

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

“DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR  
PARA LA INCLUSIÓN AL SISTEMA BRAILLE”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN DISEÑO

PRESENTA

ENEAS KEVIN GARCÍA LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS

I.D. ERUVID CORTÉS CAMACHO

H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA, AGOSTO DE 2021





# **La forma sigue a la función**

*Louis Sullivan*



# **Dedicatoria**

## **A mi madre Guillermina**

Mi madre, por su apoyo, sacrificio, ternura y sus consejos que han sido los que me impulsan para ser cada día una mejor persona. Por ti y para ti siempre.

## **A mi padre Vicente**

Por tus consejos, tu sabiduría, por tu apoyo, por tus sacrificios, por los valores, por la persona y la calidad de hijo que siempre esperaste, que en paz descanses. Tus consejos y tus palabras las tendré siempre presentes y las llevaré en mi corazón.

## **A mis hermanos**

Diomedes, Ajax, Merit y Sergio  
Por su apoyo, su fuerza y bondad.



# Agradecimientos

Al I.D. Eruvid, por su paciencia, dedicación y por sus consejos.

A la Dra. Luz por su tiempo dedicado, sus consejos, sugerencias y palabras que hicieron que me motivara cada día más.

A la Dra Alejandra Velarde, por su tiempo dedicado, observaciones y sus consejos y motivación que me brindó.

Al Mtro. Armando Rosas por su tiempo invertido en este proyecto, por sus observaciones tan puntuales y sugerencias, por el conocimiento y por sus consejos.

A la Dra. Dalila Cruz por el tiempo invertido, por el apoyo y por sus observaciones, comentarios y sugerencias.

A los niños que participaron para este proyecto.

A la Biblioteca Infantil, Jorge Luis Borges por recibirme y apoyar este proyecto.

Al CAM 56 por permitirme trabajar y desarrollar este proyecto.

A la directora Soledad, a la maestra Iraís y Cinthia, por su apoyo y confianza.

Al CECYD por la ayuda, el apoyo y por recibirme a realizar este proyecto.

A mis amigos, Itzamatul, Beto Palma, Eduk, Fernando, Ulises, Paco, Mara, Ana, Juanita, Ángel, Nadia, Ada, Noé, Erika, Noemi, Edith, Kikin, Chabe, Gary y muchos más... por su apoyo y buenos momentos que hemos compartido.

A la Familia Moya Solano por su apoyo y cariño.

A mi Chonchis y familia Sánchez Molano por su apoyo.

Al laboratorio de lo invisible por permitirme conocerlos y por aprender con todos ustedes.

Y a cada uno de los que participaron de manera directa o indirecta en el desarrollo de este proyecto.

**¡¡ Gracias !!**



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
<b>CAPÍTULO 1. ASPECTOS PRELIMINARES .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	10
1.4 OBJETIVOS .....	12
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	12
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	12
1.4.3 <i>Metas</i> .....	12
1.5. METODOLOGÍA.....	13
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1. SISTEMA HÁPTICO .....	17
2.2. SISTEMA BRAILLE.....	18
2.2.1. SIGNO GENERADOR .....	19
2.3. HERRAMIENTAS DE ENSEÑANZA .....	23
2.3.1. <i>Memorama de figuras geométricas</i> .....	23
2.3.2. <i>Ábaco Cranmer</i> .....	24
2.3.3. <i>Memorama de vocales</i> .....	25
2.3.4. <i>Memorama de texturas</i> .....	25
2.3.5. <i>¿Qué sonido es?</i> .....	26
2.4. INCLUSIÓN AL SISTEMA BRAILLE.....	27
2.4.1. <i>Desarrollo motor</i> .....	28
2.4.2. <i>Destrezas auditivas</i> .....	28
2.4.3. <i>Desarrollo del lenguaje</i> .....	28
2.5. FACTORES BÁSICOS DE ENSEÑANZA .....	29
2.6. HERRAMIENTAS DE ESCRITURA BRAILLE .....	30
2.7. TIFLOTECNOLOGÍA.....	31
2.7.1 <i>Dispositivos tiflotecnológicos</i> .....	32
2.7.1.1. <i>Pc hablado</i> .....	32
2.7.1.2. <i>SonoBraille</i> .....	33
2.7.1.3. <i>Línea Braille</i> .....	33

<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>35</b>
3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA BRAILLE Y HERRAMIENTAS DE APOYO .....	36
3.2. TOOLKIT .....	39
3.3. ENTREVISTA A EXPERTOS.....	39
3.4. A E I O U.....	41
3.4.1. <i>Actividad</i> .....	42
3.4.2. <i>Espacio</i> .....	43
3.4.3. <i>Interacción</i> .....	44
3.4.4. <i>Objetos</i> .....	44
3.4.5. <i>Usuario</i> .....	45
3.5. ¿QUÉ, CÓMO Y POR QUÉ?.....	45
3.5.1. <i>¿Qué es lo que el usuario hace?</i> .....	46
3.5.2. <i>¿Cómo el usuario realiza las actividades?</i> .....	46
3.5.3. <i>¿Por qué el usuario realiza las actividades?</i> .....	47
3.6. DESCRIPCIÓN DEL USUARIO .....	48
3.6.1. <i>Usuario primario</i> .....	48
3.6.2. <i>Usuario secundario</i> .....	50
3.7. SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN.....	51
3.8. MAPA DE INTERACCIÓN DE USUARIO.....	53
3.9. DIAGRAMA DE PRIORIDADES.....	55
3.10. REQUERIMIENTOS.....	58
3.10.1. <i>Requerimientos de los usuarios</i> .....	58
3.10.2. <i>Requerimientos funcionales</i> .....	59
3.4.3. <i>Requerimientos de diseño</i> .....	60
<b>CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL DISPOSITIVO.....</b>	<b>63</b>
4.1 CONCEPTUALIZACIÓN .....	63
4.1.1 <i>Proceso de enseñanza</i> .....	64
4.2. LLUVIA DE IDEAS.....	66
4.3 BOCETOS .....	67
4.3.1. <i>Propuesta 1</i> .....	67
4.3.2. <i>Propuesta 2</i> .....	68
4.3.3. <i>Propuesta 3</i> .....	68
4.3.4. <i>Propuesta 4</i> .....	70
4.4. ANÁLISIS DE SELECCIÓN.....	72
4.5 PROPUESTA SELECCIONADA .....	79
4.6. MODELADO .....	82



4.7. IMPRESIÓN 3D .....	86
<b>CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>91</b>
5.1. PRUEBAS DE USABILIDAD .....	91
5.1.1. <i>Construcción de las pruebas</i> .....	92
5.1.2. <i>Mago de Oz</i> .....	93
5.1.2.1. <i>Descripción de la prueba</i> .....	94
5.1.2.2. <i>Desarrollo de la prueba</i> .....	95
5.1.2.3. <i>Resultados de las pruebas de Usabilidad</i> .....	96
5.1.2.3.1. <i>Efectividad</i> .....	97
5.1.2.3.2. <i>Eficiencia</i> .....	98
5.1.2.3.3. <i>Satisfacción</i> .....	100
5.1.3. <i>Conclusiones de evaluación</i> .....	101
5.2. CONCLUSIONES GENERALES .....	101
5.2.1. <i>Verificación de objetivos</i> .....	103
5.2.2. <i>Aportaciones</i> .....	104
5.2.3. <i>Trabajo futuro</i> .....	105
<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 1. ENTREVISTA A EXPERTOS</b> .....	106
<b>ANEXO 2. GUIÓN DE DESARROLLO DE PRUEBAS DE USABILIDAD</b> . .....	107
<b>ANEXO 3. PLANOS A DETALLE DEL PROTOTIPO</b> .....	109
<b>ANEXO 4 ANTECEDENTE DE PROYECTO DESARROLLADO</b> . .....	115
<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA</b> . .....	116



# ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1.- BRAILLE 'N SPEAK. FUENTE: NOSOLOUSABILIDAD.COM .....	3
FIG. 2.- A B SÉ! FUENTE: A B SÉ! SISTEMA PARA EL APRENDIZAJE DE LECTOESCRITURA EN BRAILLE	3
FIG. 3.- JOGAR. FUENTE: MIPATENTE.COM .....	4
FIG. 4.- SMART BRAILLE KEYBOARD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	5
FIG. 5.- BLITAB. FUENTE: BLITAB.COM .....	5
FIG. 6.- LEGO BRAILLE BRICKS (LADRILLOS BRAILLE). FUENTE: BORED PANDA.ES .....	6
FIG. 7.- BRAILLÍN, SALA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL, BIBLIOTECA DE MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	7
FIG. 8.- HERRAMIENTAS DE ENSEÑANZA DE LA BIBLIOTECA INFANTIL JORGE LUIS BORGES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	9
FIG. 9.- PROCESO DE ENSEÑANZA EN LA BIBLIOTECA INFANTIL JORGE LUIS BORGES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	10
FIG. 10.- PROCESO DE LA METODOLOGÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	13
FIG. 11.- METODOLOGÍA DESIGN THINKING. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	16
FIG. 12.- SIGNO GENERADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	19
FIG. 13.- SIGNO GENERADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	19
FIG. 14.- PRIMERA SERIE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	20
FIG. 15.- SEGUNDA SERIE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	21
FIG. 16.- TERCERA SERIE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	21
FIG. 17.- SIGNOS DE PUNTUACIÓN BÁSICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	21
FIG. 18.- SIGNOS COMPLEMENTARIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	22
FIG. 19.- NÚMEROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	22
FIG. 20.- MEMORAMA, BIBLIOTECA JORGE LUIS BORGES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	24
FIG. 21.- ÁBACO CRANMER, BIBLIOTECA JORGE LUIS BORGES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	24
FIG. 22.- MEMORAMA DE VOCALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	25
FIG. 23.- MEMORAMA DE TEXTURAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	26
FIG. 24.- ¿QUÉ SONIDO ES? FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	26
FIG. 25.- PUNZÓN Y REGLETA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	30
FIG. 26.- MÁQUINA BRAILLE MECÁNICA PERKINS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	31
FIG. 27.- PC HABLADO (1994). FUENTE: TIFLOEDUCA.EU .....	32

FIG. 28.- SONOBRILLE (1998) FUENTE: TECNOLOGÍA PARA LA DIVERSIDAD .....	<b>33</b>
FIG. 29.- LÍNEA BRAILLE. FUENTE: ITE.EDUCACIÓN.ES.....	<b>33</b>
FIG. 30.- MATERIAL ADAPTADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>42</b>
FIG. 31.- RECONOCIMIENTO DEL SIGNO GENERADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>42</b>
FIG. 32.- ESPACIO CAM 56. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>43</b>
FIG. 33.- ESPACIO DE LA BIBLIOTECA JORGE LUIS BORGES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>43</b>
FIG. 34.- INTERACCIÓN CON EL ESPACIO, OBJETOS Y USUARIOS. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA. .....	<b>44</b>
FIG. 35.- OBSERVACIÓN DE USUARIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>45</b>
FIG. 36.- ¿QUÉ HACE EL USUARIO?. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>46</b>
FIG. 37.- CÓMO EL USUARIO REALIZA LAS ACTIVIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>46</b>
FIG. 38.- POR QUÉ EL USUARIO REALIZA LAS ACTIVIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>47</b>
FIG. 39.- MAPA DE INTERACCIÓN DEL USUARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>54</b>
FIG. 40.- DIAGRAMA DE PRIORIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>56</b>
FIG. 41.- REQUERIMIENTOS DE ESTIMULACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>59</b>
FIG. 42.- PROCESO DE ENSEÑANZA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>65</b>
FIG. 43.- LLUVIA DE IDEAS DEL PROTOTIPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>66</b>
FIG. 44.- PRIMERA PROPUESTA, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>67</b>
FIG. 45.- SEGUNDA PROPUESTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>68</b>
FIG. 46.- TERCERA PROPUESTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>69</b>
FIG. 47.- PROPUESTA A DETALLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>70</b>
FIG. 48.- PROPUESTA CUATRO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>71</b>
FIG. 49.- RESULTADOS DE EVALUACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>76</b>
FIG. 50.- PRESENTACIÓN A EXPERTOS Y USUARIOS PRIMARIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	<b>77</b>
FIG. 51.- PRESENTACIÓN A EXPERTOS Y USUARIOS PRIMARIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	<b>78</b>
FIG. 52.- DISEÑO DE PROTOTIPO A DETALLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>79</b>
FIG. 53.- DISEÑO DE PROTOTIPO A DETALLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>79</b>
FIG. 54.- DISEÑO DE PROTOTIPO A DETALLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>80</b>
FIG. 55.- DISEÑO DE PROTOTIPO A DETALLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>80</b>
FIG. 56.- FUNCIÓN DEL PROTOTIPO A DETALLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>80</b>
FIG. 57.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>82</b>
FIG. 58.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>82</b>

FIG. 59.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>83</b>
FIG. 60.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>83</b>
FIG. 61.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>83</b>
FIG. 62.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>84</b>
FIG. 63.- ELABORACIÓN DE MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>84</b>
FIG. 64.- VISTA LATERAL IZQUIERDA Y DERECHA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>84</b>
FIG. 65.- VISTA DE FRENTE, POSTERIOR Y SUPERIOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>85</b>
FIG. 66.- BOTÓN DEL DISPOSITIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>85</b>
FIG. 67.- MODELO ENSAMBLADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>86</b>
FIG. 68.- PROCESO DE IMPRESIÓN. FUENTE: COMUNIDAD.IEBSCHOOL.COM.....	<b>87</b>
FIG. 69.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>88</b>
FIG. 70.- IMPRESORA ANET A8. FUENTE: 3DMARKET. ....	<b>88</b>
FIG. 71.- DIVISIÓN DEL PROTOTIPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>89</b>
FIG. 72.- PROTOTIPO IMPRESO EN 3D. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>89</b>
FIG. 73.- PROTOTIPO IMPRESO EN 3D. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>89</b>
FIG. 74.- EXPLORACIÓN DE PRE-BRAILLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	<b>95</b>
FIG. 75.- USUARIO CON PRE-BRAILLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>96</b>
FIG. 76.- USUARIO REALIZANDO TAREAS CON PRE-BRAILLE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	<b>96</b>



# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPARACIÓN DE DISPOSITIVOS.....	<b>8</b>
TABLA 2. PROCESO DESCRIPTIVO DE LA METODOLOGÍA.....	<b>14</b>
TABLA 3. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE HERRAMIENTAS DE ESCRITURA, OPERACIONES MATEMÁTICAS Y JUEGO DIDÁCTICO DEL SB.....	<b>36</b>
TABLA 4. ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS DE LA BIBLIOTECA JORGE LUIS BORGES.....	<b>38</b>
TABLA 5. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN AEIOU.....	<b>41</b>
TABLA 6. LISTA DE NECESIDADES.....	<b>52</b>
TABLA 7. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	<b>60</b>
TABLA 8. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	<b>61</b>
TABLA 9. LISTA DE REQUERIMIENTOS GENERALES.....	<b>62</b>
TABLA 10. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	<b>71</b>
TABLA 11. EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE USUARIOS.....	<b>72</b>
TABLA 12. EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	<b>73</b>
TABLA 13. EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	<b>74</b>
TABLA 14. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.....	<b>81</b>
TABLA 15. TABLA DE TAREAS POR NIVELES.....	<b>93</b>
TABLA 16. EFECTIVIDAD DE LAS PRUEBAS DE USABILIDAD.....	<b>97</b>
TABLA 17. RESULTADOS DE EFECTIVIDAD PARA CADA UNO DE LOS NIVELES.....	<b>98</b>
TABLA 18. RESULTADOS DE EFICIENCIA POR CADA UNA DE LAS PRUEBAS.....	<b>99</b>
TABLA 19. RESULTADOS DE EFICIENCIA POR CADA UNA DE LAS TAREAS.....	<b>99</b>
TABLA 20. RESULTADOS PARA LA EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN.....	<b>100</b>





# Introducción

En México, la discapacidad visual (DV) se reporta como la segunda discapacidad en la población y de este segmento un 58.4% presentan condiciones severas o graves; esta condición afecta directamente la percepción de imágenes en forma total (ceguera) o parcial (debilidad visual) y al mismo tiempo afecta la identificación de objetos ya conocidos o que se presentan por primera vez (INEGI, 2014).

Uno de los problemas fisiológicos asociados con la DV es el desarrollo motriz, el cuál genera una dependencia que afecta el desempeño en la vida cotidiana de las personas.

En el país existen centros especializados en la atención a personas con discapacidades múltiples y espacios 100% dedicados a la educación y enseñanza del sistema Braille (SB) para personas con ceguera. El SB es uno de los sistemas de escritura que se utiliza actualmente en la señalización de espacios y en libros adaptados para las personas con DV. Para su enseñanza, en los centros especializados se utilizan herramientas construidas con materiales que son de fácil acceso con vida útil corta, presentando dificultades para la inclusión y el trabajo del desarrollo de sus sentidos. Mediante una investigación de campo con personas responsables de la educación para personas con DV, se obtuvo la información necesaria sobre la falta de innovación en los materiales de apoyo que actualmente utilizan.

En este proyecto se diseñó, construyó y se evaluó con usuarios una herramienta de inclusión al SB, esta herramienta busca motivar y generar interés a niños que se encuentran en la etapa de inclusión al SB y se propone usar materiales duraderos y elementos tecnológicos que actualmente se utilizan en dispositivos de uso diario.

El desarrollo de este proyecto se basó en la metodología Design Thinking que se centra en el usuario para generar ideas innovadoras.

En el capítulo uno se describieron los aspectos preliminares de la investigación, las herramientas que actualmente existen y su accesibilidad para los usuarios, además del proceso que se llevó a cabo durante el desarrollo de este proyecto.

En el capítulo dos se describió toda la información que se obtuvo de diferentes fuentes de dispositivos existentes.

Capítulo tres, se desarrolló la metodología implementada para este proyecto y se describe cada una de las etapas y se obtuvieron los requerimientos.

Posteriormente en el capítulo cuatro se conceptualizó y desarrolló un proceso de enseñanza que fue implementado con el dispositivo, se generaron y se analizaron las propuestas de diseño, además, se seleccionó y construyó el dispositivo.

Por último, en el capítulo cinco se describieron las pruebas de usabilidad del prototipo con usuarios y se obtuvieron los resultados, de eficacia, eficiencia y satisfacción, mediante la técnica de evaluación Mago de Oz.

# Capítulo 1

## Aspectos preliminares

### 1.1. Antecedentes

Desde 1878 el SB se considera como método universal y se ha utilizado para la enseñanza aprendizaje en personas ciegas o débiles visuales, desarrollándose investigaciones y proyectos que integran a las personas ciegas a la sociedad. Existen artículos y proyectos con la intención de enseñar el SB para personas con y sin ceguera, demostrando así que en la actualidad se comienza a diseñar para las personas de manera inclusiva (Ministerio de Educación Española, 2013).

El uso de la tecnología es importante para las personas con DV ya que brinda la posibilidad de realizar tareas cotidianas que antes no eran posibles como: leer un libro, acceso a internet, consultar el correo electrónico, etc. Y al mismo tiempo rompe la barrera de la comunicación ya que los nuevos sistemas informáticos están siendo diseñados y adaptados para todas las personas (Ministerio de Educación Española, 2013).

El desarrollo de tiflotecnologías ha sido de gran ayuda para la integración de personas ciegas al mundo de la tecnología, y se han usado en proyectos de usabilidad con metodologías como el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), el cual es definido por la Usability Professionals Association (UPA) como un enfoque de diseño cuyo proceso está dirigido por la información de las personas que van a hacer uso del producto (Montero & Santamaría, 2009).

Las personas en condición de ceguera y con baja visión requieren de material y equipo especializado que le permita el acceso a información en un universo visual donde la mayoría de la información está pensada y diseñada para ser vista (Meziat & Camargo, 2009).

La integración y la inclusión surgen con el propósito de otorgar conocimiento a todos por igual, centrándose en el desarrollo de las capacidades de cada persona y no de sus dificultades. Así también proporcionan una educación de calidad para todos aquellos que se encuentren en situación de desventaja o vulnerabilidad (Crisol, Martínez, & El, 2015).

Dussán (2003) afirma que los progresos tecnológicos, motivan al estudiante con DV a generar un gusto y una facilidad por el aprendizaje, ya que con estos progresos tecnológicos se asegura efectividad en la formación del alumno.

Existen dispositivos, software y aplicaciones digitales, algunos de ellos son: Braille'n Speak (Fig. 1) el cual consta de seis teclas, este es un dispositivo para alumnos de 12 – 14 años de edad y posee funciones de procesador de textos, posible de conectar a una computadora para compartir información. Es un dispositivo para que el alumno realice apuntes en braille e imprimirlos en tinta y braille. Este fue lanzado en 1987, por Deane Blazie, pionero en desarrollo tecnológico durante los años setenta y ochenta según la Fundación Americana para Ciegos (AFB).



Fig. 1.- Braille 'n Speak. Fuente: nosolousabilidad.com

El ABSé (Fig. 2) es un dispositivo lúdico diseñado a nivel prototipo el cual está dirigido para el aprendizaje del SB mediante los sentidos, dirigido a la población vidente e invidente, cuenta con botones con texturas los cuales emiten un sonido dependiendo de su función.



Fig. 2.- A B sé! Fuente: A B Sé! Sistema para el aprendizaje de Lectoescritura en Braille

**JOGAR (Fig. 3)** consiste en un tablero lúdico electrónico con un cuadratín que consta de piezas llamadas hongos, con las que los niños forman una letra, sílaba o palabra, y al finalizar aprietan un botón, si está escrita correctamente se va a escuchar fonéticamente, de lo contrario no se emitirá sonido alguno. Además, para desarrollar el tacto tiene unas fichas y regletas para formar palabras, lo cual sensibiliza su sentido del tacto mientras amplía su vocabulario (Dávalos, 2006).



Fig. 3.- JOGAR. Fuente: mipatente.com

El **Smart Braille Keyboard (SBK)** (Fig. 4), es un teclado para la enseñanza-aprendizaje del SB, contiene el signo generador y teclas (ctrl, alt, tab, shift, inicio y fin, además, de las teclas de direcciones) para realizar diferentes operaciones, este dispositivo a nivel prototipo se conecta mediante bluetooth a otro dispositivo e independiente funciona como un block de notas con un sintetizador de voz. SBK es una herramienta atractiva para las personas con deficiencias visuales, específicamente para los usuarios jóvenes y niños. SBK es un dispositivo que facilita el aprendizaje del Braille (Moreno, Garcia, Quintero, & Cruz, 2017).



Fig. 4.- Smart Braille Keyboard. Fuente: Elaboración propia.

También existen dispositivos más sofisticados con un precio alrededor de 2,800 dólares, es decir más de 480 salarios mínimos en México en el 2020. Tal es el caso de la tableta **Blitab** que cuenta con dos pantallas, una táctil y otra en Braille (Fig. 5), funciona con el sistema operativo Android y fue presentado en la Feria de Electrónica de Consumo 2017, una de sus pantallas está destinada a la lectura y escritura en Braille que muestra el texto de una página entera a la vez, sin elementos mecánicos.

Es la primera tableta táctil del mundo para personas con DV mediante un sistema de líquido inteligente que se convierte en pequeñas burbujas para traducir el texto al SB.



Fig. 5.- Blitab. Fuente: blitab.com

Como sistema de lectoescritura basado en diferentes combinaciones de puntos en relieve se encuentra en pruebas piloto **LEGO Braille Bricks** (Ladrillos Braille) como

juguete para que niños con DV o de baja visión aprendan lúdicamente el SB, además los ladrillos legos serán gravados con la letra y número o signo de puntuación correspondiente (Fig. 6).

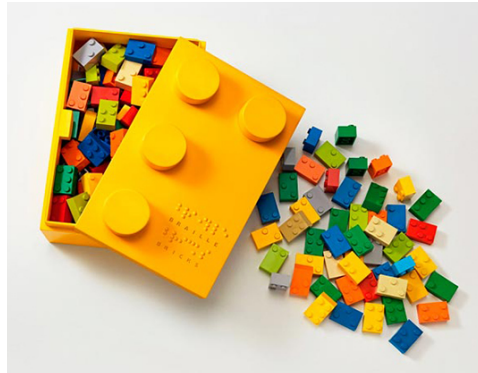


Fig. 6.- LEGO Braille Bricks (Ladrillos Braille). Fuente: boredpanda.es

Por último, el muñeco **Brailín**, promueve desde edades tempranas un acercamiento lúdico e intuitivo a las características del SB. El muñeco Brailín tiene incorporado en su centro seis esferas movibles ordenadas en dos columnas de tres cada una, las cuales conforman el signo generador Braille en gran tamaño. Sus características son:

- Fomenta el juego individual o compartido con otros niños como herramienta de aprendizaje.
- Mejora el desarrollo sensorial a través de la manipulación de diferentes texturas.
- Contribuye al dominio del esquema corporal y de las partes de la cara.
- Contribuye a adquirir nociones espaciales (arriba, abajo, izquierda, derecha).
- Fortalece la autoestima de los niños con DV.



