para estimular los procesos de aprendizaje.

El municipio de Pasto se localiza en el extremo suroccidental colombiano, a una altura de 2.559 metros sobre el nivel del mar y posee una temperatura media de 14 grados centígrados; tiene una superficie de 1.181 km² y un área urbana de 26.4 km².

De acuerdo con proyecciones realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2018), la población del municipio de Pasto se consolida como el epicentro de la vida económica y social del departamento de Nariño. Para el año 2018, se estimó en 461.555 habitantes, representando la cuarta parte de la población del departamento, dando cuenta de la apreciable concentración poblacional en este municipio, con relación a los otros 63 municipios del departamento.

Frente al nivel educativo, con el Decreto 1421 expedido en agosto de 2017, se busca darle un giro a la atención de población con discapacidad; la norma reglamentó la atención educativa a la población con discapacidad en el marco de la educación inclusiva, definida como aquella que responde a la diversidad de “características, intereses, posibilidades y expectativas” (párr. 5) de los estudiantes. Según el Registro para la localización y caracterización de personas con discapacidad (RLCPD), el 90 % de los niños con discapacidad no asisten a una institución educativa regular y, solo el 5,4 % alcanza el nivel de educación superior; el 34 % no sabe leer ni escribir y el 27 % no estudia por causa de su discapacidad (Peña y Jerez, 2018). Por lo tanto, se puede afirmar que, aunque existen las garantías para la inclusión, aún hay una gran demanda por atender.

Con relación a Nariño, la oferta educativa en condiciones normales en los 61 municipios no certificados, vigencia 2019, es de 152.814 cupos, de los cuales 148.039 corresponden a la educación tradicional y, 4.775 a educación contratada (Gobernación de Nariño, 2019).

En cuanto a la población con registro para la localización y caracterización de las personas con discapacidad no vidente, se tiene un total de 4.956, de las cuales 258 se encuentran entre las edades de 0 a 4 años, 749 entre 5 años de edad y 969 entre los 10 y 14 años de edad, correspondientes al censo poblacional. Con respecto al nivel educativo alcanzado, se tiene las siguientes estadísticas en cuanto a: Preescolar incompleto: 1.322 personas y 606 con nivel completo; Básica primaria incompleta: 23.327 y completa 125 personas; con relación a Básica secundaria incompleta: 6.098, y Básica secundaria completa: 125 (DANE, 2010); esto indica que hay más población sin estudio, ya sea por falta de recursos o porque no hay centros especializados en su enseñanza.

Para el presente estudio, el micro contexto de la investigación se llevará a cabo en la Fundación Santa Lucía ubicada en la Carrera 40 No. 19-20 Barrio Palermo de San Juan de Pasto, la cual en la actualidad cuenta con 35 pacientes con diferentes diagnósticos visuales ciegos y con baja visión, de los cuales las edades promedio fluctúan entre el año y los 80 años; de ellos, seis tienen entre los 6 y 12 años de edad, edad priorizada por el estudio.

Marco teórico

Se toma en cuenta diferentes conceptos que es necesario definir, ya que brindan las bases para el desarrollo del proyecto del dispositivo braille:

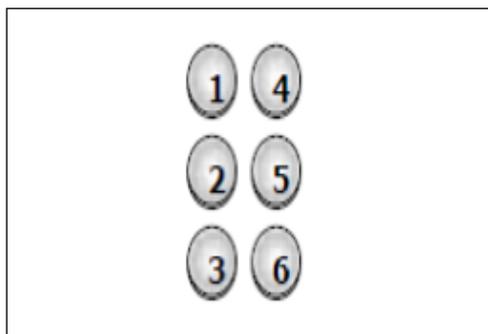
El código braille: es un sistema de escritura y lectura, empleado principalmente por las personas ciegas y por las que tienen deficiencias visuales graves. Este sistema está diseñado para poder ser explorado de forma táctil y, su unidad básica está constituida por

celdillas. Dentro de cada celdilla se puede situar un conjunto de puntos en relieve en seis posiciones diferentes. Las diferentes combinaciones dan lugar a diferentes letras, pudiendo así representar todas las letras del alfabeto, los números y también los diferentes signos de puntuación (Simón, Ochaíta y Huertas, 1995). Este sistema aporta a las personas con discapacidad visual, una herramienta eficaz y válida para leer, escribir, acceder a la educación, a la cultura y a la información, guiándose por el sentido del tacto.