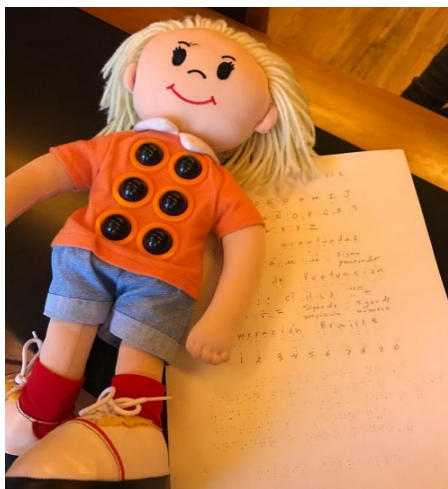


Fig. 7.- Brailín, Sala para personas con discapacidad visual, Biblioteca de México. Fuente: Elaboración propia

De manera general, se han desarrollado herramientas que facilitan la enseñanza-aprendizaje del SB, sin embargo, algunas son únicamente prototipos que integran múltiples funciones como reloj, cronómetro, bloc de notas y tecnología bluetooth, funciones que encarecen los costos de fabricación disminuyendo así, su acceso al público. Otros casos similares son los juguetes que se encuentran en la etapa de desarrollo, estimados como de alto valor adquisitivo (Clarín, 2019).

Algunos de los dispositivos físicos existentes han sido desarrollados fuera de México, sin embargo, el país demanda más de este tipo de dispositivos en las diferentes instituciones dedicadas a la educación para personas con discapacidades visuales, por ejemplo, en la Biblioteca Infantil Jorge Luis Borges en la ciudad de Oaxaca, se desarrollan planes para la enseñanza-aprendizaje del SB, requiriendo herramientas de fácil alcance que faciliten el proceso.

Los dispositivos existentes presentan diferentes características, en la Tabla 1 se presenta un cuadro comparativo en el cual se analizan las ventajas y desventajas de cada dispositivo, su propósito, la tecnología que utiliza y si este mismo existe o fue

desarrollado únicamente hasta prototipo y, por último, si esté es diseñado y desarrollado en México.

**Tabla 1.**

*Comparación de dispositivos.*

Dispositivo	Propósito	Tecnología	Existente	Prototipo	Fuera de México
Braille'n Speak	Herramienta de trabajo, alumno a nivel secundaria (12-14 años)	Sintetizador de voz	Si		Si
ABSé!	Aprendizaje del SB	Sintetizador de voz		Si	Si
Jogar	Dispositivo lúdico	Sintetizador de voz		Si	No
SBK	Enseñanza – aprendizaje (practicar el SB)	Busca como medio a la tecnología		Si	No
Blitab	Herramienta para persona ciega que conoce el SB.	Suficiente que eleva el costo.	Si		Si
Lego Braille Bricks	Juguete lúdico para niños con DV.	Fabricación LEGO.		Si	Si
Brailín	Estimulación temprana hacia el SB	Juguete, fabricado en tela y plástico	Si		Si

Fuente: Elaboración propia.

## 1.2. Planteamiento del problema

La DV es una condición que afecta directamente la percepción de imágenes en forma total o parcial y al mismo tiempo la vista es un sentido global que nos permite identificar a distancia y al mismo tiempo objetos ya conocidos o que se nos presentan por primera vez (CONAFE, 2010). Las personas ciegas obtienen la mayor parte de la información a través del lenguaje oral y la experimentación táctil, mediante una percepción analítica de los estímulos correspondientes (Liébana & Chacón, 2004).

El aprendizaje es la adquisición del conocimiento, es un derecho que no puede dejar a un lado a las personas con esta discapacidad (Moreno, Garcia, Quintero, & Cruz, 2017).

Existen centros donde atienden a las personas con DV (ciegos y débiles visuales) como son los Centros de Atención Múltiple (CAM) con servicios escolarizados de educación especial que tienen como responsabilidad atender a alumnos con discapacidad severa. También existen espacios diseñados para las personas con DV, como la biblioteca Jorge Luis Borges, en la ciudad de Oaxaca, única en su tipo, especializada en menores de edad, jóvenes y adultos con DV y es pionera a nivel nacional, trabajan con personas con DV que se interesen por aprender el SB mediante talleres.

Atienden a un máximo de 15 personas por sesión para tener una mejor atención, y reiteran la falta de herramientas de enseñanza.

Los alumnos que asisten a la biblioteca en su mayoría desde la etapa de inclusión al sistema, son de seis a doce años de edad quienes presentan dificultades en la comprensión.

El proceso de enseñanza se realiza desde la estimulación del sentido del tacto con herramientas construidas por docentes, después se comienza a involucrar a las personas instruyéndolas con un punzón y regleta con la supervisión de un experto, lo cual limita a las personas con ceguera para seguir aprendiendo de manera independiente.



Fig. 8.- Herramientas de enseñanza de la biblioteca infantil Jorge Luis Borges. Fuente: Elaboración

Propia

La inclusión de las personas en el SB que se imparte en la biblioteca infantil Jorge Luis Borges inicia a partir de los 6 años y carece de herramientas de apoyo durante la inclusión al SB, el proceso de enseñanza es mediante información oral. La biblioteca infantil cuenta con un proceso de enseñanza, el cual se ilustra a continuación:

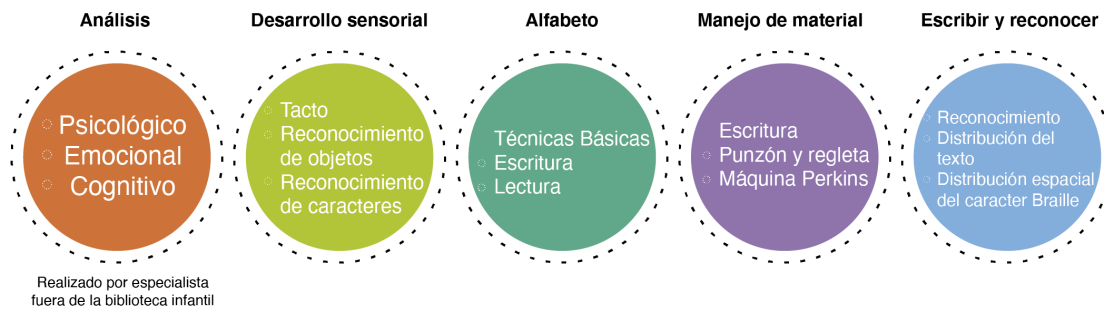


Fig. 9.- Proceso de enseñanza en la biblioteca Infantil Jorge Luis Borges. Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de este proceso se propone desarrollar un dispositivo que tenga la función de facilitar la inclusión al SB que resulta ser benéfico para los centros especializados en la enseñanza, y necesario para las personas objetivo.

### 1.3. Justificación

“Vivimos en una sociedad donde la libertad de expresión, el pluralismo y el acceso a la información científica y tecnológica son esenciales para el progreso hacia el conocimiento equitativo. En estas condiciones se asume que la atención a la diversidad es un derecho y una realidad innegable al igual que el hecho de que cualquier discapacitado cuente con las mismas posibilidades de acceso a los recursos informacionales que el resto de los ciudadanos” (UNESCO, 2005).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo existen 45 millones de ciegos y 135 millones de personas con baja visión, con un 80% de posibilidades de prevenirse o curarse. Sin embargo, la cifra va en aumento.

En México, la ceguera se reportó como la segunda discapacidad para ver, en la población con un 58.4% en condiciones severas o graves para ver; el porcentaje se calculó con base en el total de la población con discapacidad (INEGI, 2014).

En el estado de Oaxaca existen más de 227,000 personas con DV y se reporta como la segunda discapacidad (INEGI, 2016). La difusión del SB como método universal de comunicación escrita para personas ciegas ha sido un factor decisivo a favor de la integración social y educativa de las personas con DV (Frutos, 2007).

Las herramientas didácticas que se consiguen en el mercado suelen ser costosas para nuestra sociedad, por esta razón, es común que los elementos, generalmente con un ciclo de vida corto, sean fabricados por los docentes o los alumnos (Meziat & Camargo, 2009).

Para el coordinador de la biblioteca Jorge Luis Borges, es apropiado utilizar un dispositivo como herramienta ya que actualmente carecen de las mismas para el aprendizaje de los usuarios. (Reyes, 2018).

Existen alumnos que no pueden comprender el SB o que se les dificulta. Se propuso desarrollar un dispositivo auxiliar de enseñanza como ayuda al proceso de inclusión de niños con DV al SB, partiendo del proceso de enseñanza de la biblioteca Jorge Luis Borges.

Esta herramienta se centrará en continuar con el proceso de estimulación de los sentidos y los primeros pasos del SB, creando así una herramienta auxiliar específicamente diseñada como dispositivo de apoyo al proceso de inclusión del SB.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un dispositivo auxiliar para la inclusión al SB para niños débiles visuales y con ceguera de 6 a 12 años que asisten a la biblioteca Jorge Luis Borges en la ciudad de Oaxaca.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Analizar los sistemas de aprendizaje y sus diferentes herramientas de apoyo.
2. Determinar las carencias y necesidades en las herramientas de apoyo con las que cuenta la biblioteca Jorge Luis Borges
3. Definir una herramienta de apoyo para la enseñanza del SB.
4. Diseñar una herramienta de apoyo que se adapte al sistema de aprendizaje de la Biblioteca Infantil.
5. Evaluar efectividad, eficiencia y satisfacción con el prototipo mediante pruebas iterativas con usuarios.

### **1.4.3 Metas**

1. Entrevista con especialistas y usuarios en el proceso de inclusión de los niños con DV al SB.
2. Evaluación de las herramientas de apoyo utilizadas en la biblioteca Jorge Luis Borges para conocer las complicaciones existentes.
3. Análisis comparativo de las herramientas de apoyo.
4. Bocetos y propuesta 3D de la herramienta para el sistema de enseñanza.
5. Resultados de pruebas iterativas con niños ciegos de la biblioteca Jorge Luis Borges.

## 1.5. Metodología

El presente proyecto se basa en la metodología centrada en el usuario Design Thinking de Tim Brown, generando ideas innovadoras, centrándose en los usuarios brindándoles una solución a sus necesidades reales. Consta de cinco etapas (Fig. 10), no es lineal y en cualquier etapa se puede regresar u omitir, ya que es un proceso iterativo, se describe cada etapa a continuación:

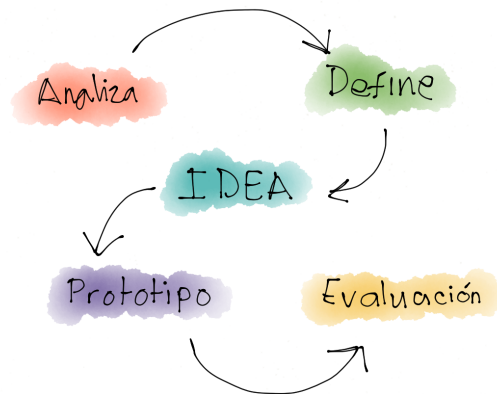


Fig. 10.- Proceso de la metodología. Fuente: Elaboración propia.

Para comenzar con la metodología, se analizó la información acerca del SB, sus herramientas de apoyo y a los usuarios para definir sus necesidades y determinar los requerimientos detectados. Posteriormente se comenzó la etapa creativa en la cual surgieron las ideas que brindaron la mejor solución a las necesidades cumpliendo los requerimientos del problema detectado. A partir de estas ideas generadas se construyeron prototipos de baja fidelidad para evaluarlos con expertos y usuarios primarios y así corroborar el proyecto.

En la Tabla 2 se describe cada una de las técnicas que se usaron en la investigación y cada una de sus etapas.

Tabla 2.

Proceso descriptivo de la metodología.

Etapa	Técnica	Descripción
Analizar	Análisis del SB y herramientas de apoyo	Como está conformado el SB, signo generador, series, signos especiales, herramientas de escritura de inclusión al sistema y tecnología.
	Toolkit	Mediante la generación de material de apoyo para la recolección de información se elaborará material previo a las actividades como las preguntas y la información que se obtendrá de los expertos.
	Entrevistas a expertos	Serie de preguntas para obtener información como la delimitación del problema, las necesidades del usuario y requerimientos del proyecto.
	AEIOU	Observando al usuario como realiza sus actividades, el espacio en el que se desenvuelve, como interactúa, los objetos que utiliza y por último percibir del usuario sus reacciones.
	¿Qué, cómo y por qué?	Fotografiando al usuario, se obtendrá mejor los detalles de qué es lo que hace el usuario, cómo es que lo hace y por qué es que lo hace así. Consiste en tomar fotografías al respecto de ver ¿Qué es lo que hacen? ¿Cómo es que lo hacen? Y ¿Por qué es que lo hacen? Así se ejercitará la observación.
	Descripción del usuario	Delimitar al usuario, su contexto y actividades que realiza.
	Definir	Síntesis de la información



## Capítulo 1 | Aspectos Preliminares

	Mapa de interacción de usuario	Observando al usuario se obtendrá qué tareas realiza con frecuencia en diferentes actividades y qué tipo de tareas realiza.
	Diagrama de prioridades	Dentro de un diagrama se mostrarán las tareas que mayor prioridad tengan a lo largo de las actividades que el usuario desarrolle.
	Requerimientos de diseño	Materiales, tecnología, de acuerdo al usuario.
<b>Idea</b>	Lluvia de ideas	Generando la mayor cantidad de ideas posibles sin considerar alguna idea como mala, manteniéndose dentro del tema y trabajar una idea sobre otra.
	Bocetos	Representando las ideas o partes de ellas como un mecanismo con la ayuda de dibujos rápidos.
	Modelado	Mediante un software de modelado en 3D se generará la propuesta de diseño.
	Planos constructivos	Los planos constructivos se generan de un dibujo en 2D o 3D y son la representación gráfica del proceso de construcción de cualquier tipo de proyecto, estos integran los detalles de cada elemento con dimensiones y a escala.
<b>Prototipo</b>	Prototipos de baja fidelidad	Desarrollar un prototipo que pueda ser manipulado por el usuario sin que ésta sufra alteraciones se considera generar un prototipo con materiales más resistentes.
	Impresión 3D	Elaborar el dispositivo en dibujo 3D en un software especializado considerando dimensiones reales se procederá a imprimir el dibujo en una impresora 3D.
<b>Evaluación</b>	Mago de Oz	Simulando la interacción de las actividades que realizará el usuario con el dispositivo se pretende responder a cada acción que el usuario realice.

Fuente: Elaboración propia

En la Fig.11 se presenta gráficamente y a detalle el proceso de la metodología con cada una de sus etapas.

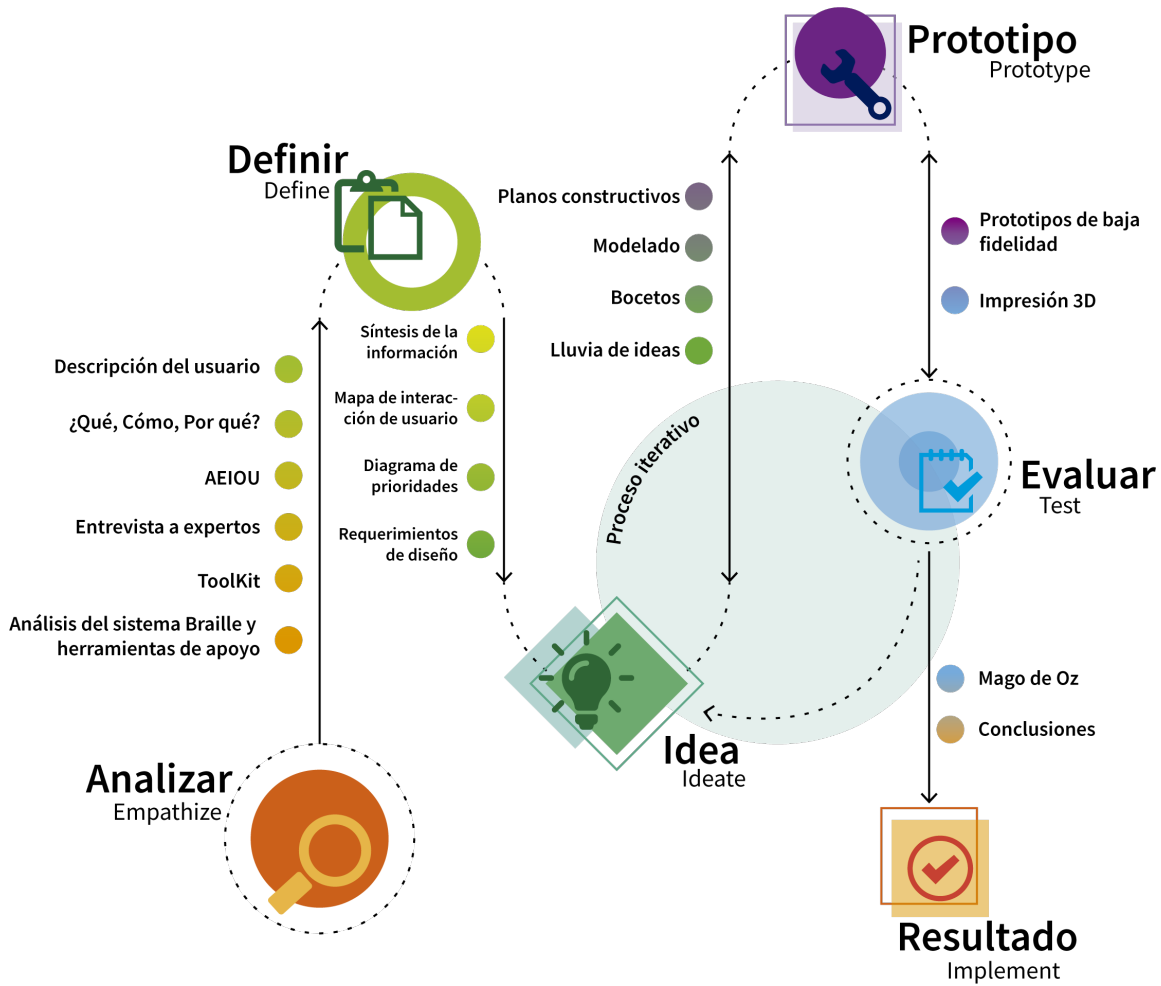


Fig. 11.- Metodología Design Thinking. Fuente: Elaboración propia.

# Capítulo 2

## Marco teórico

### 2.1. Sistema háptico

Para procesar la información de objetos y patrones en alto relieve se utiliza el sentido del tacto y se puede diferenciar como percepción táctil, cenestesia y háptico. (Dezcallar, 2012)

La percepción táctil es toda aquella información que se adquiere mediante la piel y se percibe cuando un objeto estimula un área de la piel por medio de un movimiento o una vibración a diferencia de la cenestesia la cual percibe información mediante los músculos, tendones o articulaciones. Por último, la percepción háptica es la combinación de los sistemas de percepción anteriores, y como resultado se podría decir que la percepción háptica es toda información obtenida a través del uso activo de las manos y dedos. Además, el sistema háptico, es la asociación de los sistemas de percepción, el cual una persona con DV congénita desarrolla en los primeros años de vida.

Por otra parte, el diseño táctil pretende que la mayoría de las personas accedan a la información y al mismo tiempo puedan desenvolverse de manera independiente dentro de la misma sociedad sintiéndose integradas al medio ambiente que les rodea (Martínez & García, 2007). Es importante diseñar para las personas con DV mediante el tacto pues, es una herramienta efectiva para hacerle accesible la información a las personas con DV. Así también estas adaptaciones tanto hápticas, verbales o multisensoriales son en beneficio para casi cualquier otro tipo de usuario (Castro, 2014). El diseñar a través del tacto, además de la forma, otras características importantes son los estímulos (su tamaño, su dureza, su peso o su temperatura) (Rosa & González, 2013). “El diseño háptico se considera, por lo tanto, un perfecto candidato para ser desarrollado en profundidad e implementado en todas las esferas posibles del diseño, y de la vida” (Castro, 2014).

La forma en que una persona con DV accede a la lectura consiste en percibir múltiples combinaciones de puntos en matrices de tres por dos puntos en relieve que forman las letras del SB.

## **2.2. Sistema Braille**

El SB está diseñado y se comprende por medio del sentido del tacto, este se adapta a las yemas de los dedos, y así los signos son transmitidos al cerebro por medio de puntos en relieve. La unidad básica es el signo generador. En este espacio se sitúan los 6 puntos en relieve, distribuidos en dos columnas de tres puntos cada una (Fig. 12).

Cada letra o signo se representa en un solo cajetín, en el que aparecen o no los 6 puntos en relieve, para identificar los puntos, se les atribuye un número del 1 al 6.

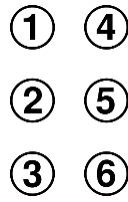


Fig. 12.- Signo generador. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.1. Signo generador

El signo generador del SB mide aproximadamente unos 6.5 mm de alto por 2.5 mm de ancho. La distancia horizontal entre celda es de unos 6 milímetros y la vertical entre líneas es de 10 milímetros, aproximadamente. Estas medidas hacen que la información quepa dentro de la yema de un dedo (Fig. 13).

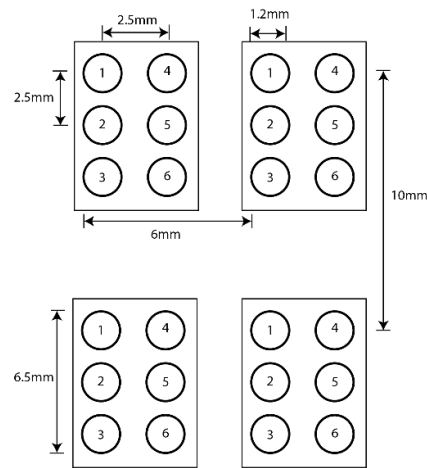


Fig. 13.- Signo generador. Fuente: Elaboración propia.

Partiendo del signo generador el cual es la unidad básica del SB, este está compuesto de seis puntos distribuidos en dos columnas y tres filas, con este se hacen las combinaciones para la escritura del sistema.

El carácter Braille está enumerado según su posición del 1 al 3 en la primera columna y del 4 al 6 en la segunda (de izquierda a derecha).

Mediante combinaciones de puntos en un mismo cajetín se puede obtener 64 disposiciones de los puntos, incluyendo el cajetín en blanco que se utiliza para separar las palabras. Por economía del sistema un mismo signo puede significar cosas distintas, según el contexto donde se utilice o si se antepone otro signo, es por esto que es un sistema y no un simple alfabeto.

Al comenzar a escribir se dejan dos espacios en blanco (sangría) y, entre párrafo y párrafo, es conveniente dejar un renglón en blanco, igual que en tinta. Estos espacios son muy útiles para que el lector pueda localizar fácilmente el inicio de cada párrafo y, así, darle facilidades para ubicarse en el texto. El código está diseñado de manera lógica, mediante series:

1º serie: Usando los cuatro puntos superiores (1,2,4,5) y con ellos se forman las diez primeras letras del alfabeto como se muestra en escritura y lectura (Fig. 14).

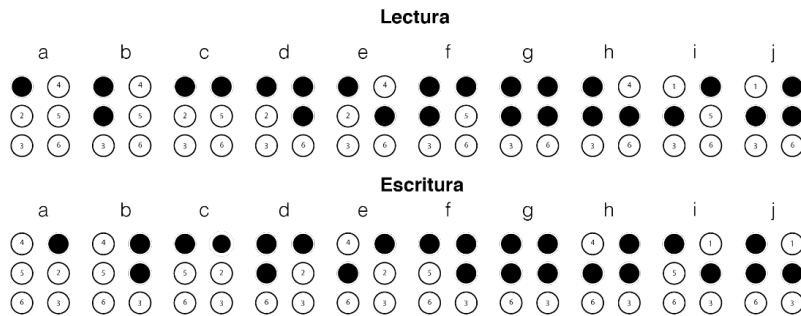


Fig. 14.- Primera serie. Fuente: Elaboración propia.

2º serie: se forma con los puntos de la primera serie, añadiéndoles el punto número 3 y, así, obtenemos las siguientes letras (Fig.15).

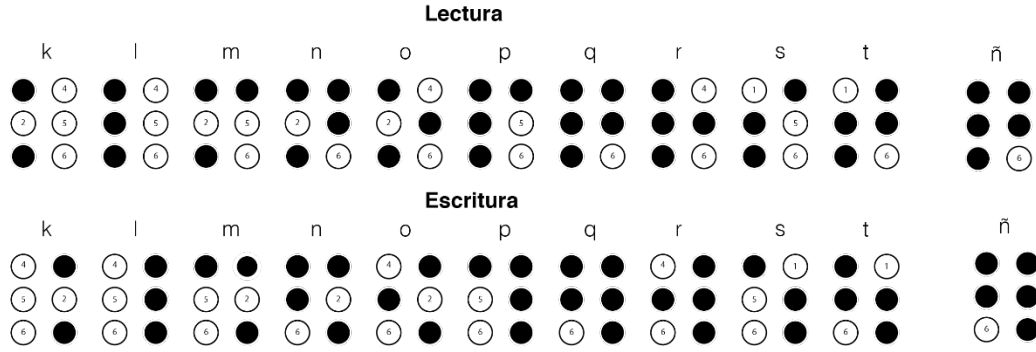


Fig. 15.- Segunda serie. Fuente: Elaboración propia.

3ª serie: se forma con los puntos de la serie 2ª, añadiendo el punto número 6.

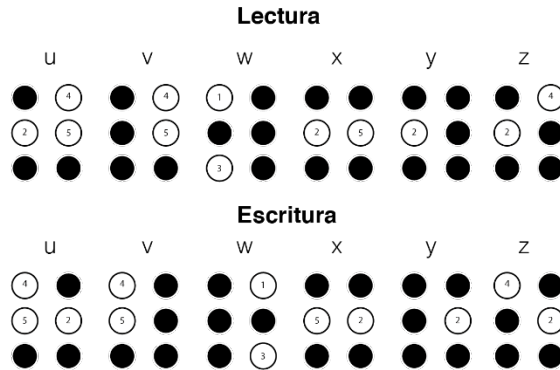


Fig. 16.- Tercera serie. Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, para los signos de puntuación (Fig. 17) se utilizan los de la primera serie, pero utilizando los puntos (2,3,5 y 6) del signo generador.

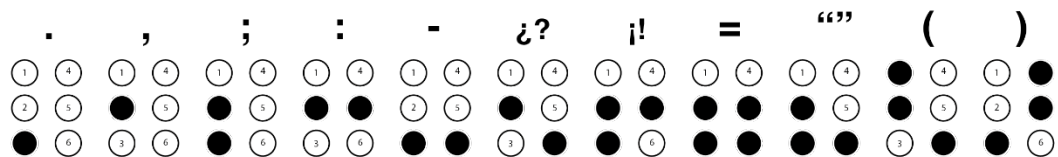


Fig. 17.- Signos de puntuación básicos. Fuente: Elaboración propia.

También son importantes los signos complementarios, los cuales indicarán si son números, o mayúsculas (Fig. 18).

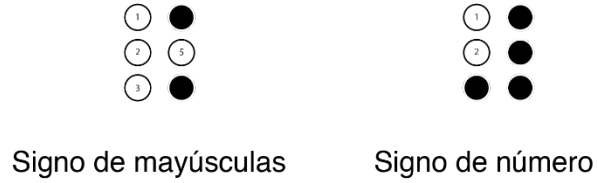


Fig. 18.- Signos complementarios. Fuente: Elaboración propia.

Para los números, primero se coloca el signo de número a la primera serie para formar del 1 al 0 como se muestra a continuación: (Fig. 19)

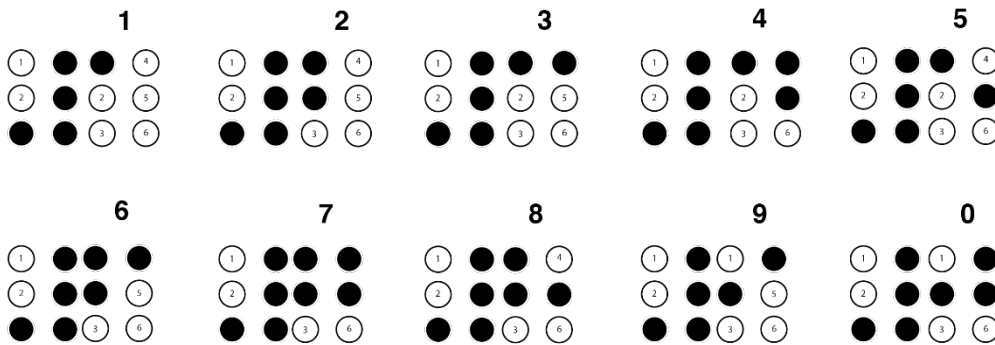


Fig. 19.- Números. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de números de dos cifras únicamente se agrega el signo de número antes de las dos cifras, así, también para generar cifras con puntos decimales es necesario generar la combinación (signo de número + número + signo de punto + número).

Para la estimulación de los sentidos y para ejercitar la memoria en la Biblioteca Infantil hace uso de diferentes herramientas, a continuación, se describen.



### **2.3. Herramientas de enseñanza**

Las herramientas de enseñanza están diseñadas con el fin de contribuir con el propósito del proceso de enseñanza aprendizaje, también están destinadas al aprendizaje autónomo junto a la facilidad de uso, motivan al alumno y tienen el fin de orientar y de desarrollar las capacidades cognitivas como: percepción, memoria y comprensión.

Según la Campaña de Educación Internacional (EI), las herramientas de enseñanza para los docentes y alumnos proporcionan de forma efectiva una educación de calidad reforzando las aptitudes del alumno de manera efectiva (2018).

Una de las herramientas de enseñanza para el desarrollo de las capacidades cognitivas con las que cuenta la biblioteca Jorge Luis Borges es el memorama, el cual consiste en encontrar el par de piezas de madera que contengan la misma figura y textura.

#### **2.3.1. Memorama de figuras geométricas**

El memorama (Fig. 20) tiene diferentes formas como cuadrado, círculo, y triángulos con diferentes texturas en los materiales como madera, lija, papel corrugado, esponja y tela. Orientado por filas y columnas marcadas en el SB que van de A - D, en filas y en columnas.

El usuario describe en voz alta en que fila y en que columna selecciona una pieza y la describe para que los demás recuerden de que pieza habla y saber su posición en el tablero, gana el que más pares haya encontrado.



Fig. 20.- Memorama, Biblioteca Jorge Luis Borges. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. Ábaco Cranmer

El ábaco Cranmer (Fig. 21) es una herramienta que se utiliza para operaciones aritméticas básicas como son: suma, resta, multiplicación y división. Según (Pérez, 2007) entre las razones de su popularidad y su uso son:

- **Rapidez:** ya que con la práctica se puede llegar a hacer las operaciones aritméticas con bastante rapidez.
- **Exactitud:** es muy eficaz.
- **Económico:** no cuesta mucho, no necesita mantenimiento y se reduce el uso excesivo del papel.
- **Portabilidad:** es pequeño, ligero y fácil de llevar.



Fig. 21.- Ábaco Cranmer, Biblioteca Jorge Luis Borges. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3. Memorama de vocales

El memorama de vocales (Fig. 22) tiene como objetivo que el usuario con discapacidad pueda reconocer mediante el tacto el código en Braille de cada una de las vocales, además las letras en relieve para que puedan ser identificadas, su implementación consiste en que el usuario identifique la vocal en el código Braille y después encuentre el par. Esta herramienta fue elaborada por alumnas del sexto semestre de pedagogía que asisten a la biblioteca Jorge Luis Borges para el taller de Braille. El material es de madera, botones y pasta para moldear.

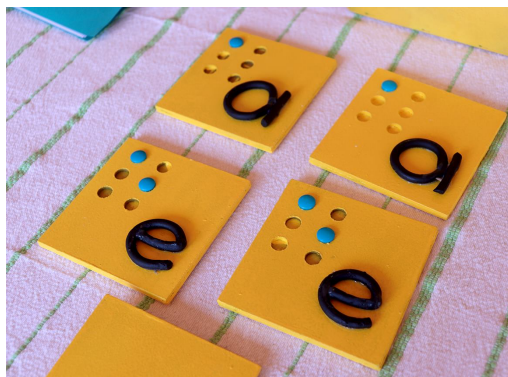


Fig. 22.- Memorama de vocales. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.4. Memorama de texturas

El Memorama de texturas (Fig. 23) para niños con DV que asisten a la biblioteca Jorge Luis Borges, tiene la inicial en Braille de cada textura, como: suave, esponjoso, rugoso, áspero y liso. Su implementación consiste en que el usuario debe reconocer qué tipo de textura es y buscar el par con la inicial de esa misma textura. Está construido de madera y botones, además de que tiene la leyenda en tinta y en Braille de cada una de las texturas. Fue elaborado por alumnas del sexto semestre de pedagogía que asisten a la biblioteca Jorge Luis Borges para el taller de Braille.

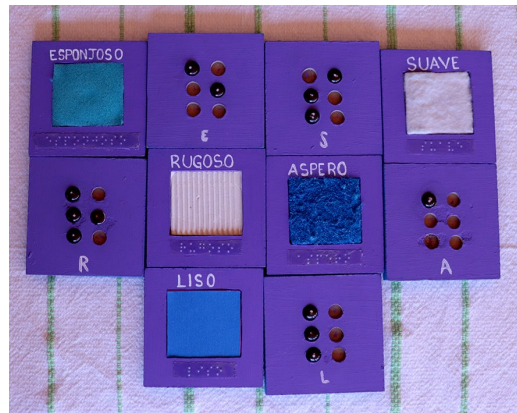


Fig. 23.- Memorama de texturas. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.5. ¿Qué sonido es?

Esta herramienta está dirigida a niños con DV que asisten a la biblioteca Jorge Luis Borges, consiste en una lata que contiene diferentes elementos como: arroz, lentejas, harina, maíz, entre otros, su implementación consiste en que el usuario agite los botes para identificar qué sonido es, además, en la tapadera está escrito en Braille qué elemento contiene. Fue elaborado por una alumna del sexto semestre de pedagogía que asiste a la biblioteca Jorge Luis Borges para el taller de Braille (Fig. 24).



Fig. 24.- ¿Qué sonido es? Fuente: Elaboración propia.

Estas herramientas hacen uso del DB y es necesario de asistencia por un instructor para su correcta implementación.

## 2.4. Inclusión al sistema Braille

**“En un ambiente inclusivo es primordial el respeto y aceptación de todas las personas, independientemente de sus características particulares” (Quijano, 2008).**

Uno de los aspectos más importantes de la educación de las personas con DV tiene que ver con el acceso a la información (Ministerio de Educación Española, 2013).

La inclusión que reciben los niños con DV al SB se basa en procesos y acciones enfocados a disminuir los problemas de aprendizaje y la integración a la información del niño con DV. [...] “El manejo de nuevas técnicas y procedimientos de enseñanza, el uso variado de los materiales, la organización de diferentes dinámicas de trabajo, la selección de espacios de aprendizaje y la realización de adecuaciones al programa de trabajo contribuyen a enriquecer el grupo escolar, incluido al alumno con discapacidad” (CONAFE, 2010).

También favorece identificando y eliminando las barreras de la educación, beneficiando a los alumnos con discapacidad con más riesgo de marginación, exclusión o bajo rendimiento, proporcionándoles igualdad de acceso a la educación (Jordi, 2011).

En el proceso de inclusión al SB, los niños necesitan una evaluación especial, con el propósito de desarrollar sus habilidades y sentidos que les servirán para complementar sus carencias de visión y así poder aprender el sistema, así como otras habilidades para obtener suficientes conocimientos para llevar una vida más autónoma.

Para el desarrollo sus habilidades al máximo se trabajan:

- Desarrollo motor
- Destreza auditiva
- Desarrollo del lenguaje

### **2.4.1. Desarrollo motor**

Para desarrollar el sentido del tacto y el uso de sus manos y poder realizar tareas cotidianas, se deben promover actividades como:

- Movimientos donde flexionen muñecas y dedos.
- Coordinación de manos.
- Actividades para reconocer formas usando sólo las yemas de los dedos (percepción táctil).
- Clasificación de texturas.
- Avanzar con las manos en línea recta, izquierda-derecha, adelante-atrás, etc.
- Introducción básica a la identificación de los símbolos de Braille.

### **2.4.2. Destrezas auditivas**

Las experiencias auditivas ricas en sonidos con significado, sirven de gran ayuda tanto para la enseñanza del Braille como para el desarrollo de un sentido que va resultar esencial en toda la experiencia vital del niño con DV y, que, en cierta forma, actuará de sustituto de su falta de visión (VIU, 2018).

En el desarrollo auditivo se deben realizar ejercicios como:

- Repetir oraciones breves.
- Escuchar y obedecer órdenes.
- Aprender canciones cortas.
- Desarrollo del lenguaje.

### **2.4.3. Desarrollo del lenguaje**

Es importante que los niños interpreten mediante el uso de las manos un lenguaje cuyo significado esté enfocado por experiencias concretas, donde simplemente tocando libros en el SB pueda comprender su significado. En este proceso requieren de ayuda de los padres, quienes lo ideal es que aprendan Braille para comprender el proceso de aprendizaje de sus hijos.

## 2.5. Factores básicos de enseñanza

Existen variables que delimitan la enseñanza del SB y que dependen de las personas según de su situación o condición en que se encuentren (Frutos, 2007).

- Edad y alfabetización, ya que no es lo mismo el aprendizaje de una persona adulta a la de un niño de seis años con sus capacidades al tacto sin desarrollar a comparación de un adulto que perdió la vista y que no está acostumbrado a percibir mediante el tacto.
- Tiempo con la discapacidad, es importante considerar el tiempo con el que ha vivido una persona con esta discapacidad, si es congénita o perdió la vista a cierta edad, además de su destreza motriz.
- Apoyo recibido, por familia, amigos, centros especializados, etcétera.
- Motivación, considerando este aspecto como uno de los más importantes ya que se le fomenta a la persona con discapacidad que el SB es para su bien y para su provecho académico o laboral.
- Uso del Braille, la importancia que tiene el sistema en su vida como para sus estudios o trabajo, también si solo será para lectura o escritura.

Se consideran materiales que motiven el aprendizaje por el cual se adecúa a la edad que vaya dirigido, utilizando palabras cortas con representaciones en relieve con una serie de ejercicios que son fáciles de percibir como los grafemas: a, o, u, e, l, p, á, b, c, d, m, signo de mayúscula, punto, i, n, v, ó, s, g, t, f, r, í, ll, j, z, ñ, é, h, y, ch, ú, q, rr, r, gu. Estas se utilizan a doble espacio para facilitar su lectura (Frutos, 2007).

## 2.6. Herramientas de escritura Braille

La escritura significa un elemento fundamental en la comunicación para las personas con DV. Esta comunicación es muy importante para su integración a la sociedad, también una forma de ser independiente y valerse por sí mismo. Una herramienta de escritura en Braille es el punzón y regleta (Fig. 25) consiste en dos placas de metal o plástico que junto a una bisagra sujetan el papel para aplicar fuerza al cajetín mediante el punzón sobre el papel. El sentido de escritura Braille en el punzón y regleta es de derecha a izquierda y para su lectura de izquierda a derecha.

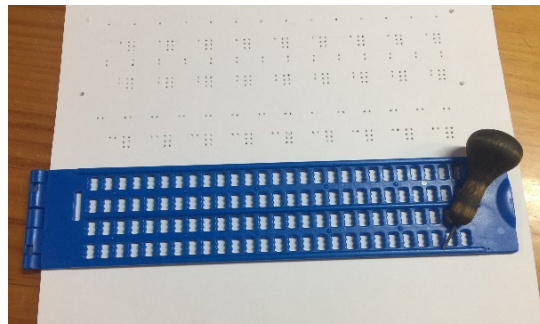


Fig. 25.- Punzón y regleta Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, como herramienta mecánica de escritura existe la máquina Braille mecánica Perkins (Fig. 26), con la diferencia que cuenta con seis teclas del signo generador más una tecla de espacio, tecla de retroceso, salto de línea y utiliza papel más grueso, con éste se genera letra por letra y la ventaja de poder leer mediante el tacto el carácter generado sin necesidad de retirar la hoja, se pueden escribir un máximo de 31 líneas por página, de 42 caracteres cada una.





Fig. 26.- Máquina Braille mecánica Perkins. Fuente: Elaboración propia.

Estas son herramientas más convencionales que existen y donde se escribe sobre el papel en el SB, sin embargo, existen dispositivos tecnológicos para la escritura en el SB donde no es necesario hacer uso del papel, estos denominados tiflotecnológicos.

## 2.7. Tiflotecnología

La introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los centros educativos proporciona al docente una serie de ayudas para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo cual repercute de forma positiva en los alumnos (Pegalajar, 2010). Así también la introducción de las TIC para las personas con DV se adapta como herramienta que motiva al desarrollo y el llevar a cabo actividades de manera independiente en el entorno que se encuentre como una integración a la sociedad. La tecnología que implementan los dispositivos que actualmente existen están pensados para facilitar la interpretación y representación del sistema, estos dispositivos se definen como dispositivos tiflotecnológicos. Y se definen como el "conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a los ciegos y deficientes visuales los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología, con el fin de favorecer su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa" (Pegalajar, 2010)

Además, engloba el conjunto de conocimientos, técnicas y medios en las que interactúan las personas con discapacidad con la tecnología como son:

**Tiflohardware:** dispositivos tecnológicos que interactúan con una computadora, impresoras Braille, calculadoras parlantes, líneas Braille, etc.

**Tiflosoftware:** programas informáticos que se manejan mediante una computadora como, lectores de pantalla.

### 2.7.1 Dispositivos tiflotecnológicos

En este apartado se describen dispositivos tecnológicos existentes para la escritura del SB para las personas con DV.

#### 2.7.1.1. Pc hablado

Es un dispositivo desarrollado por la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) en 1994, utiliza un sintetizador de textos y un teclado Braille con funciones como procesador de texto, bloc de notas, agenda y calculadora. Se puede conectar a la computadora o directamente a una impresora Braille, posteriormente evolucionaría al Sonobrilie en 1998.



Fig. 27.- PC hablado (1994). Fuente: TifloEduca.eu

### 2.7.1.2. SonoBraille

Dispositivo portátil (Fig. 28) está integrado con un teclado en Braille y cuenta con un sintetizador de voz, procesador de textos, gestiona documentos, envía y recibe información, calculadora, agenda y calendario. Además, cuenta con disco duro y puertos de monitor, teclado e impresora.



Fig. 28.- Sonobraille (1998) Fuente: Tecnología para la diversidad

### 2.7.1.3. Línea Braille.

Sistema electrónico que permite realizar una lectura de la pantalla de una computadora mediante el Braille. Es un dispositivo (Fig. 29) para la presentación táctil de la información y aprovecha el sentido del tacto mediante la aplicación de fuerza, vibraciones o movimientos para el usuario, está disponible en diferentes tamaños, con 40 y 80 signos generadores y cuenta con USB, bluetooth y puerto serial.



Fig. 29.- Línea Braille. Fuente: ite.educación.es



## Capítulo 3

# Metodología

En este apartado se describe el proceso que se llevó a cabo para entender la problemática presente y recopilación de información necesaria que permitió desarrollar el dispositivo propuesto y cumplir los objetivos planteados.

Para poder entender mejor el problema, conocer aspectos importantes que se pudieran agregar y adaptar de mejor forma al contexto de los niños, el proceso de investigación consistió en observar de cerca el problema existente.

Al término de este apartado se describen los requerimientos más relevantes encontrados del contexto, elementos a considerar, detalles particulares que a través de un estudio contextual se pueden encontrar y que serán la base en la implementación de la solución.

### 3.1 Análisis del sistema Braille y herramientas de apoyo

El SB es el método universal de comunicación escrita para personas con DV, favorece a la integración social e intelectual de las personas al mundo que les rodea.

El proceso de enseñanza – aprendizaje de la Biblioteca Infantil consta de diferentes etapas que se trabajan con constancia y trabajo repetitivo, por el cual un niño debe trabajar con la supervisión. Es importante que este proceso sea eficaz con las herramientas con las que se cuentan, desarrollando un estímulo emocional.

A continuación, se muestra el análisis de las herramientas existentes y con las que cuenta la biblioteca Jorge Luis Borges. (B.J.L.B)

**Tabla 3.**

*Análisis de características, ventajas y desventajas de herramientas de escritura, operaciones matemáticas y juego didáctico del SB.*

	Característica	Ventaja	Desventaja
Punzón y regleta	Económica y accesible. Los materiales son adecuados. Disponibles en la (BJLB)	Portable, la biblioteca cuenta con esta herramienta.	Reversibilidad del Braille.
Máquina Perkins	Accesible, material adecuado. Disponibles en la (BJLB)	Se puede observar lo que se escribe sin necesidad de maniobrar el papel.	No es portable, ruidosa y se requiere ejercer fuerza considerable. No estimula la parte emocional.
Pc Hablado	Utiliza un sintetizador de voz, desarrollado por la ONCE y tiene más de 20 años.	Dispositivo portable y cuenta con múltiples funciones para procesar texto.	No es accesible
SonoBraille	Evolución del PC hablado e integra mejoras	Dispositivo portable y cuenta con múltiples funciones para procesar texto.	No es accesible
Braillin	Estimula la exploración autónoma de las características especiales del	Se aprende jugando con el muñeco Braillin.	No es accesible

## Capítulo 3 | Metodología

	Característica	Ventaja	Desventaja
	muñeco, incorporadas con un sentido (el aprendizaje del Braille).		
Ábaco Cranmer	Herramienta para operaciones matemáticas, portable y accesible Disponibile en la (BJLB)	Comprensión de las operaciones matemáticas	No estimula lo emocional para aprender.
Memorama	Juego interactivo que trabaja los procesos de memoria y del tacto. Disponibile en la (BIJLB)	Interacción con más personas, desarrolla el sentido del tacto y la memoria	Enfocado al desarrollo del tacto.
Línea Braille	Dispositivo de lectura que convierte textos de una computadora al SB para su lectura mediante el tacto.	Hace uso de la tecnología para una lectura en Braille.	Existe software para la lectura de documentos en una computadora.

Fuente: Elaboración propia.

La BJLB cuenta con las herramientas básicas que se utilizan actualmente para la enseñanza del SB a un nivel básico (de inclusión), están diseñadas para adaptarse a cualquiera que sea el contexto del usuario, sin embargo, es importante contar con una herramienta que se adapte al proceso de enseñanza sin tener como limitante la construcción y/o materiales.

A continuación, se muestra el análisis de las herramientas con las que cuenta la BJLB.

**Tabla 4.**

*Análisis de herramientas de la Biblioteca Jorge Luis Borges.*

Herramienta	Observación	Aspectos a considerar
Memorama	Esta herramienta está elaborada manualmente, poca calidad en los acabados.	Interacción en grupo. Reforzar conocimientos.
Ábaco Cranmer	Herramienta específica para la enseñanza de operaciones matemáticas.	Integrar el aprendizaje con dinámicas en grupo.
Punzón y Regleta	Cumple su función, pero varía en materiales, no altera su funcionamiento	Hacer dinámicas las actividades haciendo uso de sus sentidos.
Máquina Perkins	Herramienta que generalmente lo utilizan personas que ya hacen uso del SB adecuadamente.	Evitar el esfuerzo al presionar las teclas.
Memorama de vocales	Hace uso del Braille y únicamente es para vocales. El usuario tiene que identificar a que vocal corresponde.	Poder escribir dentro de la tabla la vocal.
Memorama de texturas	Hace uso del Braille, y el usuario tiene que identificar la inicial y la textura que le corresponda.	Poder escribir dentro de la tabla el tipo de textura.
¿Qué sonido es?	Hace uso del Braille, el usuario tiene que agitar y reconocer el sonido.	Integrar el tacto para conocer el elemento dentro de la lata.

Fuente: Elaboración propia.

Para este proyecto se realizaron diferentes técnicas de apoyo para recolectar información y conocer las herramientas con las que cuenta la biblioteca Jorge Luis Borges, éstas son parte del proceso de enseñanza. A continuación, se describe cada técnica elaborada y los resultados obtenidos.



## **3.2. Toolkit**

Es una técnica para la generación de material previo como apoyo a una entrevista con especialistas. Para este proyecto se consideró generar una entrevista (Anexo 1) la cuál se aplicó al coordinador de la biblioteca infantil Jorge Luis Borges, a una Profesora del Centro de Atención Múltiple (CAM) y a la responsable de la sala de Braille en el Centro de Atención Integral para Ciegos y Débiles Visuales (CECyD) para obtener información acerca del procedimiento de enseñanza del SB en niños con DV. Los resultados de esta entrevista se describen a continuación.