La Comisión Braille Española (CBE) es la máxima autoridad en España y a nivel de Hispanoamérica para la fijación de normas de uso y desarrollo del sistema braille de lectoescritura, simbología en relieve y color aplicable a láminas o cualquier producto utilizable por las personas ciegas; trata de una impresión manual, mecánica o informatizada de combinaciones; parte de seis puntos que se ubican y se numeran, como se indica en la Figura 1(Labrador, 2018).

Figura 1

Representación de la numeración braille



Fuente: Grupo Social ONCE (2021).

La Figura 2 indica los seis puntos formados en fila de forma vertical y la numeración dada. La CBE hace referencia a los patrones y diferentes combinaciones de cada letra del abecedario en lectura braille.

Figura 2

Representación del abecedario braille

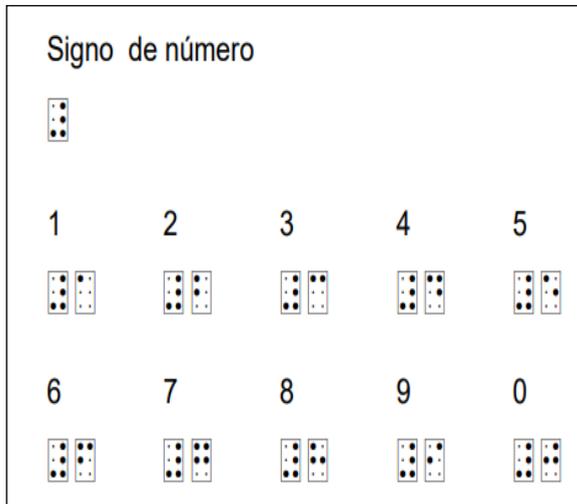
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
⠁	⠃	⠉	⠑	⠗	⠋	⠎	⠈	⠊	⠏
1	12	14	145	15	124	1245	125	24	245
k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s
⠅	⠇	⠓	⠕	⠥	⠛	⠞	⠟	⠠	⠡
13	123	134	1345	12456	135	1234	12345	1235	234
t	u	v	w	x	y	z			
⠉	⠍	⠖	⠗	⠘	⠙	⠚			
2345	136	1236	2456	1346	12456	1356			

Fuente: Grupo Social ONCE (2021).

Con relación a los códigos numéricos, la CBE refiere que “se hacen con el prefijo formado por los puntos 3, 4, 5 y 6 antes de las diez primeras letras” (párr. 13); con este código se indica que es un número en vez de una letra, con lo cual el signo va antepuesto a cada número, como se representa en la Figura 3.

Figura 3

Carácter numérico

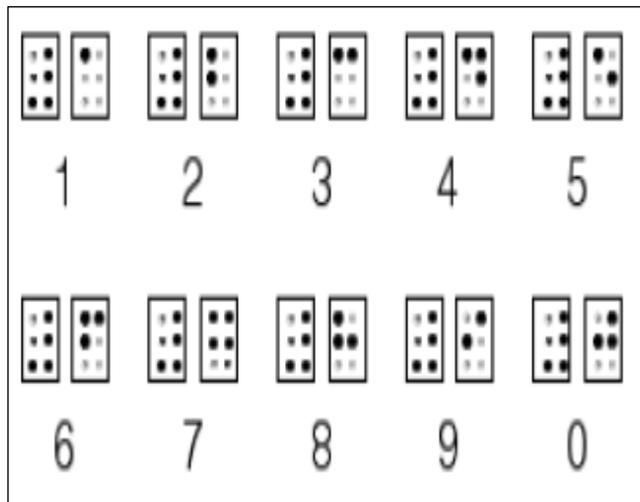


Fuente: Grupo Social ONCE (2021).