## **3.3. Entrevista a expertos**

De la entrevista (Anexo 1) realizada al coordinador de la Biblioteca Infantil, (Luis Alberto Reyes), se puede resaltar que el SB es un sistema demasiado complejo, que requiere de mucha práctica y memoria para aprender distintas combinaciones y reglas de escritura. El proceso de aprendizaje al principio es lento pero una vez comprendido el sistema se va haciendo menos complicado, el tiempo que tarda una persona en aprender varía dependiendo del interés que le dedique, pero se estima que en cuatro meses aproximadamente se tiene un gran avance porque la inclusión es un proceso que lleva tiempo. Respecto al uso de dispositivos tecnológicos son un distractor porque un niño se distrae rápidamente con un teléfono y al mismo tiempo se debería de aprovechar esa herramienta con las funciones adecuadas.

Uno de los principales problemas que existen es que el niño con DV no acude regularmente a los talleres y no lo practica en casa.

Además, el SB es reversible, para su escritura de derecha a izquierda y para su lectura de izquierda a derecha.

Como herramienta de escritura la biblioteca cuenta con el punzón – regleta y la máquina Perkins, los cuales son las herramientas indispensables para la escritura en Braille, como herramienta de inclusión cuenta con diferentes materiales los cuales son elaborados y donados por alumnos que asisten al taller de Braille. Los materiales utilizados en estas herramientas de escritura son, metal, plástico y madera, los cuales no les presenta ningún inconveniente para su manipulación, pero si sufren un deterioro con el tiempo, sin embargo, no influyen en su proceso. “El disponer de una herramienta adicional al proceso de enseñanza que se imparte en la biblioteca sería interesante, pues entre más elementos de apoyo a la interpretación del SB serían de gran ayuda” (Alberto, 2018).

De la entrevista realizada a la profesora del CAM 56 se obtuvo que es importante una estimulación temprana en niños con DV, pues son las bases con las cuales el niño con discapacidad logrará interpretar y dominar el SB.

Así también, coincide en la complejidad del SB y la falta de trabajo en el hogar. Las herramientas que se utilizan en el CAM para la enseñanza del SB están limitadas y construidas por el personal mismo. (Rojas, 2019)

Por otra parte, la responsable de la sala Braille en el CECyD destaca que los problemas que presenta el niño con DV son la distracción y la sensibilidad que presentan, pues no todos han sido intervenidos a la misma edad además que la percepción auditiva es elemental. “La distracción es el principal problema, porque se puede aprender jugando” (Jiménez, 2019).

Las herramientas de inclusión son construidas por la institución y su tiempo de vida es corto.

### 3.4. AEIOU

Técnica de observación, consiste de cinco etapas (Tabla 5) y su objetivo es conocer al usuario y su entorno mientras lleva a cabo el proceso de aprendizaje del SB.

**Tabla 5.**

*Técnica de observación AEIOU.*

Actividades	Identificar las acciones que los niños con discapacidad realizan para desarrollar las actividades.
Espacio	Identificar el espacio de trabajo y cómo se conforma.
Interacción	Observar cómo es el comportamiento y las acciones que se llevan a cabo para desarrollar las actividades.
Objetos	Observar los elementos relacionados con los niños para desarrollar las actividades como las herramientas que utilicen.
Usuario	Percibir las reacciones que los niños tienen al desarrollar actividades y qué opiniones tienen al respecto del tema.

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de observar el contexto del usuario considerando cada uno de estos factores fue necesario analizar cada uno de estos parámetros los resultados se describen en las figuras (30 - 35).

### 3.4.1. Actividad

En el Centro de Atención Múltiple (CAM) 56, se observó que el usuario realiza las mismas actividades que un grupo de usuarios con discapacidades diferentes, pero adaptadas a él. Como ejemplo de actividad el usuario tiene que colorear una imagen por tal motivo, la imagen debe ser adaptada (Fig. 30).

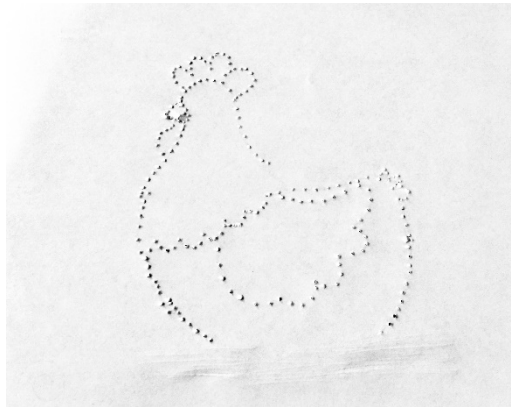


Fig. 30.- Material adaptado. Fuente: Elaboración propia.

Para el aprendizaje del SB el CAM 56 cuenta con un tablero de cartón; hecho por la propia profesora (Fig. 31), esta actividad tiene como propósito que el usuario reconozca la distribución del signo generador mediante tapas de café y garrafón de agua.



Fig. 31.- Reconocimiento del signo generador. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2. Espacio

El espacio con el que cuenta el CAM 56, está conformado por dos pizarrones y de material visual no adaptado a personas con DV y mucho menos a su alcance (Fig. 32).



Fig. 32.- Espacio CAM 56. Fuente: Elaboración propia.

Para el CAM 56 y la Biblioteca Jorge Luis Borges (Fig. 33) el espacio no presenta ninguna dificultad para desplazarse dentro del aula.



Fig. 33.- Espacio de la biblioteca Jorge Luis Borges. Fuente: Elaboración propia.

En el CECyD el espacio está diseñado específicamente para personas con DV tanto dentro del aula como fuera.

### 3.4.3. Interacción

Los usuarios interactúan de diferentes maneras, por ejemplo: generan algún sonido con los objetos que tocan, huelen los objetos y en algunos casos los prueban. En el aula interactúan con una silla, una mesa, compañeros de clase y con el responsable del aula. En la interacción que ellos realizan con las herramientas de aprendizaje se pudo observar que sus movimientos son muy bruscos y con fuerza desmedida la cuál presenta dificultades con objetos pequeños, además, muestran interés por teléfonos inteligentes que los padres poseen.

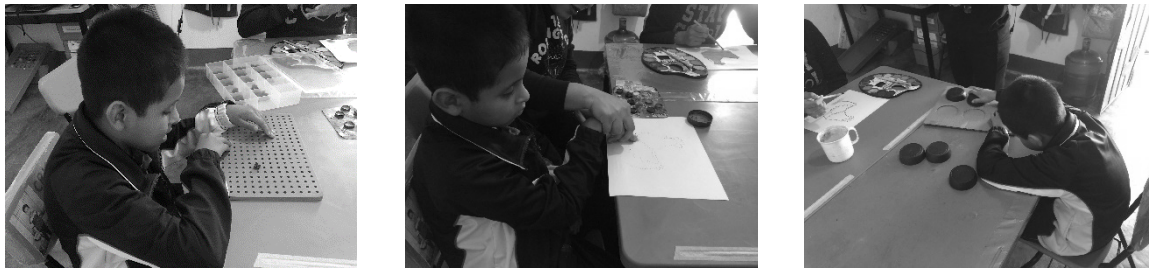


Fig. 34.- Interacción con el espacio, objetos y usuarios. Fuente Elaboración propia.

### 3.4.4. Objetos

Los objetos con los que los usuarios están rodeados son los esenciales en un aula como son: silla y mesa, además de las herramientas de aprendizaje las cuales ya se describieron anteriormente. Los materiales con los cuales están construidos estos objetos no presentaron algún inconveniente a la hora de su manipulación. El tamaño de los objetos es un factor importante pues, presentan dificultades para levantar y sujetar, por eso mismo es recomendable objetos con un tamaño recomendable.

### 3.4.5. Usuario

Mediante la observación se puede definir que el usuario participa en clase, tiene la capacidad de recordar el reglamento, eventos, el espacio y actividades.

Su postura durante la clase no es la correcta pues la mayor cantidad del tiempo observan hacia abajo, las manos en constante movimiento y tiende a generar ruido con los objetos mediante movimientos bruscos. En cuanto a las actividades presenta dificultades para realizarlas, como levantar, sujetar y reconocer objetos también actividades en las cuales no participa como relacionar objetos mediante colores.



Fig. 35.- Observación de usuarios. Fuente: Elaboración propia.

## 3.5. ¿Qué, Cómo y Por qué?

Con fotografías de apoyo se describen las actividades que el usuario hace, cómo las hace y por qué. Esto con el fin de obtener información necesaria para conocer el comportamiento dentro del aula, las necesidades y gustos particulares así también generar requerimientos de implementación del dispositivo. Estas observaciones se llevaron a cabo durante siete días en el CAM 56 para poder definir el comportamiento del usuario.

### 3.5.1. ¿Qué es lo que el usuario hace?

Dentro del aula se pudo observar que el usuario muestra desinterés por las actividades y en algunos casos suele dormirse en el aula.

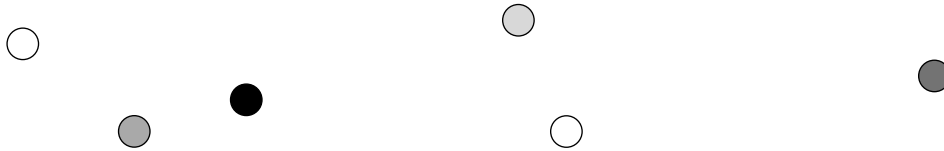


Fig. 36. -¿Qué hace el usuario? Fuente: Elaboración propia.

- La postura para realizar actividades no es la correcta.
- No tiene buena coordinación en los movimientos con las manos.
- No tiene control del material de aprendizaje.
- No se integra en ciertas actividades de clase.
- Requiere de ayuda específica para realizar algunas actividades.

### 3.5.2. ¿Cómo el usuario realiza las actividades?

Durante esta observación el usuario realiza las actividades ya planeadas por el docente, como realizar ejercicios de repetición como insertar piezas en un tablero (Fig. 37).

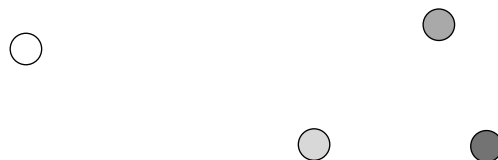


Fig. 37. -¿Cómo el usuario realiza las actividades. Fuente: Elaboración propia.





Es importante conocer el comportamiento del usuario, su forma de interactuar y conocer las capacidades que este mismo tenga dominadas. Es fundamental para entender qué acciones puede desarrollar y cuáles son las correcciones que necesita para un desempeño óptimo.

## 3.6. Descripción del usuario

Al diseñar dispositivos para usuarios con necesidades especiales se deben considerar las actividades, limitaciones, los objetos que lo rodean, la interacción que existe con objetos, al usuario y al entorno sobre el cual se hará uso del dispositivo.

Este tiene como misión adaptarse a las necesidades del usuario y de todo lo que lo rodea, por lo cual es importante definir las características particulares de quienes harán uso.

El usuario primario será quien estará en contacto directo con el dispositivo, quien tiene que hacer uso del objeto en mayor tiempo. El usuario secundario será aquel que tiene una relación indirecta con el dispositivo y es quien asiste al usuario primario en forma de apoyo en el uso correcto y la ejecución adecuada de las actividades.

### 3.6.1. Usuario primario

**Género:** Indistinto.

**Edad:** 6 años en adelante (edad biológica).

**Grado académico:** Primer grado de primaria en adelante.

**Ubicación geográfica:** Residentes del municipio de Oaxaca de Juárez, Oax. y área metropolitana.

**Tipo de discapacidad:** Discapacidad visual.

### **Descripción general.**

El usuario para este proyecto son niños con DV de 6 a 9 años que asisten a la biblioteca Jorge Luis Borges para el taller de inclusión al SB, Centro de Actividades Múltiples (CAM 56) y al Centro de Atención Integral para Ciegos y Débiles Visuales (CECyD) La mayoría de ellos son residentes del municipio de Oaxaca de Juárez, Oax. y área metropolitana.

Para considerar las necesidades del usuario, se plantea una edad considerable en la educación básica (primaria), también se consideró que, preferentemente no presenten un desorden entre su edad mental y su edad cronológica, así también alguna otra discapacidad.

Tanto en la Biblioteca Jorge Luis Borges como en el CAM y CECyD los niños con DV reciben apoyo para el aprendizaje del SB por lo tanto se definen actividades que el niño con discapacidad pueda realizar y superar.

Actividades que el usuario debe realizar:

#### **Estímulos sensoriales, el usuario debe:**

- Aumentar el estímulo del tacto.
- Aumentar el estímulo del oído.

#### **Percepción espacial, el usuario debe:**

- Comprender la disposición del entorno que le rodea.
- Distribuir objetos en el espacio, de manera organizada.
- Manejar las distribuciones espaciales, (izquierda, derecha, arriba, abajo, frente y detrás).

**Actividades que el usuario debe superar:**

- Dificultades en el desarrollo de motor grueso y fino.
- Falta de atención, distracción o dificultades auditivas.
- Problemas de memorizar.
- Malos hábitos de estudio.
- Dificultades de lenguaje.
- Dificultades de interacción y empatía.
- 

A causa que los niños con DV son intervenidos a distintas edades y con una supervisión en algunos casos poco efectiva, de los aspectos mencionados unos puedan ser dominados, superados o están en el proceso de corrección.

### **3.6.2. Usuario secundario**

**Género:** Indistinto.

**Edad:** Indistinto

**Grado académico:** (Licenciatura, maestría o doctorado) en educación especial.

**Ubicación geográfica:** Residentes del municipio de Oaxaca de Juárez, Oax.

Y área metropolitana.

#### **Descripción general.**

El usuario secundario es quien tiene una relación indirecta con el dispositivo, para el desarrollo de esta tesis el usuario secundario es quien implementará las actividades que el usuario primario deberá realizar, facilitar en todo momento los elementos con los cuales esté compuesto dicho dispositivo.

Se identificó como usuario secundario a quienes atienden a niños con DV en la Biblioteca Jorge Luis Borges y en el Centro de Atención Múltiple CAM 56, estos últimos además de atender a un niño con DV también atienden a más niños con otro tipo de discapacidad en un mismo espacio.

### **3.7. Síntesis de la información**

En el capítulo anterior se muestra la investigación realizada y al comienzo de este capítulo se muestran los resultados obtenidos del análisis con el que inicia la metodología de este proyecto, los cuales permiten plantear un panorama más claro y un camino a seguir durante el proceso para conceptualizar una solución que cubra las necesidades encontradas. A continuación, se retoma información de las observaciones realizadas a los usuarios durante el proceso de inclusión al SB.

- Se identificó que la educación basada en memorizar y poco contacto con materiales especializados, genera desinterés por parte de los niños y distracción en clase. Esto no permite un aprendizaje en la comprensión y razonamiento que es fundamental en la vida académica de cada persona para poder aspirar a un desempeño óptimo en un futuro.
- Considerando que el juego para el ser humano se presenta de manera natural y que su inclusión a la educación no solo estimula los sentidos y mantiene un interés por parte de los niños, además sirve para un mayor desempeño en el aprendizaje. Se observó que los niños muestran mayor interés por dispositivos electrónicos como teléfonos celulares o elementos que emitan sonido, mediante la observación e interacción que los niños tienen con dispositivos de sus padres.

- Se han desarrollado diferentes medios para una inclusión al SB, mencionados anteriormente, estos están diseñados para una mejor comprensión del sistema, sin embargo, los niños requieren de más estimulación de sus sentidos.
- Con el SB una persona con DV tiene acceso a la información impresa mediante el tacto. Es por esto la importancia de comprender el sistema, que se emplea desde edades tempranas, mediante el desarrollo motriz, destreza auditiva y desarrollo del lenguaje. Este proceso se lleva a cabo mediante herramientas específicas para la enseñanza – aprendizaje, y de inclusión al SB, además de dispositivos tecnológicos que cuentan con funcionalidades específicamente para una persona que ya comprende y domina el SB. Las herramientas de inclusión son indispensables para la estimulación de los niños pues se trabajan y refuerzan diferentes sentidos.
- La estimulación de los sentidos del tacto y el auditivo son importantes porque las personas con DV desarrollan mejor estos sentidos, en el caso de los niños es importante atraer su atención mediante elementos interactivos.

Por último, se concentra esta información en una tabla de necesidades generales que se deben cumplir para este proyecto.

Tabla 6.

*Lista de necesidades.*

Necesidad	Descripción
Generar Interés	Mediante elementos que estimulen sus sentidos
Jugar	El juego mantiene un interés y hace mas dinámico su aprendizaje
Elementos estimulantes	Como texturas, sonidos, luces u olores.
Desarrollo motriz	Continuar con el desarrollo de la motricidad gruesa y fina.
Destreza auditiva	Estimular mediante sonidos e indicaciones.
Desarrollo del lenguaje	Comprender las indicaciones.

Necesidad	Descripción
Elementos interactivos	Mecanismos simples con elementos que no sean complejos.
Resistente	De un material resistente a caídas.

Fuente: Elaboración propia

### 3.8. Mapa de interacción de usuario

Después de haber analizado la información, mediante un proceso de observación, se buscó comprender cuál sería la mejor forma de generar interés a los niños basándose de los elementos con los cuales interactúa para el aprendizaje del SB comprendiendo cómo es que se origina la falta de interés. De este modo al plantearse la situación o condición del usuario como parte principal de la metodología de este proyecto que es, ponerse en el lugar del usuario; es posible interpretar de manera personal qué necesidades existen, cuáles son los sentimientos y la forma de percibir lo que lo rodea.

El mapa de interacción del usuario mediante la observación determinó qué aspectos se trabajan previos al uso del SB y como se ha mencionado anteriormente, el usuario necesita estimular sus sentidos.

Los trabajos previos al SB son:

- Tareas repetitivas de motricidad, las cuales el usuario debe realizar hasta dominar, una de ellas es insertar piezas que van desde figuras de gran tamaño hasta piezas de menor tamaño.
- El reconocimiento de objetos mediante la distinción de características que las conformen como el tamaño, forma, textura, peso y temperatura.
- Ejercitar los dedos y muñecas con calentamientos previos como moldear plastilina con las manos.
- Ejercicios de reconocimiento espacial, arriba – abajo, izquierda – derecha, frente – atrás.

El trabajar la motricidad de sus extremidades, con actividades como: mover el mobiliario con el que hace uso para sentarse y realizar sus actividades, esto le ayuda para conocer el entorno en el que se encuentra, arrastrando los objetos por el suelo, también le sirve para mejorar la audición. El desarrollo de la percepción en los niños depende de la cantidad y calidad de estímulos que recibe, del ambiente con el cual interactúan y de las personas que se relacionan con ellos.

En el proceso de observación se obtuvo lo siguiente:



Fig. 39.- Mapa de interacción del usuario. Fuente: Elaboración propia.

El mapa anteriormente mostrado se realizó mediante la observación de las actividades y tareas que los usuarios realizan para mejorar su condición, previa a la interpretación del SB, por tal motivo, se requiere continuar con el proceso de estimular sus sentidos



mediante reconocimiento de texturas, comprender instrucciones, levantar objetos y sensibilidad del tacto.

Todas las actividades que el usuario realiza son para mejorar la condición de motricidad y procesos cognitivos con los cuales le ayuda a familiarizar las formas y retener información mediante tareas repetitivas.

La motricidad gruesa consiste en desplazar objetos de tamaño considerable que no requiere de una manipulación precisa, sin embargo, la motricidad fina requiere de una sensibilidad en las extremidades con las cuales pueda maniobrar objetos de tamaños inferiores por lo que requiere de una coordinación y sensibilidad en las yemas de los dedos, por lo cual se trabaja con mayor prioridad.

### **3.9. Diagrama de prioridades**

Como anteriormente se ha mencionado el usuario realiza actividades de motricidad fina las cuales serán importantes para el uso del SB impreso ya que este se interpreta mediante el tacto.

Como actividades con mayor prioridad se consideran las siguientes:

- Reconocer figuras con dimensiones reducidas.
- Aprender la orientación del signo generador.
- Reconocimiento de texturas.
- Compresión del SB.
- Hacer uso de los sentidos del tacto y oído.
- Desarrollo del lenguaje.

Cada una de estas actividades pueden variar dependiendo de las capacidades del usuario, sin embargo, cada una de estas cumplen una función importante en el proceso

de aprendizaje. Considerando esto se determinó clasificar estas actividades como prioridades con mayor o menor importancia y se plantean mediante el diagrama siguiente. (Fig. 40)

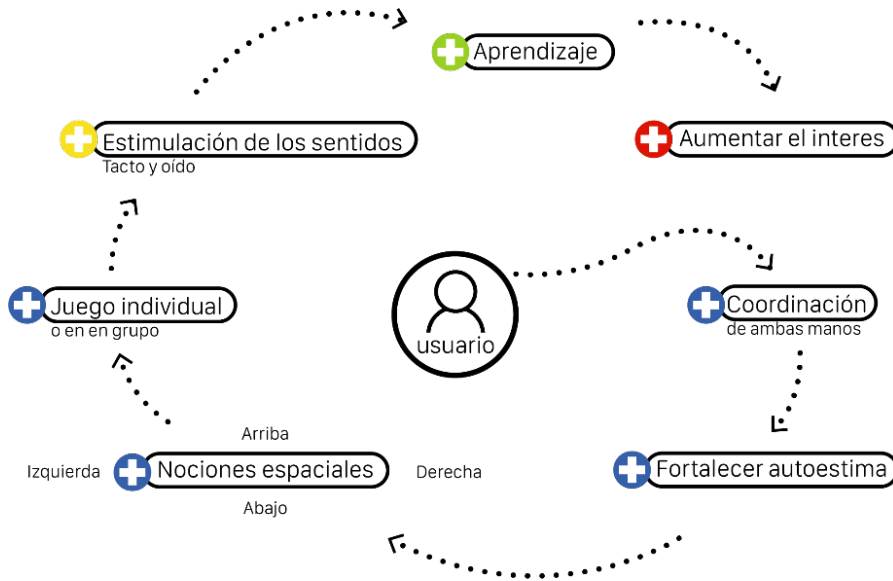


Fig. 40.- Diagrama de prioridades. Fuente: Elaboración propia.

- El diagrama de prioridades inicia con la coordinación de ambas manos; en distintos casos los usuarios ya dominan este proceso por tal motivo es el de menor prioridad.
- Fortalecer la autoestima generando una interacción con los usuarios para obtener un interés de aprendizaje.
- Las Nociones espaciales en el aprendizaje del SB son pieza fundamental pues siendo un sistema complejo y de múltiple combinación de puntos requiere de buena interpretación del espacio.
- El juego individual o en grupo atrae la atención del usuario mediante actividades que le resulten divertidas.

### Capítulo 3 | Metodología

- La estimulación de los sentidos durante y después del aprendizaje del sistema, siempre serán importantes para un desempeño óptimo, por tal motivo, el desarrollo de este proyecto busca que el niño con DV estimule sus sentidos como: el tacto y el oído pues estos son de mayor importancia.
- El aprendizaje de los usuarios es uno de los resultados esperados mediante el desarrollo de las actividades planteadas.
- Por último, se dará prioridad a atraer el interés del usuario, debido que, a través de la observación y entrevistas hechas, se detectó que es la principal causa por las que el usuario muestra problemas de aprendizaje.

El atraer el interés es pieza fundamental pues de esto depende que tanto hará uso del dispositivo o no, sin embargo, como se mencionó anteriormente, el uso de la tecnología ha logrado un mejor desempeño mediante sintetizadores de voz y lectores de pantalla pues estos brindan la información que no pueden observar, junto a la estimulación del tacto e interpretación espacial van de la mano hacia un correcto desempeño pues se pretende que el usuario de manera natural, jugando, incremente su interés hacia un dispositivo que le pueda brindar estas posibilidades.

A continuación, se describen los requerimientos para conceptualizar un dispositivo que ofrezca una solución al problema.

## 3.10. Requerimientos

**“Los niños con discapacidad requieren de mucho apoyo y comprensión. Poseen limitaciones en distintas áreas de su desarrollo a causa de la discapacidad que padecen, por lo que su cuidado implica una gran responsabilidad por parte de la familia, terapeutas y personas encargadas de ellos.” (Benítez, 2015)**

Los requerimientos son las variables que delimitan la ejecución de una solución del problema. Se realizó una investigación de campo en la biblioteca Jorge Luis Borges en la ciudad de Oaxaca de Juárez, en el taller de enseñanza del SB y ortografía básica (nivel básico), en el Centro de Atención Múltiple 56 en San Lorenzo Cacaotepec y en el Centro de Atención Integral para Ciegos y Débiles Visuales (CECyD) en San Bartolo Coyotepec donde se definen los siguientes requerimientos.

### 3.10.1. Requerimientos de los usuarios

Los usuarios al comienzo del proceso de inclusión al SB, requieren continuar con la estimulación del tacto mediante objetos, formas y texturas, es por esto que se sugiere continuar con la estimulación del tacto y de sus extremidades como el movimiento de las articulaciones, codos, muñecas y dedos. La estimulación del tacto y la audición (Fig. 41) son importantes, por tal motivo, el dispositivo deberá emitir sonido y contener diferentes tipos de texturas que puedan ser percibidas mediante el tacto, además, que estas favorecen la orientación, posición y referencia de algunos elementos que son convenientes para el proceso de aprendizaje del SB.



Fig. 41.- Requerimientos de estimulación. Fuente: Elaboración propia.

### 3.10.2. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales hacen referencia a los elementos, partes y/o características que se consideran en el prototipo del dispositivo auxiliar para la inclusión al SB.

Este dispositivo debe considerar los parámetros de resistencia, confiabilidad y versatilidad. Se pretende que los elementos del dispositivo sean de materiales sólidos y ligeros para soportar fuerzas de compresión. Contener texturas que no lastimen o dañen a los usuarios. Evitar fatigas o una mala postura, además de elementos con los que se trabaje la estimulación del sentido auditivo, como sonidos descriptivos o de confirmación.

El SB parte del signo generador, por tal motivo, para su interpretación es primordial la integración del signo, pero un tamaño aumentado, pues al igual que Braille ya mencionado cuenta con el signo generador de un tamaño considerable.

Los requerimientos funcionales que a continuación se describen (Tabla 7) son el resultado de la investigación realizada a las herramientas en el capítulo dos y mediante la observación a usuarios para incorporarlas en este dispositivo.

Tabla 7.

*Requerimientos funcionales.*

Elemento	Función
Textura	Mediante texturas se hará una relación de posición respecto al signo generador para que el usuario no presente problemas para orientar el dispositivo.
Forma	Evitar una mala implementación, de postura corporal y ejecución.
Color	Diferenciar un elemento de otro.
Iluminación	Mediante elementos de iluminación se resaltarán las acciones ejecutadas del dispositivo.
Sonido	Para generar interés y estimular el oído se incorpora un elemento de sonido que verifique la acción ejecutada por el usuario.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.3. Requerimientos de diseño

A continuación, se describen las especificaciones de diseño las cuales se determinan a partir del análisis y observación del proceso de enseñanza del SB.

Los requerimientos de diseño (Tabla 8) son los aspectos que con mayor frecuencia se realizan y que es lo que se pretende desarrollar mediante las actividades de desarrollo motriz, estimulación del tacto y oído; las cuales junto a los requerimientos funcionales darán solución al problema. Se detectaron los parámetros con los que se pretende desarrollar un dispositivo con el cual se realicen actividades de aprendizaje.

**Tabla 8.**

*Requerimientos de diseño.*

Parámetro	Requisito
Manipulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Transportar de manera segura mediante elementos específicamente para su manipulación.</li> </ul>
Percepción	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Funciones intuitivas y fáciles de ejecutar.</li> <li>⊙ Formas básicas, como círculo, cuadrado, rectángulo, etc.</li> </ul>
Acabado	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se debe hacer uso del contraste en colores y evitar las esquinas y elementos que dañen al usuario.</li> </ul>
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Proponer esquinas curvas.</li> <li>⊙ Libre de elementos que puedan herir las manos del usuario.</li> <li>⊙ Elementos fijos para evitar que se caigan del dispositivo.</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Que sea fácil de limpiar.</li> </ul>
Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El dispositivo debe soportar caídas accidentales.</li> <li>⊙ Texturas y elementos móviles sólidos.</li> <li>⊙ Soportar líquidos vertidos accidentalmente.</li> </ul>
Antropometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Las dimensiones deben ser las adecuadas para la manipulación por un niño de 6 años en adelante con DV.</li> </ul>
Mecanismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Botón, al ejercer presión sobre él, produzca un efecto determinado</li> </ul>
Practicidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Desarrollar un mínimo de 3 acciones (explorar, reconocer y practicar)</li> <li>⊙ El dispositivo debe adaptarse al usuario.</li> <li>⊙ Ligereza respecto al peso de los materiales.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Estos parámetros se consideran como parte inicial en base a los requerimientos de diseño y debe respetar las consideraciones del usuario final.

Como conclusión al capítulo de conceptualización se puede mencionar que el dispositivo a desarrollar considera al usuario como parte principal y que a través de la técnica de observación fue sumamente valiosa para el desarrollo del dispositivo auxiliar

para la inclusión al SB. Con este análisis se tuvo una visión más clara del problema existente y las necesidades para la enseñanza del SB.

**Tabla 9.**

*Lista de requerimientos generales.*

Requerimiento	Descripción
Signo generador	Debe contener el signo generador para su enseñanza.
Texturas	Diferentes texturas para continuar con este proceso.
Sonidos	Para su destreza auditiva y al mismo tiempo para el interés del usuario.
Iluminación	Para percibir destellos.
Ergonomía	Para evitar fatigas y una mala postura de la espalda.
Resistencia	Resistente a caídas y un uso rudo.

Fuente: Elaboración propia.

Estos elementos (signo generador y texturas) se consideran porque son fundamentales para la enseñanza del SB, y las acciones que debe realizar el dispositivo son para la estimulación de los sentidos (del tacto y auditivo), además que con estas acciones requerirá que el usuario reconozca, memorice y asocie la posición con algún elemento, textura o sonido.

Mediante la interacción que el usuario realice se estará llevando un aprendizaje dinámico. La iluminación de cada acción sirve para detectar que la acción ejecutada sea correcta o incorrecta y servirá para que el docente pueda detectar que se realizan las actividades, logrando así una independencia en su aprendizaje.



# Capítulo 4

## Desarrollo del dispositivo

En este apartado se muestra el proceso creativo mediante diferentes técnicas para generar ideas las cuales se describen a continuación.

Posteriormente se generaron los planos constructivos del prototipo construido.

### 4.1 Conceptualización

Mediante los requerimientos obtenidos se plantea una estructura y diseño del dispositivo que cumpla con las necesidades del usuario, en base a las observaciones realizadas. El proceso de enseñanza y la implementación de las actividades, darán como resultado el aprendizaje del usuario.

Toda información se consideró para generar propuestas que se aproximen a los requerimientos planteados. Posteriormente fue necesario comparar los resultados para identificar cuales se cumplen. Es posible que durante la generación de ideas solo cumpla un par de los requerimientos sin embargo solo se seleccionó la que mejor se adaptó.

Como objetivo del dispositivo, será promover el aprendizaje independiente, la interpretación de objetos, el reconocimiento de texturas, reconocimiento espacial y estimulación del oído. Este objetivo está enfocado a desarrollar y mejorar sus sentidos, por lo que es fundamental diseñar un dispositivo que cumpla con los requerimientos antes mencionados.

En las siguientes páginas se describe el proceso llevado a cabo para desarrollar el dispositivo final desde las primeras ideas hasta una conclusión del dispositivo, siguiendo la metodología y sus técnicas que la complementan.

### **4.1.1 Proceso de enseñanza**

Para poder diseñar un proceso de enseñanza se siguió una técnica de observación con el usuario en su contexto con el cual se observó la forma en la que los usuarios reaccionan ante las actividades de clase y las técnicas que usan los maestros, además, el comportamiento que existe por parte del usuario.

Las entrevistas con los expertos fueron fundamentales para responder las dudas que surgieron en la observación y conocer con las mismas palabras de los expertos las técnicas de aprendizaje ya que cada uno de los usuarios tiene su propio proceso por lo cual se tiene que llevar un ritmo adecuado para ellos.

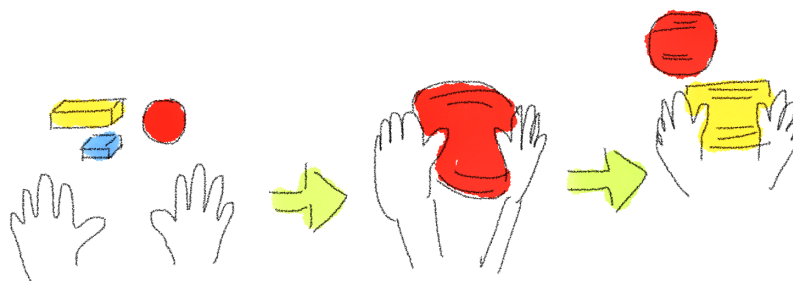
Con esta información obtenida se diseñó un proceso de enseñanza que se desarrolle con el dispositivo el cual se explica a continuación.

Este proceso cuenta con tres etapas, la primera es la exploración de objetos, ésta consiste en explorar los elementos que contenga el dispositivo asociado a una característica particular, la cual sea un elemento diferenciador. La segunda etapa está enfocada a que el usuario reconozca los elementos, formas, texturas y sonidos. Por último, el usuario practicará junto al dispositivo cada una de las lecciones.

Las lecciones que tendrá que realizar se describen a continuación:

- Explorar el dispositivo y conocer el signo generador.
- Reconocer la posición de cada punto del signo generador.
- Conocer el SB mediante la escritura del código.

Posteriormente y una vez familiarizado con el dispositivo y saber interpretar cada uno de los elementos, se considera que haga uso del dispositivo mediante la práctica de sus funciones. En la siguiente figura (Fig. 42) se muestra el proceso de enseñanza planteado.



**Explora – Práctica – Reconoce**  
**PRE-BRAILLE**

Fig. 42.- Proceso de enseñanza. Fuente: Elaboración propia.

Este proceso de enseñanza tendrá como nombre PRE-Braille, pretende que el usuario Explore, Practique y Reconozca el SB de forma que trabaje y estimule sus sentidos mediante un dispositivo con el cual interactúe y motive su aprendizaje de forma independiente. Partiendo de esto se comienzan a generaron propuestas en cuanto al diseño del dispositivo mediante una lluvia de ideas la cual se describe a continuación.

## 4.2. Lluvia de ideas

Como etapa creativa de la metodología, la lluvia de ideas es una técnica para generar la mayor cantidad de ideas originales, esta herramienta fue creada en el año 1941 por Alex F. Osborn. (Torreblanca, 2017). Consiste en generar la mayor cantidad de ideas posibles y mejorar cada una de ellas complementándola de algunas otras ideas generadas. Es un proceso creativo y no se tienen limitantes. Para generar ideas se consideraron los aspectos del apartado anterior y a continuación se muestran.

De las ideas que se generaron se obtuvieron mediante la observación y se consideró lo siguiente:

- Mejorar el proceso de inclusión.
- Mejorar el aprendizaje.
- Requiere de estimulación del tacto y auditiva.
- Aumentar la independencia.
- Las herramientas muestran una función en específico.
- El usuario utiliza ambas manos para realizar las tareas.
- El usuario permanece sentado mientras recibe las instrucciones que debe dominar durante el proceso.
- El espacio es amplio para realizar las tareas.



Fig. 43.- Lluvia de ideas del prototipo. Fuente: Elaboración propia.

Esta técnica creativa da la posibilidad de proyectar en papel o digitalmente formas, distribución y orientación que se pueden considerar como posible solución partiendo desde una idea burda sin tener límites.

## 4.3 Bocetos

Posterior a la lluvia de ideas se generan bosquejos o bocetos con una descripción breve la cual indicará el funcionamiento ideado, además, de conceptualizar el diseño del dispositivo..

En esta etapa se realizaron cuatro propuestas a nivel boceto las cuales se describen a continuación.

### 4.3.1. Propuesta 1

La generación de la primera propuesta (Fig. 44) se consideró como elemento principal al signo generador del SB, en esta propuesta el usuario hará uso de los dos signos generadores y piezas (amarillas) que se introducen en el dispositivo (azul) para formar letras, números y signos de puntuación, emitiendo un sonido al presionar el botón triangular (rojo) el cual consiste en validar si la combinación es correcta o no, o que carácter representa al presionar. Además de los botones de volumen más y menos.



Fig. 44.- Primera propuesta, Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.2. Propuesta 2

En la segunda propuesta (Fig. 45), se plantea un tablero de fichas, las cuales cada una equivale a una letra del alfabeto, signos (punto y coma), además de la letra "ñ". Con este tablero se pretende que el usuario practique el alfabeto en Braille identificando cada una de las fichas con la letra que pertenezca y colocándolas en orden.

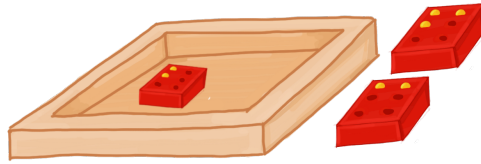


Fig. 45.- Segunda propuesta. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.3. Propuesta 3

Para la generación de la tercera propuesta se complementa en partes por las dos anteriores, teniendo como objeto principal al signo generador, además, de un espacio en el cual los usuarios pueden ensayar las letras del alfabeto en Braille, los números y signos de puntuación mediante piezas que se colocarían en diferente posición del signo generador, también, con un botón de encendido y apagado, un par de botones de volumen más y menos respectivamente y por último un botón de validación a la combinación presionada mediante un sintetizador de voz.

Cuenta también con un espacio para almacenar piezas y una bocina.

Tal y como se muestra en la Fig. 46.

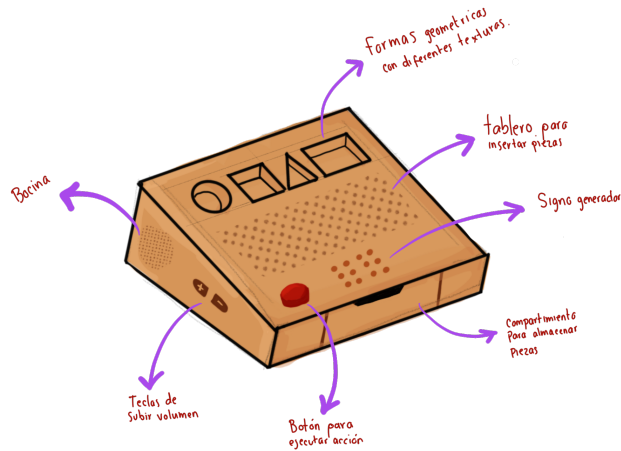


Fig. 46.- Tercera propuesta. Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta a detalle

Para el desarrollo de esta propuesta (Figura 49) se considera un espacio con 40 signos generadores donde se podrán colocar piezas más pequeñas denominadas "botones", estas piezas le servirán al usuario para generar diferentes letras y no solo el alfabeto sino palabras u oraciones.

Cuenta con un compartimiento en el cual, el usuario podrá guardar cada pieza. En la parte superior se pretende que tenga algunas texturas como: lija, tela, fomi, esponja, cartón y papel corrugado solo por mencionar algunos y estos pueden ser intercambiables. Este dispositivo con dimensiones de 40 por 30 cm, en la parte superior, tiene cinco espacios de diferentes formas para la estimulación del tacto y reconocimiento de formas geométricas. Además como parte central un tablero de 40 signos generadores en bajo relieve, (cuatro renglones de 10 signos generadores cada uno), en donde se introduce una ficha, estas cuentan con seis barrenos en orientación del signo generador donde se introduce por un lado en el tablero y por el otro lado los botones, con estas piezas pequeñas se pretende que el usuario las introduzca dentro de las fichas para generar una letra en Braille también le servirán al usuario para generar diferentes letras y no solo el alfabeto sino palabras u oraciones.

Posteriormente cuenta con tres signos generadores con dimensiones mayores en bajo relieve en el cual se pretende que el usuario realice los signos de puntuación, y signos complementarios como el de número y mayúsculas.

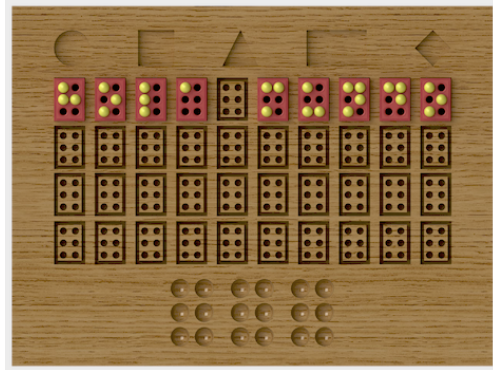


Fig. 47.- Propuesta a detalle. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4. Propuesta 4

Para el desarrollo de esta propuesta, se plantea al centro el signo generador, con botones de diferentes texturas que al ser pulsados se iluminarán y emitirán un sonido de qué acción se esté realizando contemplando modos de uso, el primero es reconocer la posición del botón pulsado, después generar vocales mediante combinación de puntos para después comenzar a generar las 27 letras del alfabeto una vez logrado, el proceso para generar los números será similar, por último, la combinación para los números.

Por los laterales tiene dos espacios para sujetar y poder levantar el dispositivo y desplazarse con él.



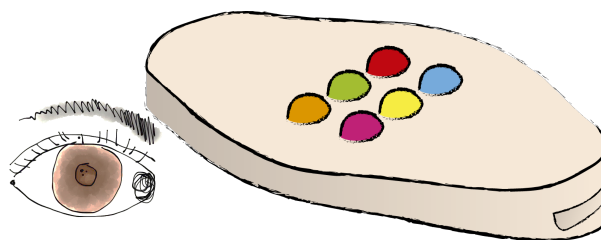
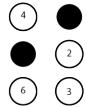


Fig. 48.- Propuesta cuatro. Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta a detalle

Tabla 10.

Descripción del funcionamiento.

Elemento	Descripción
Seis botones con texturas	Seis botones con diferentes texturas, cada una de estas texturas será de diferente color y consistencia: ● Color rojo, con textura lisa y firme. ● Color Café, con textura rugosa y firme. ● Color Amarillo, con textura lisa y suave. ● Color Rosa, con textura áspera y firme. ● Color Azul, con textura acanalado y firme. ● Color Morado, con textura porosa y firme.
Sonido	Emitirá un sonido dependiendo de la acción ejecutada.
Iluminación	Al pulsar un botón este emitirá luz.
Modo 1	El modo uno es Reconocer, este modo le permite al usuario escuchar cual es la posición del signo generador que se esté pulsando, en lectura y escritura.
Modo 2	En el segundo modo el usuario podrá hacer la combinación de un vocal ejemplo: <div style="text-align: center;">                         e   </div> Al pulsar el botón en la posición 1 y 5, en escritura se emitirá el sonido de la vocal "e"
Modo 3	Al igual que el modo dos, en el modo tres, funcionará con los números, para el ejemplo anterior ahora se emitirá "cinco".

Fuente: Elaboración propia.

La elección de estas texturas son similares a las ya utilizadas en herramientas con las que cuentan las herramientas de estimulación en la Biblioteca Infantil, es por esto que se decide continuar con estas texturas.

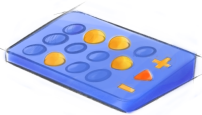
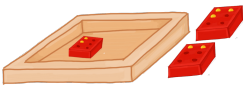
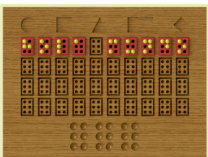
## 4.4. Análisis de selección

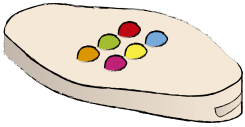
Como resultado de los bocetos planteados se propone analizar y evaluar cada una de las propuestas con las necesidades y requerimientos planteados en (Tabla 6 - 9).

### Requerimientos de los usuarios

Tabla 11.

*Evaluación de requerimientos de usuarios.*

Propuesta	Estimulación del tacto	Estimulación auditiva	Puntuación
	<p>Trabajo de motricidad fina al levantar e incrustar elementos en orificios.</p> <p>Nula relación con texturas.</p>	<p>Existe estimulación auditiva al presionar el botón de reproducir, además de poder controlar los botones de volumen.</p>	1/2
	<p>Al identificar cada pieza para posteriormente colocarla sobre el tablero e identificar el orden.</p> <p>Cada ficha genera diferente textura de composición.</p>	<p>Nula estimulación generada por el tablero. A excepción del generado por mover de un lado a otro las piezas dentro del tablero sin embargo no son relevantes para el proceso.</p>	1/2
	<p>Ejercicios de motricidad fina al levantar e incrustar elementos en orificios. Cuenta con texturas en la parte superior en diferentes formas básicas.</p>	<p>Existe estimulación auditiva al presionar el botón de reproducir, además de poder controlar los botones de volumen.</p>	2/2



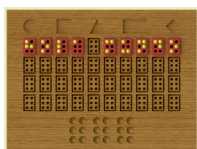

Propuesta	Estimulación del tacto	Estimulación auditiva	Puntuación
	Existen diferentes texturas para identificar y orientar el dispositivo, estimulando el tacto.	Existe estimulación auditiva al presionar los botones estos emiten un sonido dependiendo de su función y modo de uso.	2/2

Fuente: Elaboración propia.

### Requerimientos funcionales

Tabla 12.

*Evaluación de requerimientos funcionales.*

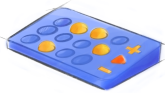

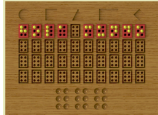

Propuesta	Texturas	Forma	Color	Iluminación	Sonido	Puntuación
	No	Rectangular	Si	No	Si	3/5
	Si	Rectangular	Si	No	No	3/5
	Si	Rectangular	Si	No	Si	4/5
	Si	Basada en el ojo humano	Si	Si	Si	5/5


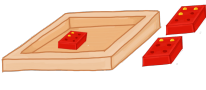
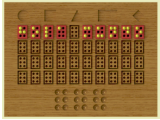

Fuente: Elaboración propia.

Requerimientos de diseño

Tabla 13.

Evaluación de requerimientos de diseño

				
Manipulación	No cuenta con elementos para su manipulación específica.		Cuenta con elementos de manipulación en sus laterales.	Cuenta con una zona de manipulación en los extremos laterales inferiores.
Percepción	Función: Insertar piezas Formas: Básicas	Función: Ordenar piezas dentro del tablero Formas: Básicas	Función: Insertar piezas, Detectar texturas Formas: Básicas en diferentes tamaños	Función: Presionar los botones con diferentes texturas para emitir luz y sonido. Formas: Círculo y uniforme
Acabado	Contiene colores en contraste, esquinas redondeadas		Contiene colores en contraste, esquinas redondeadas con algunas texturas que pueden lastimar si se emplean de forma no adecuada.	Contiene diversos colores con texturas e iluminación que resalta los contrastes. Esquinas redondeadas, las texturas no presentan inconvenientes.
Seguridad	Contiene elementos que pueden caerse, desprenderse y perderse.			Elementos fijos, no presentan inconveniente de alterar los elementos.

				
Mantenimiento	Se puede limpiar por separado.	Cada pieza se puede limpiar por separado	Todos los elementos se pueden limpiar excepto el área de las texturas presentaría inconvenientes. Evitar el contacto directo con líquidos.	Se puede limpiar fácilmente, sólo se evita el contacto directo con líquidos.
Resistencia	Elementos móviles, el funcionamiento puede sufrir alteraciones por caídas. Evitar el contacto con líquidos.	Elementos móviles, el funcionamiento no es alterado por caídas y líquidos.	Elementos móviles, el funcionamiento es alterado por caídas. Evitar el contacto con líquidos.	Las caídas accidentales pueden alterar el funcionamiento, texturas y elementos fijos. Evitar verter líquidos.
Antropometría	Se considera de dimensiones adecuadas para un niño de seis años en adelante			
Mecanismo	Cuenta con piezas que requieren de ensamble para su funcionamiento, la implementación depende de la habilidad.			No cuenta con elementos móviles, el funcionamiento es intuitivo.
Practicidad	Se considera cubrir las tres acciones			
Puntuación	6/9	7/9	6/9	7/9

Fuente: Elaboración propia.

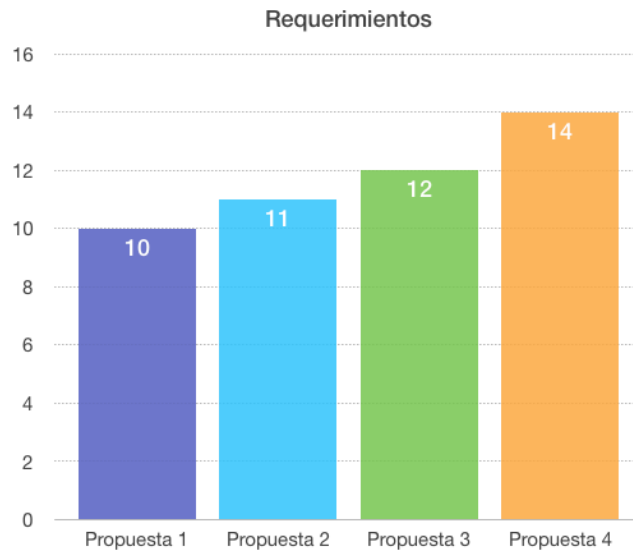


Fig. 49.- Resultados de evaluación. Fuente: Elaboración propia.