Los caracteres o cifras numéricas del sistema braille mayormente compartidos son los de diez dígitos; según la CBE, se utiliza las diez primeras letras del abecedario, como se indica en la Figura 4.

Figura 4

Signos numéricos del 0 al 9 en braille

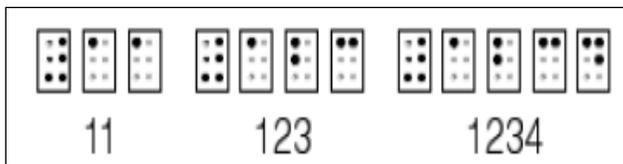


Fuente: Grupo Social ONCE (2021).

Para la diferenciación de números y letras existe un patrón que refleja una L invertida antes de cada número, para cantidades de dos o más cifras, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

División de los músculos intrínsecos de la mano



Fuente: Grupo Social ONCE (2021).

A la par, los signos de operaciones aritméticas de suma y resta para el código braille están representados en la Figura 6, de la siguiente manera

Figura 6

Signos de operaciones aritméticas suma y resta

Operación	Notación Tinta
Suma	+
Resta	-

Fuente: Grupo Social ONCE (2021).

Enseñanza y aprendizaje en población invidente

Operaciones racionales matemáticas: las operaciones racionales mentales de las matemáticas se van adquiriendo desde edades tempranas; su comienzo es una acción que tiene como raíces, esquemas sensorio-motores, experiencias efectivas o mentales y constituyen, antes de ser operatorias, la propia materia de la inteligencia sensorio-motriz y, más tarde de la intuición (Rosas y Balmaceda. 2008).

Con respecto a la primera infancia, el niño va alcanzando progresivamente un nivel mental que le permite comprender y adquirir nuevos conocimientos para el desarrollo mental. La noción de operación se aplica a realidades muy diversas; hay operaciones lógicas, como las que entran en composición de un sistema de conceptos o clases o, de relaciones operaciones aritméticas como la suma, multiplicación, etc. (Rosas y Balmaceda, 2008).

Reconociendo que estas operaciones mentales son conocimientos y un nivel de desarrollo que permiten obtener nuevos conocimientos, la educación desempeña un papel fundamental. En la educación primaria, los procesos de conocimiento matemático deben utilizar como punto de partida, la propia experiencia práctica de los alumnos; las experiencias matemáticas serán de una naturaleza esencialmente intuitiva y estarán vinculadas a la manipulación de objetos concretos y a la actuación en situaciones particulares (Godino, 2004).

Según esto, las personas se están preparando mentalmente para este tipo de razonamiento desde edades tempranas; la educación tiene en los procesos formativos, la manipulación de objetos concretos y situaciones particulares que, en su mayoría, están fundamentadas en el sentido mayormente utilizado.

Por otra parte, es importante comprender el papel de los procesos educativos, con limitantes en cuanto a la inclusión. Al respecto, Simón et al., (1995) mencionan que

Los niños ciegos tienen la misma competencia lógica que los videntes, ya que resuelven las tareas concretas que tienen, en relación con el lenguaje, a edades similares; por el contrario, cuando los invidentes tienen que resolver problemas lógicos con materiales de

carácter figurativo o espacial, el hecho de tener que recoger la información con el tacto les planea dificultades que les hacen estar retrasados respecto a los videntes. (p. 96)

En los procesos formativos, pese a estas dificultades, se ha encontrado alternativas como los dispositivos tecnológicos, con los cuales existen oportunidades para crear métodos más eficientes que ayuden a resolver estas dificultades, ya que, la sociedad y las formas de transmitir el pensamiento hacen que las personas con capacidad visual limitada estén en desventaja en cuanto a las formas de aprendizaje.