De las propuestas generadas se consideraron dos por mayor número de calificación otorgado como posibles soluciones (3 y 4) por tal motivo se construyeron ambos prototipos físicos, para tener una aproximación volumétrica, funcional y ergonómica del prototipo a desarrollar, involucrando y logrando una interacción con el usuario primario. La propuesta tres, (Fig. 50) se desarrolló el prototipo y se presentó la propuesta a responsables de la enseñanza del SB, profesores del CAM 56 y usuarios para una evaluación el cual les pareció una idea buena, sin embargo, la dificultad que presentaba para usuarios con una motricidad fina no bien desarrollada presenta muchas complicaciones y como herramienta de inclusión estaba poco acertada.



Fig. 50.- Presentación a expertos y usuarios primarios. Fuente: Elaboración propia.

Estas dificultades fueron, la manipulación, interpretación e interés por parte de los usuarios, todo eso fue mediante la observación y los problemas con la manipulación presentados fueron que los usuarios no podían realizar las actividades ya que, al contar con múltiples elementos, estos le distraen. La interpretación del SB no fue realizada pues presentan dificultades a la hora de insertar elementos. Y por último el interés que los usuarios mostraban por el prototipo fue breve, pues este cuenta con un grado de dificultad el cual representa un rechazo por parte del usuario.

La propuesta cuatro, se representó por medio de una placa de unicele con seis medias esferas, representando al signo generador, este prototipo se presentó mediante una prueba simulando únicamente el funcionamiento planteado en la tabla 10, mediante sonidos emitidos por una bocina conectada a una computadora, los sonidos fueron la posición de dicho botón pulsado.

Los expertos en la enseñanza del SB (Fig. 51) aceptaron esta propuesta como la mejor y contribuyeron con ideas para mejorar el dispositivo:

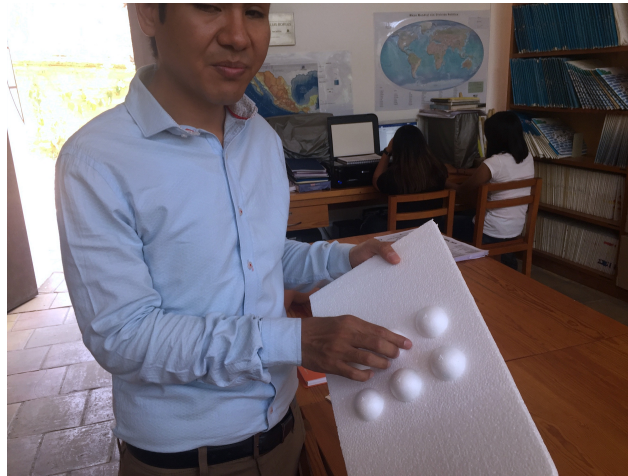


Fig. 51.- Presentación a expertos y usuarios primarios. Fuente: Elaboración propia.

- **Función para elegir la tarea.**

Durante el proceso es necesario comenzar con el reconocimiento de diferentes elementos, sentidos y distribución por lo cual se requiere un modo de ejecutar el dispositivo para diferentes etapas en las que se encuentre el usuario con discapacidad.

- **Iluminación al presionar un botón**

En los casos en los que el usuario con discapacidad presente baja visión esto le favorecerá al percibir un destello.

- **Material antiderrapante en la parte inferior para evitar deslizamientos**

Los movimientos son bruscos y con fuerza desmedida, por tal motivo se requiere dar una mejor estabilidad al dispositivo evitando que este se deslice sobre la superficie.



## 4.5 Propuesta seleccionada

Considerando las observaciones anteriores, se considera la propuesta cuatro como la propuesta seleccionada por la aceptación que se obtuvo por parte de los expertos en la enseñanza del SB. Se prosiguió a desarrollar el dispositivo y se describe a continuación.

- **Diseño.**

El diseño del dispositivo (Fig. 52) consiste en un tablero estilo minimalista con colores contrastantes en los botones.

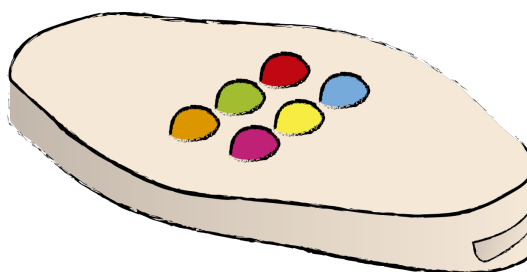


Fig. 52.- Diseño de prototipo a detalle. Fuente: Elaboración propia.

El material se consideró de plástico, por su resistencia y que actualmente en la Biblioteca Infantil cuentan con herramientas de plástico y estas no presentan ninguna deformación o alteración con el uso que se les ha dado.

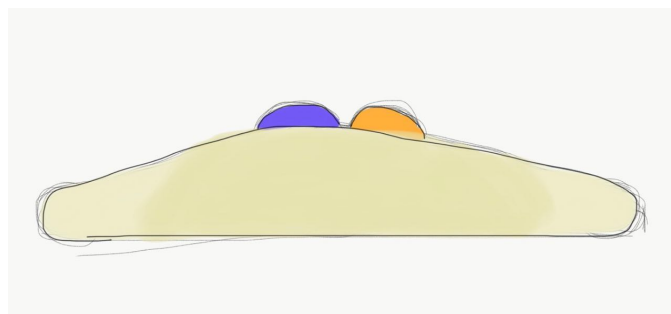


Fig. 53.- Diseño de prototipo a detalle. Fuente: Elaboración propia.

Esquinas curvas que dan una apariencia más agradable y evita lesiones.

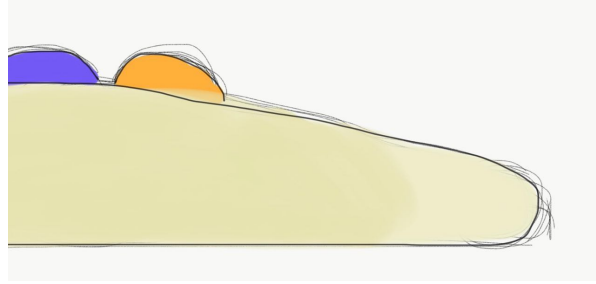


Fig. 54.- Diseño de prototipo a detalle. Fuente: Elaboración propia.

Los botones de volumen y seleccionar la función están colocados en la misma posición del dispositivo para evitar confusión con distintivos cada uno.

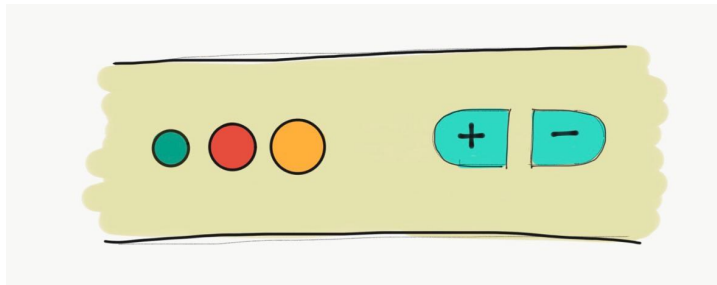


Fig. 55.- Diseño de prototipo a detalle. Fuente: Elaboración propia.

- **Función**

**PRE-BRAILLE** tiene la función de reconocer la posición de los botones mediante una pulsación, este responderá emitiendo luz y sonido de la posición pulsada, además, se podrá reconocer mediante el tacto por medio de una textura.

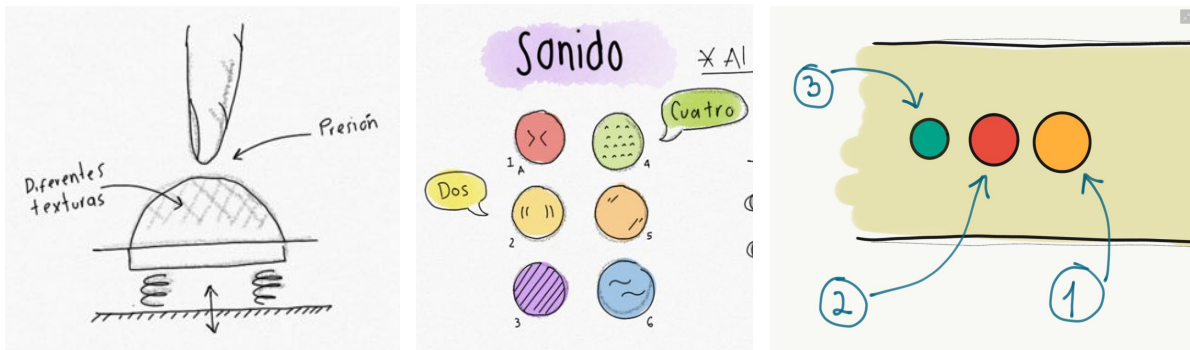


Fig. 56.- Función del prototipo a detalle. Fuente: Elaboración propia.

- **Construcción**

Para poder llevar a cabo este proyecto se elaboró el modelado del prototipo con las dimensiones adecuadas las cuales se consideran usuarios de entre seis a doce años de edad para considerar a usuarios de nivel primaria; estas medidas se consultaron con las dimensiones antropométricas población latinoamericana (1999) de las cuales se consideraron las siguientes medidas para un niño de nueve años el cuál se considera como la media de edad para usuarios de este dispositivo, únicamente para tener una referencia.

**Tabla 14.**

*Medidas antropométricas.*

Medidas en posición sentado			
	Niña 9 años (medidas en cm)	Niño 9 años (medidas en cm)	Promedio en cm.
Altura normal	75.1	74.9	75
Alcance brazo frontal	58.6	57.8	58.2
Alcance brazo lateral	64.2	64.2	64.2
Longitud de la mano	16.1	15.9	16
Anchura de codos	45.4	45.8	45.6
Diámetro de la empuñadura	36	35	35.5

Fuente: Elaboración propia.

Después de definir las dimensiones correspondientes a los usuarios, se continuó con la elaboración del modelo para posteriormente elaborar los planos constructivos del dispositivo los cuales se presentan en el siguiente capítulo.

## 4.6. Modelado

Para el desarrollo de esta propuesta, se modeló el dispositivo en un software de diseño asistido por computadora (CAD) hace referencia al software que se utiliza para diseñar y fabricar productos. CAD consiste en usar las tecnologías informáticas para el diseño y la documentación de diseño y se utiliza generalmente para maquinado de prototipos (Autodesk, 2019).

A continuación, se muestra el proceso de elaboración del modelado. Para la construcción se comienza a generar el modelo en 3D mediante un croquis (Fig. 57) el cual se acota a las dimensiones reales.

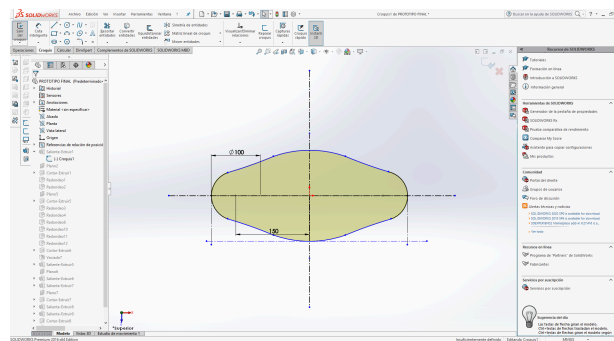


Fig. 57.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

Durante el proceso se emplea la extracción y el corte para darle volumen al modelo, además de redondeo (Fig. 58) para eliminar las esquinas.

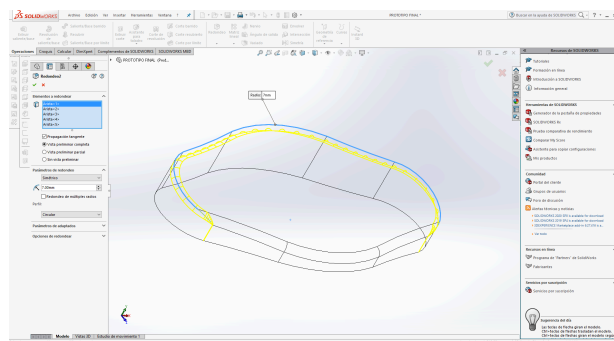


Fig. 58.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

Se incluyen elementos que ayudan a su transporte como un par de apoyos en los extremos (Fig. 62) con los cuales el usuario podrá sujetar y transportar el dispositivo.

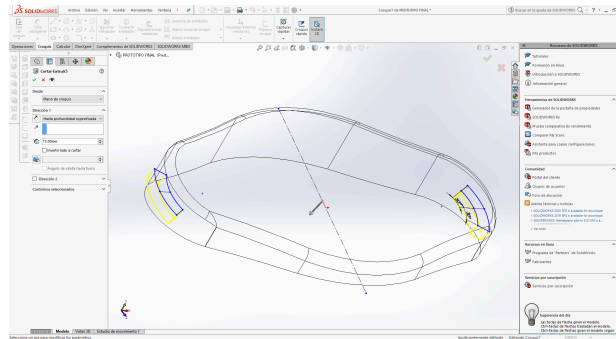


Fig. 59.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

Se sitúa el signo generador en la parte central del dispositivo (Fig. 63) como croquis y se realiza el corte.

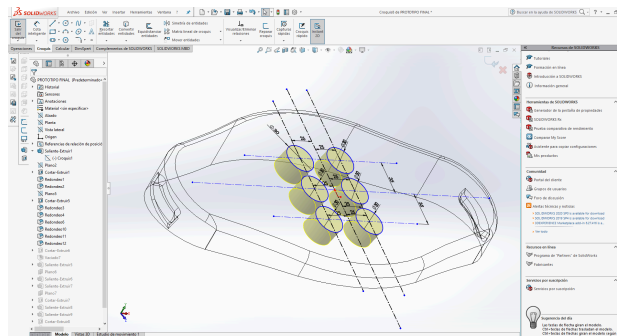


Fig. 60.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

Se ubican los botones de función (Fig. 61) y volumen (Fig. 62) en la parte superior del dispositivo.

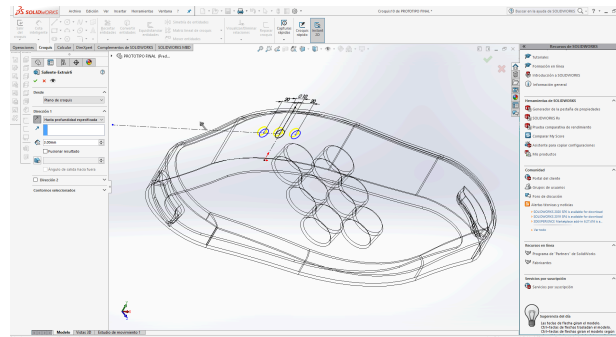


Fig. 61.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

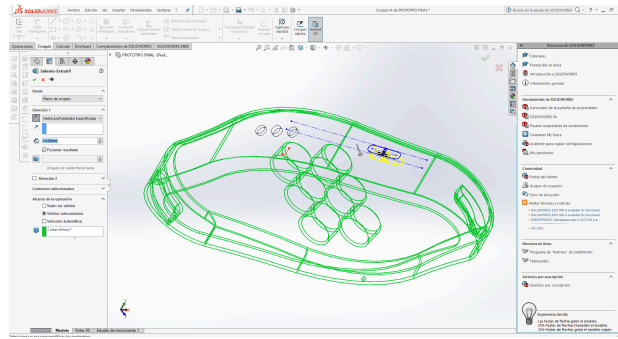


Fig. 62.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

Y por último se coloca una pequeña marca de referencia en la parte central del signo generador (Fig. 63) para ayudar al usuario a ubicar la parte superior del signo generador entre las posiciones 1 y 4.

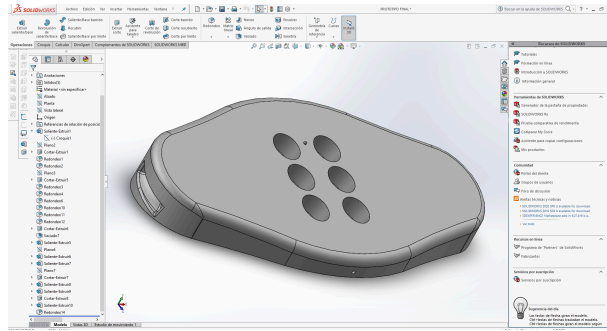


Fig. 63.- Elaboración de modelo. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo como resultado el dispositivo como a continuación se muestra (Fig. 64 y 65) en sus vistas (frente, superior, lateral izquierda y derecha y posterior)

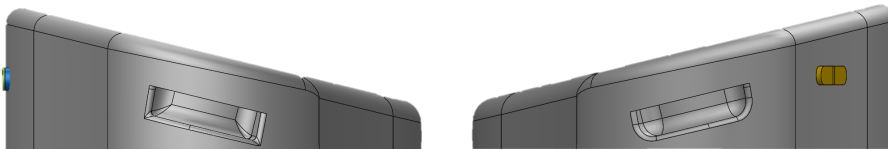


Fig. 64.- Vista lateral izquierda y derecha. Fuente: Elaboración propia.

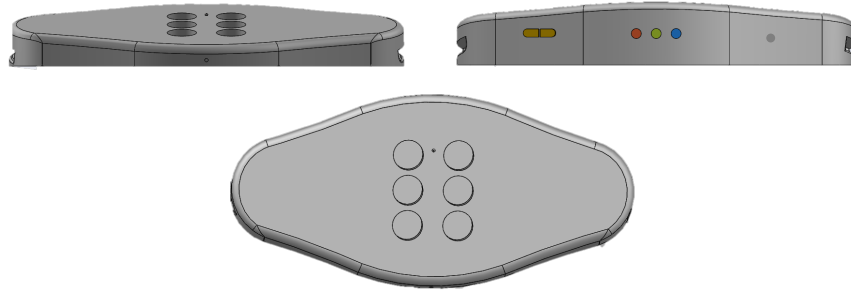


Fig. 65.- Vista de frente, posterior y superior. Fuente: Elaboración propia.

El dispositivo también cuenta con seis botones que se colocan en las ranuras del signo generador, estos botones (Fig. 66) tienen el mismo diseño y medidas lo cual se reproduce seis veces variando únicamente en el color de botón y cambia su textura y consistencia para cada uno de ellos.

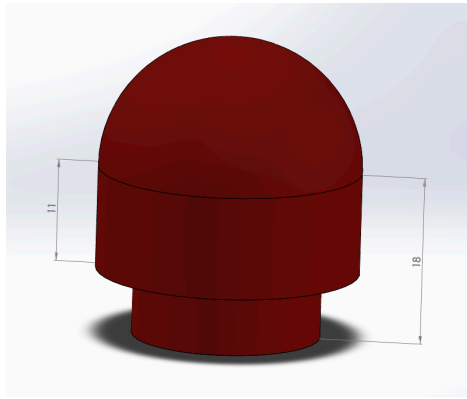


Fig. 66.- Botón del dispositivo. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el dispositivo realizado con las medidas reales (Anexo 3), se prosigue a ensamblar el dispositivo pieza con pieza, para el caso de este prototipo se ensambló colocando cada botón en una ranura, colocando las aristas equidistantes y caras paralelas, teniendo como resultado el dispositivo ensamblado (Fig. 67).

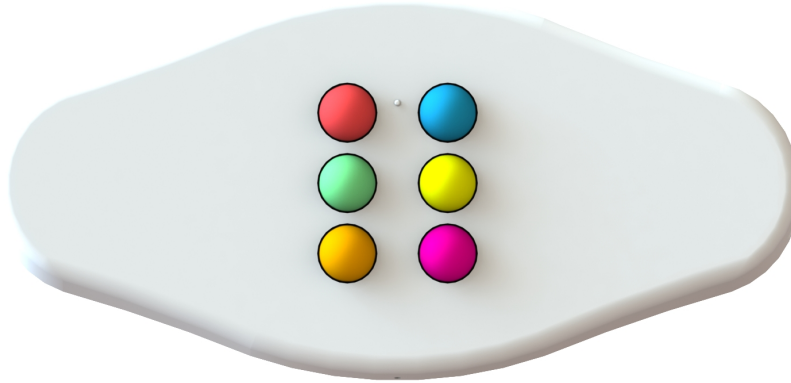


Fig. 67.- Modelo ensamblado. Fuente: Elaboración propia.

Por último se aplicaron colores al prototipo para tener una mejor visualización y aproximado al prototipo físico, posteriormente se exporta el prototipo en formato \*.STL (Standard Triangle Language) este es un formato CAD.

## 4.7. Impresión 3D

La impresión 3D o manufactura por adición, es un proceso que consiste en imprimir objetos físicos colocando material en capas partiendo de un modelo digital. (Autodesk, 2019). En la actualidad tiene una gran aportación en diferentes ámbitos como en la medicina, en el diseño industrial, en la ingeniería y hasta en la construcción ya que se puede utilizar para la elaboración de prototipos de baja, mediana y alta fidelidad lo que significa un ahorro de tiempo y precisión milimétrica en su elaboración.

Además, para la elaboración de prototipos, la impresión 3d es una técnica importante de construcción a diferencia de un proceso tradicional en el que se construyen con el principio de aplicar y retirar material sobrante de un bloque de material, a comparación de esta tecnología que se aplica únicamente la cantidad de material que conforma al modelo, da como resultado un importante ahorro de materiales.

El proceso por el cual se imprimen piezas en 3D comienza desde el CAD anteriormente mencionado y una vez partiendo del modelado este se exporta al formato (\*.STL)



compatible con la impresora y es aquí donde el modelo es calculado y seccionado por capas de muchos niveles que varían desde 0.127 mm hasta 0.330 mm de altura y es el mismo software quien decide y traza las trayectorias o instrucciones con las cuales la boquilla (Fig. 68) seguirá.

Posteriormente, se prepara la impresora introduciendo el rollo del filamento, para este proyecto se utilizó un filamento tipo PLA "polímero biodegradable que se produce desde un material orgánico" (Areatecnología, 2020) que significa "ácido poliláctico"; en diferentes colores, este se coloca en la parte superior del orificio del extrusor (Figura 68) el cual se avanzará hasta llegar a la zona caliente en donde el filamento llegará al punto de fusión donde se modifica su diámetro dependiendo de la boquilla que es quien se encarga de determinar el grosor del filamento que se irá aplicando en forma de capas.

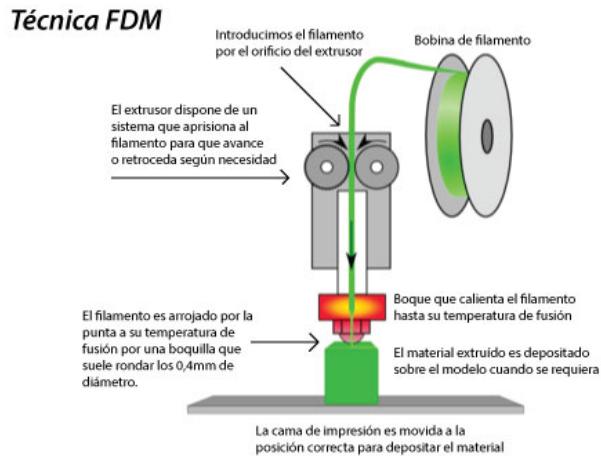


Fig. 68.- Proceso de impresión. Fuente: comunidad.iebschool.com

En resumen, el proceso de construcción del prototipo de este proyecto fue el que a continuación se muestra en la siguiente imagen (Fig. 69).

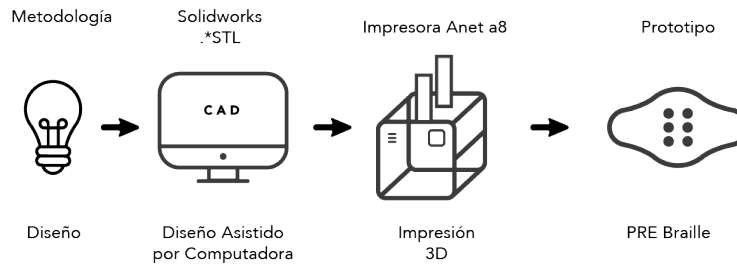


Fig. 69.- Proceso de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las dimensiones con las que se puede imprimir varían dependiendo del modelo de impresora; para este proyecto se utilizó el modelo Anet a8 que se describe en la (Fig. 70). Cuenta con un área de impresión de: 220 x 220 x 240 mm en sus tres ejes (X, Y y Z) respectivamente.

De acuerdo con las dimensiones del prototipo de este proyecto se detallan a continuación.

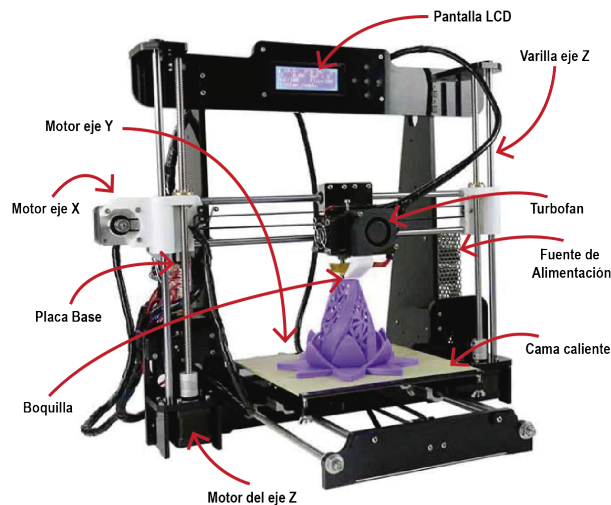


Fig. 70.- Impresora Anet a8. Fuente: 3dMarket.