Aprendizaje código Braille: es claro que, para cualquier tipo de aprendizaje temprano, es relevante el papel que desempeña la familia; asimismo, en el aprendizaje del código braille, es muy importante la participación de los padres, pues se sabe que, si existe una estimulación por parte de estos, los procesos de enseñanza y aprendizaje se facilitarán (Rueda, 1994); por lo tanto, de la predisposición y de la involucración de los padres en los procesos de aprendizaje del braille y en la aceptación de la limitación visual de sus hijos, en la predisposición de sus hijos se verá mejores resultados.

4. Metodología

Tipo de investigación. Para la elaboración del dispositivo braille de suma y resta de un dígito, se utiliza una metodología mixta (híbrida), dado que se va a combinar las variables cualitativas y cuantitativas en busca de minimizar debilidades potenciales, generando una visión más amplia del fenómeno a investigar.

Actividades metodológicas

Objetivos	Actividades	Descripción de las actividades	Resultados esperados
1. Identificar el algoritmo de la metodología de enseñanza braille en suma y resta de un dígito en la Fundación Santa Lucía de la ciudad de San Juan de Pasto.	<ul style="list-style-type: none"> -Encuesta a docentes. -Tendencias y vacíos de conocimiento. -Investigación de metodologías de enseñanza braille. -Trabajo de campo en el área de aprendizaje braille. -Análisis de material bibliográfico y artículos científicos 	<ul style="list-style-type: none"> -Recolección de información de especialistas de aprendizaje braille -Identificar y evidenciar las metodologías que el especialista utiliza. -Complementar la información aportada mediante procesos de análisis con argumentos teóricos de otros autores. 	<ul style="list-style-type: none"> -Comprender el objetivo de estudio y el impacto. -El algoritmo de programación
2. Diseñar el sistema mecatrónico para el proceso de operaciones de suma y resta en braille.	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo del prototipo con base en las normas ISO 9001. -Realizar cada uno de los elementos electrónicos. -Programar los elementos electrónicos. - Ensayo electrónico de cada uno de los componentes del diseño mecánico. -Diseño de estructura. 	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño electrónico en software proteus -Programación en el IDE Arduino del algoritmo producido de la investigación. -Compilación de la programación en proteus, subir la información a la tarjeta Arduino para probar los elementos de hardware. -Desarrollo de estructura en software solidwork 	<ul style="list-style-type: none"> -Funcionamiento del prototipo según ISO 9001. -Validación del funcionamiento del algoritmo en elementos de software y hardware. -Funcionamiento de la estructura para el correcto acople de los componentes electrónicos.

<p>3. Construir el prototipo braille semiautomático para operaciones de suma y resta de un dígito.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Modelo en v de dispositivos electrónicos mecánicos y estructurales. -Programación en Arduino. -Modelo en v de materiales a utilizar. -Corte laser e impresión 3d y cortado en CNC del prototipo. -Ensamblaje y construcción de su parte mecánica, electrónica y estética del prototipo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Procedimiento en el cual se pudo obtener los componentes deseados afines a los objetivos a cumplir. -Diseñar programación de control y de adquisición de datos de los diferentes sensores que se utiliza. -Seleccionar el material adecuado para la carcasa. -Impresión de los elementos en filamento ABS y corte a laser en mdf. -Ensamble del prototipo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Funcionamiento de tarjeta electrónica en la simulación, lista para montaje. -Plano esquemático del circuito. -Funcionamiento de software de control Arduino. -Obtener un material idóneo para el correcto funcionamiento, según normativas ISO. -Obtener la medida deseada. -El producto ya elaborado.
<p>4. Verificar el funcionamiento del prototipo en la Fundación Santa Lucía de San Juan de Pasto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Tabla de evaluación -Cronograma de pruebas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Preparar el dispositivo para su funcionamiento. -Consentimiento informado del padre de familia o tutores acompañantes del menor. -Cronograma de pruebas debe ser validado por la Fundación Santa Lucía. 	<ul style="list-style-type: none"> -Culminación de pruebas que den solución al problema planteado. -Generar rúbrica del prototipo.