Para la impresión del prototipo fue necesario dividir en dos el modelo, (Fig. 71) pues las dimensiones no corresponden al área de impresión.

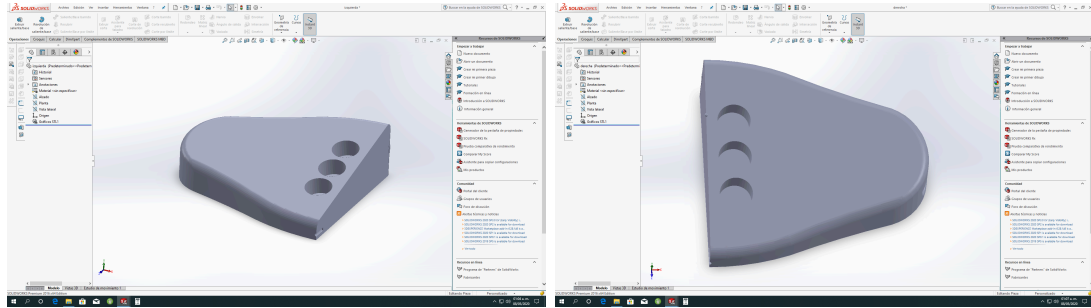


Fig. 71.- División del prototipo. Fuente: Elaboración propia.

Una vez impreso se aplicó pegamento para poder unir ambas partes y el resultado se muestra en las siguientes figuras.



Fig. 72.- Prototipo impreso en 3D. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 73.- Prototipo impreso en 3D. Fuente: Elaboración propia.



# Capítulo 5

## Evaluación y Conclusiones

Durante este capítulo se describe el desarrollo de las evaluaciones que se realizaron para este proyecto, así como las técnicas y herramientas que fueron utilizadas durante las pruebas, por último, los resultados que se obtuvieron y las conclusiones.

### 5.1. Pruebas de Usabilidad

La última etapa de la metodología del proyecto consiste en aplicar pruebas de usabilidad las cuales se desarrollaron de forma iterativa con usuarios los cuales hicieron uso del prototipo no funcional.

El objetivo de las pruebas fue validar el diseño y funcionamiento observando al usuario cómo realiza las tareas, si puede o no realizar las tareas y si le agradó el dispositivo, a lo que se traduce verificar el diseño y el funcionamiento contemplando los tres principios establecidos en la norma ISO 9241-11:

- **Efectividad:** Pre Braille deberá obtener un efecto positivo después de su uso. Para su uso se consideran dos datos cuantificables: el número de pruebas y de tareas completadas con éxito.
- **Eficiencia:** El diseño deberá facilitar las tareas con el mínimo esfuerzo y recursos. Un indicador considerado es el tiempo que le toma a una persona realizar cada tarea.
- **Satisfacción:** Se desea que Pre Braille genere interés y gusto por realizar las tareas con éxito. Para determinar la satisfacción en particular de este proyecto, el resultado debe ser, si le gustó o no además de si fue fácil o no de usar.

### 5.1.1. Construcción de las pruebas

Las pruebas de usabilidad se diseñaron de una serie de tareas e instrucciones que el usuario realizaría con Pre Braille definidas mediante un guión para el desarrollo de pruebas de usabilidad (Anexo 2), para esto fue necesario desarrollar una lista de tareas (Tabla 13) que se dividió en tres niveles. Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3; que el usuario debería de ejecutar.

**Tabla 15.**

*Tabla de tareas por niveles.*

	<i>Explora</i>	<i>Práctica</i>	<i>Reconoce</i>
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Tarea 1	Explora el dispositivo	Presiona el punto de la posición 5	Presiona la letra "a" = punto 1 en escritura.
Tarea 2	Enciende Pre Braille	Presiona el punto de la posición 2	Presiona la letra "b" = punto 1 + 2 en escritura.
Tarea 3	Selecciona el modo 1. "Reconocimiento del signo generador"	Selecciona el modo 2. "Reconocimiento de letras del alfabeto"	Presiona la letra "c" = punto 1 + 4 en escritura.

Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas de usabilidad que fueron empleadas con el prototipo no funcional se utilizó la técnica de Mago de Oz; es una metodología de diseño utilizada en el desarrollo rápido de productos para mejorar la experiencia del usuario (UX). (Rouse, 2014).

### 5.1.2. Mago de Oz

Para desarrollar las pruebas de usabilidad se utilizó la técnica de evaluación dentro del contexto de diseño centrado en el usuario y su objetivo es evaluar iterativamente el funcionamiento de un prototipo no funcional de forma que se pueda obtener retroalimentación después de cada iteración con los usuarios. (Dow, et al., 2005).

La técnica de Mago de Oz consiste en hacer creer a los usuarios que Pre Braille funciona completamente autónomo, pero sin que ellos sepan que es manipulado por un asistente durante toda la evaluación. Con el objetivo de probar el prototipo sin tener que implementarle la solución tecnológica final. Es por eso que se desarrolló la evaluación de este proyecto siguiendo tres requerimientos como menciona Rouse (2014), un guión que proporciona las instrucciones que el facilitador llevará a cabo,

anteriormente ya mencionado, una persona que desempeñe el papel del usuario final y por último un “asistente” quien va a simular el funcionamiento del dispositivo terminado.

Para desarrollar las pruebas de usabilidad se utilizó el siguiente equipo:

- 1 cámara réflex.
- 1 tripié
- 1 computadora (laptop)
- 1 teléfono celular.
- 1 bocina inalámbrica

### **5.1.2.1 Descripción de la prueba**

Para realizar las pruebas de usabilidad utilizando la técnica de Mago de Oz fue necesario contar con un facilitador y dos observadores.

- El facilitador es quien guía al usuario a realizar la evaluación y describir las tareas que se deberán realizar, preguntar y atender cualquier duda que el usuario presente a lo largo de la evaluación, además de estar atento a cualquier reacción que el usuario muestre.
- La tarea de los observadores es estar pendientes a cualquier detalle, duda o traducir cualquier reacción que el usuario presente al interactuar con Pre Braille, mediante una grabación de video se podrá obtener con mejor claridad este tipo de detalles y el tiempo empleado en que el usuario realiza las tareas.

Además, se hizo uso de un guión y del usuario final como menciona Rouse (2014). El asistente, quien manipuló el equipo técnico para ejecutar la prueba de Mago de Oz y es la persona más atenta al usuario y como este manipula Pre Braille, si el usuario presiona un botón, el asistente será quien hará que la función de ese botón se active.



### 5.1.2.2. Desarrollo de la prueba

Según Nielsen (2000) basta con realizar pruebas de usabilidad a cinco usuarios para poder determinar el 85% de los problemas en la usabilidad, para este proyecto se consideró realizar las pruebas de usabilidad a seis usuarios de entre seis y doce años de edad; las pruebas se contemplan de aproximadamente 15 minutos.

Las pruebas fueron realizadas en un horario que el tutor consideró y se realizaron visitas a su domicilio donde los niños presentaban una mejor confianza y comodidad, además de otros factores que le causaran distracción como el ruido o los olores diferentes a los que ya esta acostumbrado. En cada una de las pruebas se hizo uso del equipo técnico antes mencionado, en cuestión de fotografías, audio y video fue bajo la aprobación del responsable los cuales no aprobaron que se mostrara el rostro del niño y en casos extremos no se pudo fotografiar. Esto únicamente con el fin de poder tener material de evidencia y de análisis para obtener las conclusiones de las pruebas. En las Figuras (74, 75 y 76) se observa el proceso de las pruebas de usabilidad.



Fig. 74.- Exploración de Pre-Braille. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 75.- Usuario con Pre-Braille. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 76.- Usuario realizando tareas con Pre-Braille. Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2.3. Resultados de pruebas de usabilidad.

Al finalizar las pruebas de usabilidad y concentrado el resultado de las pruebas se redactaron los resultados para conocer el promedio de cada una de las métricas correspondientes para las pruebas de usabilidad de este proyecto antes mencionadas; efectividad, eficiencia y satisfacción, por último, se describe cada uno de los detalles y observaciones realizadas durante las pruebas.

### 5.1.2.3.1. Efectividad.

Para medir la efectividad se consideran las pruebas completadas y el número de tareas completadas con éxito. En la efectividad se espera un valor mayor del 75% de lo contrario presentaría carencias. (Kowitlawakul, 2005) Calculadas de la siguiente manera:

$$Efectividad = \frac{Tareas\ completadas\ con\ éxito}{Cantidad\ de\ tareas\ realizadas} \times 100 \quad (1)$$

En la siguiente tabla se observa la efectividad del total de pruebas realizadas:

Tabla 16.

*Efectividad de las pruebas de usabilidad.*

<b>Pruebas</b>	
Cantidad de tareas realizadas por cada prueba	9
Total de pruebas	6
Cantidad de tareas realizadas	54
Tareas completadas con éxito	47
<b>Efectividad</b>	<b>87%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la (Tabla 17) se muestra a detalle cada una de las tareas que fueron o no realizadas con éxito por cada uno de los usuarios y la efectividad promedio de cada nivel.

Tabla 17.

Resultados de efectividad para cada uno de los niveles.

	Nivel 1			Nivel 2			Nivel 3		
	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Usuario 1	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Usuario 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Usuario 3	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Usuario 4	+	+	+	+	+	-	+	+	-
Usuario 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Usuario 6	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<b>Efectividad</b>	100%			83.3%			77.7%		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, los tres niveles presentan diferentes promedios como debería esperarse por motivos de complejidad sin embargo el porcentaje del nivel tres siendo el resultado más bajo, aún así se considera como aceptable pues está por arriba del mínimo aceptado para los resultados de efectividad.

### 5.1.2.3.2. Eficiencia.

En la eficiencia se entiende cuál fue el esfuerzo requerido por el usuario, el tiempo que le toma realizar una tarea y lo que se espera es el menor tiempo posible para una mayor eficiencia. Para esto se tomó en cuenta desde el momento que se le da instrucciones de realizar cada tarea hasta que la realiza. De la misma forma, con ayuda del video se pudo medir el tiempo exacto de cada tarea realizada por los usuarios, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Resultados de Eficiencia por cada una de las pruebas

Eficiencia					
Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
15:03 min	9:46 min	17:12 min	18:02 min	16:50 min	22:14 min
<b>Promedio 16:51 min</b>					

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados mostrados se destaca los mejores resultados medidos en tiempo de las tareas realizadas con éxito, el tiempo más corto mostrado de color verde y el más largo de color rojo. El tiempo promedio por usuario que se obtuvo fue de 16.51 minutos, considerado como aproximado al tiempo esperado por cada una de las evaluaciones.

A continuación, se describen las observaciones de las pruebas comparando los tiempos que emplearon cada uno de los usuarios en la Tabla 17.

Tabla 19.

Resultados de Eficiencia por cada una de las tareas

	Nivel 1			Nivel 2			Nivel 3			Tiempo por usuario
	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	
U1	00:56	00:27	00:56	02:34	01:55	00:35	01:45	02:35	03:20	15:03
U2	01:04	00:28	01:03	01:05	01:49	00:25	00:35	01:12	01:05	09:46
U3	00:45	00:42	00:58	01:45	02:46	02:55	01:34	03:20	02:27	17:12
U4	00:49	00:35	01:05	02:22	03:43	02:44	01:02	02:22	03:20	18:02
U5	01:14	00:25	01:12	02:34	02:14	01:13	01:55	03:15	02:48	16:50
U6	00:35	00:47	01:14	03:09	04:17	02:52	02:14	03:46	03:20	22:14
Eficiencia	Promedio 2:53 min.			Promedio 7:16 min			Promedio 7:10 min			<b>Promedio 16:51</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de cada uno de los usuarios se observan de color verde los tiempos más cortos por nivel y los rojos indican el tiempo en que se consideró como tarea no terminada. Uno de los casos particulares que se observa el usuario seis, donde en la tarea dos del nivel dos y tres no terminó y se estresó a la siguiente tarea decidía no

terminarla, este caso en particular el usuario presentó diferentes complicaciones a lo largo de la evaluación, por dificultades tanto motrices como de conocimientos del SB.

### 5.1.2.3.3. Satisfacción.

Para la evaluación de la satisfacción se toma en cuenta el agrado o desagrado que genera el dispositivo de forma general, considerando todas las características, funciones, diseño, colores, etcétera.

Para este proyecto se considera como una evaluación subjetiva pues los usuarios no son capaces de otorgar una calificación al funcionamiento por tal motivo se recurrió al finalizar cada evaluación con la simple pregunta de ¿Te gustó Pre-Braille? ¿Te gustó el dispositivo? A lo que se consideraron respuestas positivas a las que se respondieron de forma inmediata y emotivas como un “si” a diferencia de las respuestas lentas y temerosas como un “no”.

Se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla 20.

Resultados para la evaluación de satisfacción.

Satisfacción			
Usuario	¿Te gustó Pre – Braille?	¿Te gustó el dispositivo?	Resultado
1	Si	Si	5/6
2	Si	Si	
3	Si	Si	
4	Si	Si	
5	Si	Si	
6	No	No	

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del material de evidencia se puede afirmar que el agrado de los usuarios que presentaron dificultades a lo largo de la prueba se mostró un interés favorable al dispositivo pues comentaban que les agradaba que emitiera sonido, característica sobresaliente para el dispositivo, a comparación del usuario que mostró más complicaciones quien su respuesta fue que sí le había gustado de forma desanimada, por tal motivo se considera respuesta negativa.

### **5.1.3. Conclusiones de evaluación.**

Como conclusiones de las evaluaciones desarrolladas de este proyecto y el cumplimiento de las métricas de usabilidad, se obtuvo que el dispositivo presentó unos resultados favorables, al observar cómo el usuario final se relaciona e interactúa con el dispositivo, ayuda a tener impresiones mediante gestos y acciones, además, de interpretar cada una de ellas es fundamental.

Personalmente fue muy interesante poder apreciar la alegría y emoción que le dedicaban a cada una de las tareas, los gestos que se mostraban fueron resultados positivos y los esperados de este proyecto.

## **5.2. Conclusiones generales.**

La estimulación de los sentidos a temprana edad es sumamente importante para un niño con DV, en este proceso se desarrollan las bases para adquirir nuevas habilidades que le serán importantes a lo largo de su vida.

El uso de herramientas para la estimulación de los sentidos y para la enseñanza del SB son fundamentales para un desarrollo más dinámico y entretenido para la persona con DV, siempre y cuando esta herramienta esté bien diseñada.

La metodología iterativa del proyecto desarrolla soluciones prácticas, fáciles y rápidas de probar mediante prototipos de baja fidelidad.

En el capítulo uno se plantearon los aspectos preliminares, el problema y objetivos. Posteriormente en el capítulo dos, se concentró toda la información respecto al tema y se generaron mapas y diagramas, se llevó a cabo una investigación de campo junto al proceso de enseñanza de usuarios, determinando el contexto y al usuario para determinar las necesidades y requerimientos, para ser una herramienta intuitiva y fácil de usar.

Las pruebas iterativas con prototipos se desarrollaron con expertos y usuarios para evaluar las funciones y el proceso planteado para cada una de las propuestas, además, de un análisis de selección el cuál tiene como parámetros a evaluar las necesidades y requerimientos funcionales, de diseño y del usuario.

Las evaluaciones con expertos y usuarios determinaron el dispositivo, estas pruebas se realizaron mediante una técnica que se llama Mago de Oz, está técnica ayudó para simular el funcionamiento del dispositivo, y para obtener retroalimentación.

Se concluye, principalmente, que es posible proponer una alternativa a las herramientas existentes para la enseñanza del SB las cuales son diseñadas de manera estándar de forma comercial, construidas con elementos tomados del entorno poco cercanas al sistema sin contemplar a la tecnología con la interacción necesaria para generar en el usuario interés por aprender de manera semi-autónoma. Además, observó que aplicando esta metodología se identificaron factores importantes que dependen del usuario final; el diseñar partiendo de las necesidades del usuario son clave para implementar una solución que sea fácil de aprender y fácil de usar.

Por ultimo, se menciona, como antecedente personal que este proyecto es el segundo trabajo realizado para personas con DV y con ceguera, pero enfocado en niños en la etapa de inclusión al sistema y con problemas de aprendizaje. El primer trabajo



realizado se presentó en el VIII Congreso Latinoamericano de Interacción Humano-Computadora en la categoría *Student Design Competition* obteniendo el *primer lugar a nivel Latinoamérica* y que lleva como título: *"SBK: Smart Braille Keyboard for learning Braille literacy in blind or visually impaired people"* presentado en inglés en la ciudad de Antigua Guatemala, Guatemala el 10 de noviembre de 2017 (Anexo 3).

### **5.2.1. Verificación de objetivos**

El objetivo general de este proyecto consistió en diseñar un dispositivo auxiliar para la inclusión al SB para niños débiles visuales y con ceguera de 6 a 12 años que asisten a la biblioteca infantil Jorge Luis Borges en la ciudad de Oaxaca.

Este proyecto tuvo como resultado un dispositivo que se evaluó con usuarios que se están preparando para la inclusión al SB, previo al dominio del sistema y enfocado a la estimulación de sus sentidos y desarrollo de sus habilidades cognitivas tal y como marca el proceso de la biblioteca infantil.

Por otra parte, se describieron una serie de objetivos específicos a cumplirse de este proyecto. A continuación, se describe cada uno de ellos y como fue abordado.

- **Analizar los sistemas de aprendizaje y sus diferentes herramientas de apoyo.**

Se analiza el sistema y las herramientas de apoyo observadas en la biblioteca infantil los resultados se muestran en el capítulo 2.

- **Determinar las carencias y necesidades en las herramientas de apoyo con las que cuenta la biblioteca Jorge Luis Borges**

Se analizan las herramientas y se concluye con la observación de cada una de las herramientas con las que cuenta la biblioteca en el capítulo 2.

- **Definir una herramienta de apoyo para la enseñanza del SB.**

Se definen prioridades y requerimientos de los usuarios y de diseño que determinan el funcionamiento de la herramienta de apoyo en el capítulo 3.

- **Diseñar una herramienta de apoyo que se adapte al sistema de aprendizaje de la Biblioteca Infantil.**

Se planteó un dispositivo, su proceso de enseñanza, propuestas en bocetos y un análisis de selección mediante una evaluación con el responsable de la biblioteca infantil en el capítulo 4.

- **Evaluar efectividad, eficiencia y satisfacción con el prototipo mediante pruebas iterativas con usuarios.**

En el capítulo 5 se describe el desarrollo de las pruebas y los resultados para la efectividad, eficiencia y satisfacción de los usuarios con el prototipo.

### **5.2.2. Aportaciones**

Al cumplir con los objetivos inicialmente planteados de este proyecto, Pre Braille muestra una serie de aportaciones referente a el desarrollo de una metodología que gira entorno al usuario, metodología que genera ideas y rápidas de probar con un prototipo aplicando los conocimientos de ingeniería y de diseño.

- El proceso de aprendizaje del SB parte de una extensa investigación a través de la observación del usuario.
- Resultados de la investigación mediante técnicas implementadas arrojaron los parámetros para considerar, además de las entrevistas con los expertos en el tema.
- Diseño de una herramienta auxiliar para la inclusión al SB, dispositivo con niveles de progreso, resultado de una metodología centrada en el usuario que genera emociones positivas y motiva al usuario.

- Al describir el proceso de este proyecto en los diferentes capítulos utilizando una metodología centrada en el usuario puede ser una referencia para desarrollar otros proyectos aplicando diferentes técnicas.
- Posibilidad de implementar una versión sofisticada del dispositivo utilizando tecnología avanzada.

### **5.2.3. Trabajo futuro**

Se espera que este trabajo sea de utilidad para diseñadores, profesores e investigadores que trabajan en el tema de la inclusión al SB bajo una metodología centrada en el usuario, ya que puede aportar en el proceso de investigación e implementar diferentes técnicas para el desarrollo.

Como posibilidades de trabajo a futuro de este proyecto se propone lo siguiente:

- El desarrollo y programación del funcionamiento del dispositivo por parte de una persona con conocimientos en programación y circuitos eléctricos.
- Implementar tecnología de vinculación con otros dispositivos actualmente disponibles y de uso cotidiano para supervisar y asignar lecciones vía remota.
- Construcción y fabricación en serie por alguna empresa para llegar a más lugares y reducir costos de producción.
- Desarrollo de aplicación móvil para controlar y verificar progreso.

Pre-Braille, cumple con su función de generar un interés en niños con DV y con ceguera que están en el proceso de iniciar su aprendizaje del SB utilizando y brindando la posibilidad de hacerlo más atractivo para los niños mediante la estimulación de sus sentidos, sin embargo, esto es apenas el comienzo en el mundo del aprendizaje y la exploración.

## Anexos

### Anexo 1. Entrevista a expertos.

#### Guión de la entrevista

Buenos días, (\_\_\_\_\_). Mi nombre es Eneas García, y estoy realizando esta entrevista para obtener información acerca del SB, el procedimiento y herramientas de enseñanza que existen, con el fin de realizar una herramienta auxiliar que sirva para la inclusión al SB para niños.

¿Qué opiniones tienes acerca del SB, y como ha sido tu experiencia?

¿Qué tan importante consideras que los niños aprendan el SB?

¿Cuál es el proceso por el que una persona o niño en pleno aprendizaje debe pasar?

¿En qué tiempo consideras que se debe de aprender? Y ¿Cómo es la inclusión al SB?

¿Consideras que ha evolucionado el SB con respecto al uso de dispositivos tecnológicos, como teléfonos y tabletas?

¿Crees que los dispositivos tecnológicos han influido en el aprendizaje de los niños con ceguera?

¿Cuál consideras que sea un problema de aprendizaje de los niños?

¿De las herramientas con las que cuentan las consideras adecuadas?

¿Qué herramientas nuevas conoces?

¿Qué tan accesibles son estas herramientas?

¿Crees que el proceso de enseñanza es el adecuado o que mejoras considerarías?

¿Qué elementos consideras que se puedan implementar en una herramienta de enseñanza del SB?

Muchas gracias por tu tiempo, tus respuestas han sido de mucha ayuda.

## Anexo 2. Guión de desarrollo de pruebas de usabilidad.

“Hola, mi nombre es Eneas, ¿Tú cómo te llamas? Mucho gusto, \_\_\_\_\_, el día de hoy vamos a jugar para aprender el SB, ¿te gustaría jugar y aprender? Ok, ¡vamos a jugar! enfrente de ti esta una herramienta que se llama PRE Braille, con el vamos a jugar el día de hoy, comencemos...”

**Tarea 1.1.** Vas a explorar con tus manos a PRE Braille, tócalo y siente todo lo que toques, si tienes dudas yo te puedo ayudar, si reconoces algo me lo puedes decir, adelante...

Ahora que ya exploraste a PRE Braille, te voy a explicar para que funciona cada elemento... “Explicación”

**Tarea 1.2.** Enciende PRE Braille, con el botón que acabas de presionar encendemos a PRE Braille.

**Tarea 1.3.** Selecciona el nivel 1, con los botones superiores seleccionamos el nivel con el que queremos jugar, en el nivel 1 vamos a reconocer al signo generador.

**Tarea 2.1** Presiona el botón número cinco. De los seis botones que tenemos tienes que presionar el botón que indica PRE Braille.

**Tarea 2.2.** Presiona el botón número dos. Ubica el botón en la posición número dos.

**Tarea 2.3.** Selecciona el nivel tres. Vuelve a los botones de nivel y selecciona el botón tres, recuerda lo que acabamos de aprender.