5. Conclusiones

Construir el prototipo braille semiautomático para operaciones de suma y resta de un dígito permite desarrollar tecnología para beneficio de personas con discapacidad visual, encontrando aplicaciones de la mecatrónica en ámbitos sociales.

La viabilidad de desarrollar estos procesos es buena, ya que se realizará con materiales económicos, fáciles de conseguir y de manipular, lo que genera una oportunidad de proyectar a realizar más proyectos al servicio de la comunidad.

La Fundación Santa Lucía de la ciudad de San Juan de Pasto está muy interesada en la articulación con la Universidad Mariana, para el desarrollo del sistema mecatrónico con el propósito de facilitar el acceso y mejorar el aprendizaje las matemáticas de los niños con discapacidad visual, entre los 6 y 12 años.

Referencias

Alfonso Contreras, A.S. (2016). *Aplicación móvil para el aprendizaje del lenguaje braille y la signografía básica usada en las áreas de matemáticas y música en personas videntes* (Trabajo de Grado). Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3224>.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2010). Discapacidad por departamentos. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2018). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda, 2018. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190726-CNPV-presentacion-Narino-Pasto.pdf>
- Gobernación de Nariño. (2019). Nivel educativo. <http://xn--nario-rta.gov.co/>
- Godino, J.D. (2004). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada.
- Grupo Social ONCE. (2021). Documentos técnicos relacionados con el Braille. <https://www.once.es/servicios-sociales/braille/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-el-braille>
- Guzhñay Lucero, A. (2018). *Diseño y construcción de un asistente robótico para el soporte en la enseñanza del lenguaje braille en niños de 6 a 8 años* (Trabajo de Grado). Universidad Politécnica Saleciana Sede Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16324/1/UPS-CT007948.pdf>
- Labrador, D. (2018). La Comisión Braille Española (CBE) nos habla de sus acciones y servicios. <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/salud/guias-y-articulos-de-salud/dias-mundiales-2017/dia-mundial-del-braille-4-de/la>
- Loza Peñaloza, O.P. (2007). Sistema electrónico braille para la ayuda en el aprendizaje de personas no videntes. *Universitas*, 1(7), 209-226. DOI: 10.17163/uni.n7.2006.08
- Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). (2003). *Accesibilidad para personas con ceguera y deficiencia visual*. Organización Nacional de Ciegos Españoles.
- Peña, C.A. y Jerez, Á.C. (2018). Se requiere más colegios con título extra: respeto a la desigualdad. <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/en-colombia-se-necesitan-mas-colegios-con-atencion-a-la-poblacion-con-discapacidad-289084>
- Presidencia de la República de Colombia. (2017). Decreto 1421 del 29 de agosto “por el cual se reglamenta, en el marco de la educación inclusiva, la atención educativa a la población con discapacidad”. <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201421%20DEL%2029%20DE%20AGOSTO%20DE%202017.pdf>
- Rosas, D. y Balmaceda, C. (2008). *Piget, Vigotski y Maturana, constructivismo a tres voces*. Aique Groo Edinor.
- Rueda, C. (1994). *El desarrollo del proceso básico en la lectura braille* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid. https://sid.usal.es/idocs/f8/fdo6288/desarrollo_basico_procesos_lectura_braille.pdf
- Sastre Ávila, J.A. y Peñaranda Palacios, V.L. (2015). *Evaluación del impacto de una interfaz multimedia como apoyo en el proceso de enseñanza de la lectoescritura de las vocales del sistema braille a infantes con discapacidad visual en la etapa preescolar* (Trabajo de Grado). Universidad de San Buenaventura. http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/6876/1/Evaluaci%C3%B3n_impacto_%20interfaz_Sastre_2015.pdf
- Simón, C., Ochaíta, E. y Huertas, J.A. (1995). El sistema Braille: bases para su enseñanza-aprendizaje. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 28, 91-102.
- Universidad Internacional de Valencia. (2018). El uso del braille aplicado a las nuevas tecnologías. <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/el-uso-del-braille-aplicado-las-nuevas-tecnologias>