**Tarea 3.1.** Presiona la letra "a", recordemos que para escribir la letra "a" es con el botón numero uno.

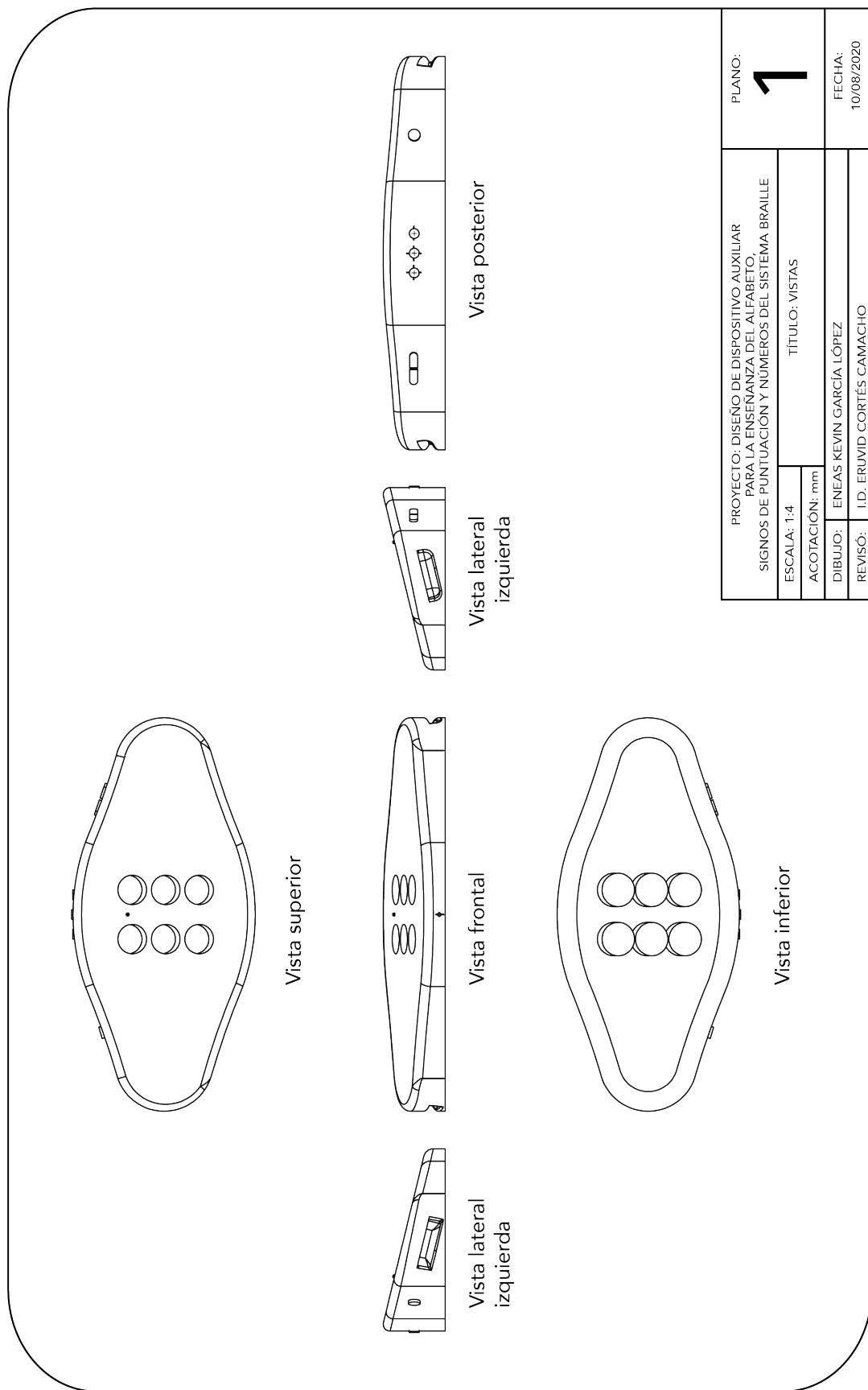
**Tarea 3.2.** Presiona la letra "b", ahora presionaras dos botones, el uno y el dos, adelante.

**Tarea 3.3.** Presiona la letra "c", como escribimos la letra "c" es la combinación del botón uno y tres.

Y con esa última letra terminamos, \_\_\_\_\_, ¿qué te pareció? ¿Te gusto el dispositivo? ¿Te gustó PRE Braille?

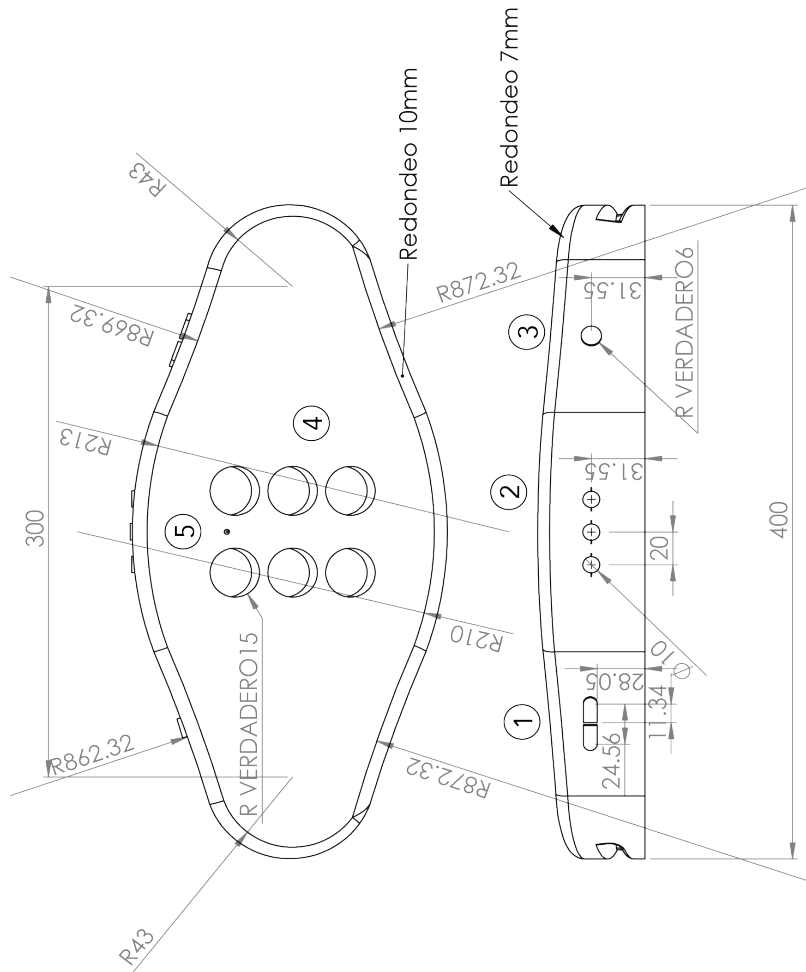
¿Muchas gracias por tu participación algún comentario que quieras agregar, algo no te gusto? ¿Qué fue lo que mas se te complico?

Anexo 3. Planos a detalle del prototipo



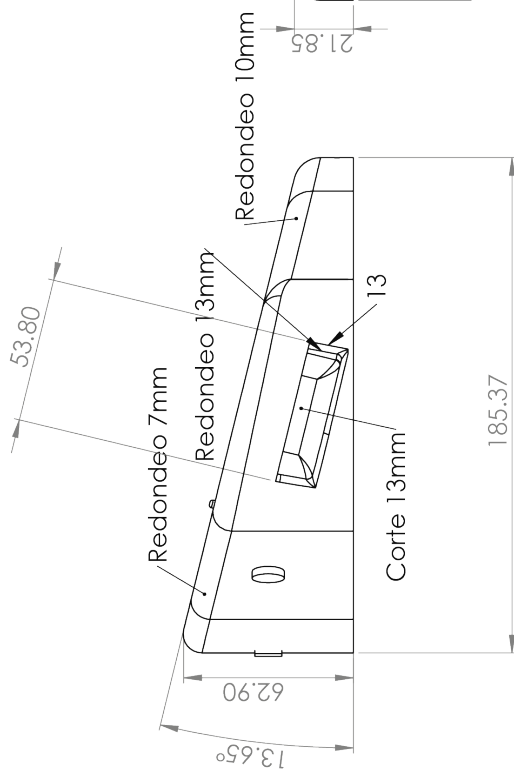
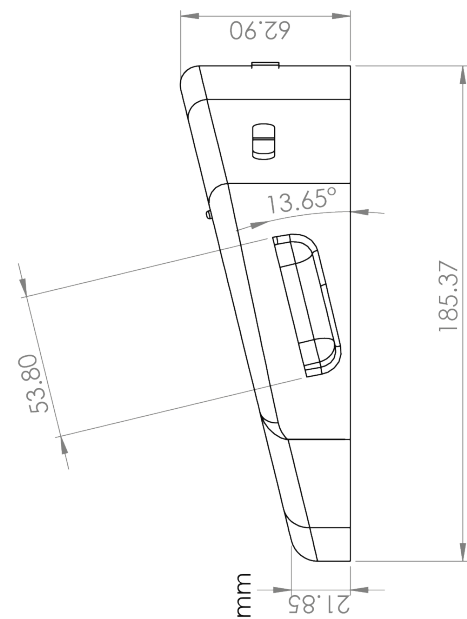
PROYECTO: DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA DEL ALFABETO, SIGNOS DE PUNTUACIÓN Y NÚMEROS DEL SISTEMA BRAILLE		PLANO: <b>1</b>
ESCALA: 1:4	TÍTULO: VISTAS	
ACOTACIÓN: mm		
DIBUJO: ENEAS KEVIN GARCÍA LÓPEZ		
REVISÓ: I.D. ERUIDID CORTÉS CAMACHO		
		FECHA: 10/08/2020

- ① Botones de volumen
- ② Botones de niveles
- ③ Botón de encendido/apagado
- ④ Botones de acción
- ⑤ Guía central



PROYECTO: DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA DEL ALFABETO, SIGNOS DE PUNTAUACIÓN Y NÚMEROS DEL SISTEMA BRAILLE		PLANO: <b>2</b>
ESCALA: 1:3	TÍTULO: MEDIDAS FRONTAL Y POSTERIOR "VISTA DE BOTONES DE FUNCIÓN"	
ACOTACIÓN: mm	DIBUJO: ENEAS KEVIN GARCÍA LÓPEZ	
REVISÓ:	I.D. ERUID CORTÉS CAMACHO	
FECHA: 10/08/2020		REVISÓ:





PLANO:  
**3**

PROYECTO: DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR  
PARA LA ENSEÑANZA DEL ALFABETO,  
SIGNOS DE PUNTUACIÓN Y NÚMEROS DEL SISTEMA BRAILLE

ESCALA: 1:3

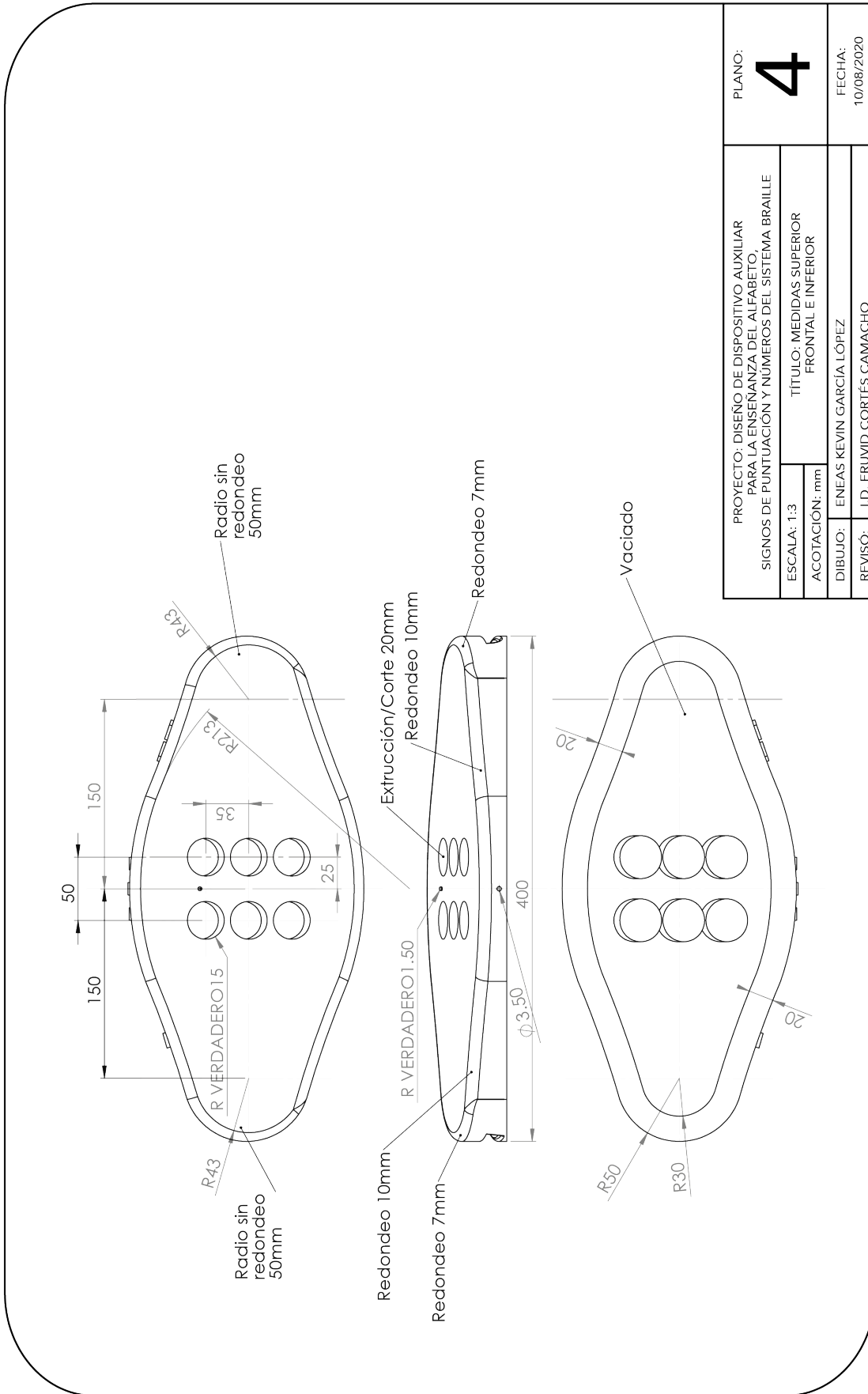
ACOTACIÓN: mm

TÍTULO: MEDIDAS LATERALES  
"IZQUIERDA Y DERECHA"

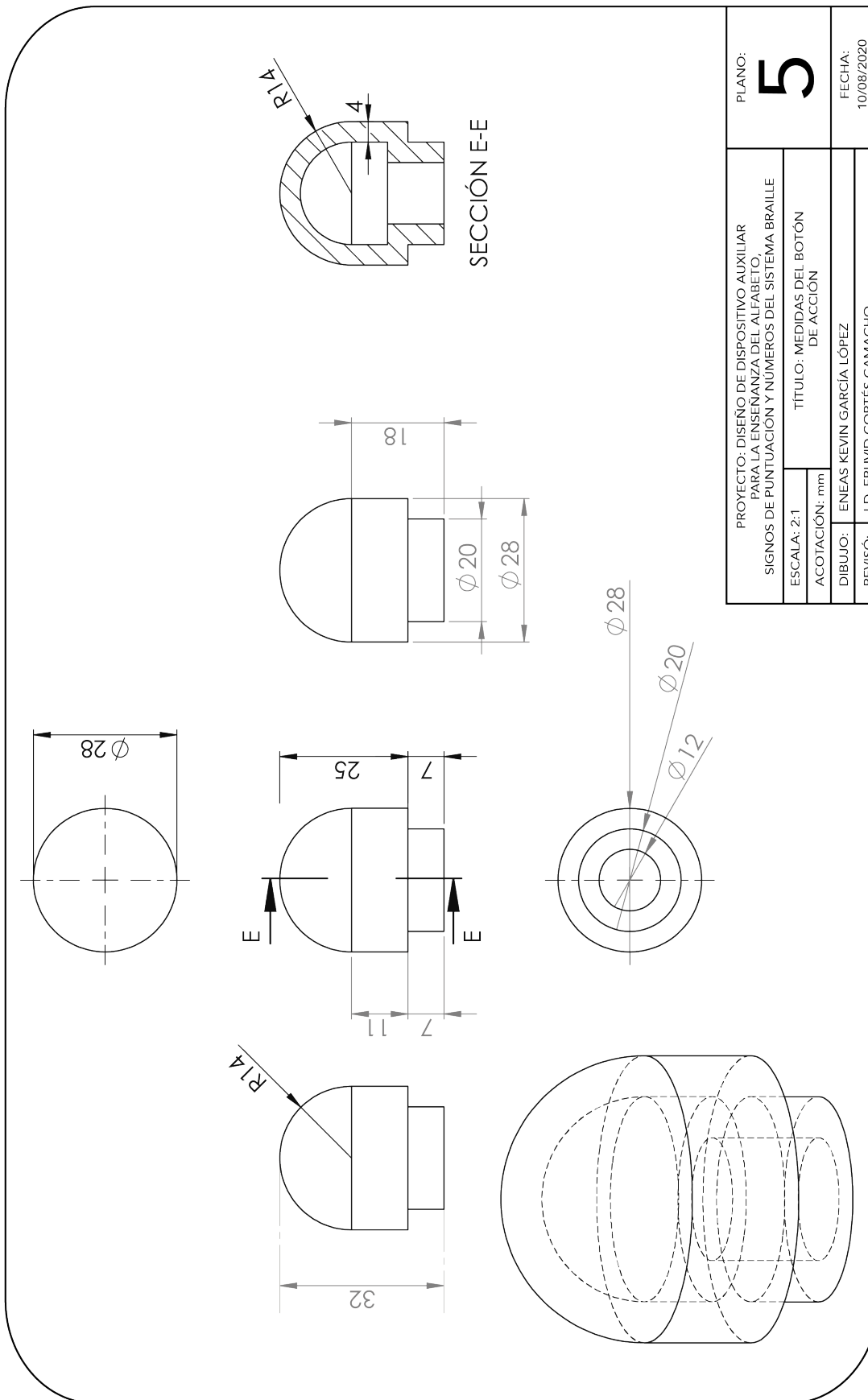
DIBUJO: ENEAS KEVIN GARCÍA LÓPEZ

REVISÓ: I.D. ERUVID CORTÉS CAMACHO

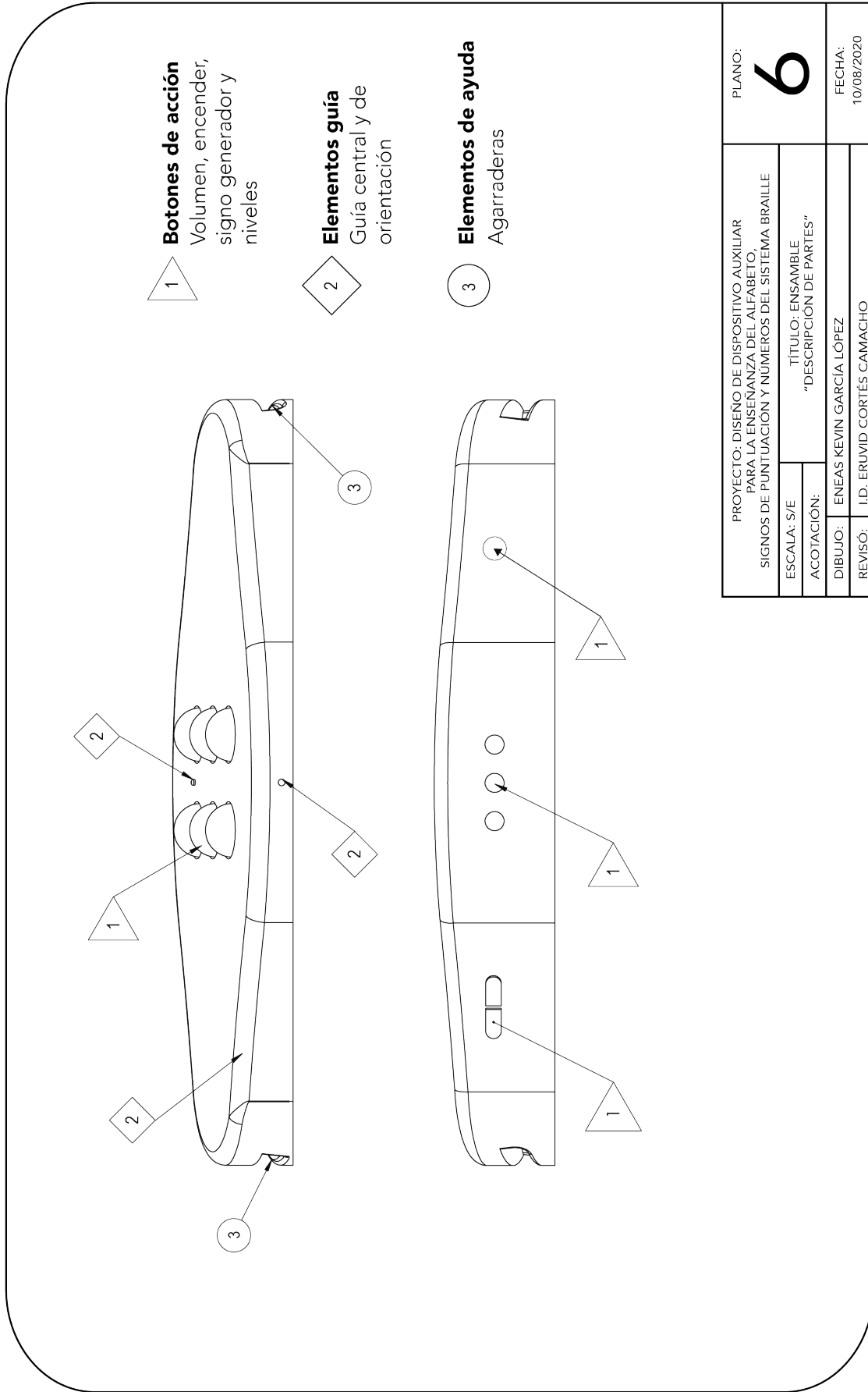
FECHA:  
10/08/2020



PROYECTO: DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA DEL ALFABETO, SIGNOS DE PUNTUACIÓN Y NÚMEROS DEL SISTEMA BRAILLE		PLANO: <b>4</b>
ESCALA: 1:3	TÍTULO: MEDIDAS SUPERIOR FRONTAL E INFERIOR	
ACOTACIÓN: mm	DIBUJO: ENEAS KEVIN GARCÍA LÓPEZ	
REVISÓ: I.D. ERUID CORTÉS CAMACHO	FECHA: 10/08/2020	



PROYECTO: DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA DEL ALFABETO, SIGNOS DE PUNTUACIÓN Y NÚMEROS DEL SISTEMA BRAILLE		PLANO: <b>5</b>
ESCALA: 2:1	TÍTULO: MEDIDAS DEL BOTÓN DE ACCIÓN	
ACOTACIÓN: mm		
DIBUJO: ENEAS KEVIN GARCÍA LÓPEZ		
REVISÓ: I.D. ERUID CORTÉS CAMACHO		
		FECHA: 10/08/2020



**1**  
**Botones de acción**  
 Volumen, encender,  
 signo generador y  
 niveles

**2**  
**Elementos guía**  
 Guía central y de  
 orientación

**3**  
**Elementos de ayuda**  
 Agarraderas

PROYECTO: DISEÑO DE DISPOSITIVO AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA DEL ALFABETO. SIGNOS DE PUNTIUACIÓN Y NÚMEROS DEL SISTEMA BRAILLE		PLANO: <b>6</b>
ESCALA: S/E	TÍTULO: ENSAMBLE "DESCRIPCIÓN DE PARTES"	
ACOTACIÓN:		
DIBUJO: ENEAS KEVIN GARCÍA LOPEZ		
REVISÓ: I.D. ERUVID CORTÉS CAMACHO	FECHA: 10/08/2020	

Anexo 4 Antecedente de proyecto desarrollado.

# Incorporating Technology into Braille Learning Through a User-Centered Methodology

**Mario Alberto Moreno Rocha**  
 Universidad Tecnológica de la Mixteca  
 Km. 2.5 Carretera a Acatlima, Huajuapán de León. Oaxaca.  
 sirpeto@gmail.com

**Eneas Kevin García López**  
 Universidad Tecnológica de la Mixteca  
 Km. 2.5 Carretera a Acatlima, Huajuapán de León. Oaxaca.  
 ieneas@icloud.com

**Ángel Quintero Sánchez**  
 Universidad Tecnológica de la Mixteca  
 Km. 2.5 Carretera a Acatlima, Huajuapán de León. Oaxaca.  
 quinterosanchezangel@gmail.com

**Nancy Lizbeth Cruz Gómez**  
 Universidad Tecnológica de la Mixteca  
 Km. 2.5 Carretera a Acatlima, Huajuapán de León. Oaxaca.  
 lirio\_45@hotmail.com

**Abstract**

This paper presents how, using a user-centered methodology like Design Thinking, an initial proposal was made for a technological device for the teaching and learning of the Braille system for blind or low vision people. Using low, medium and high-fidelity prototypes, iterative tests were carried out with disabled users and experts which allowed us to improve the proposal based on the needs of our users.

**Author Keywords**

Braille; Smart Keyboard; Design; Prototype.

**ACM Classification Keywords**

CCS → Human-centered computing → Human computer interaction (HCI) → Interaction devices → Keyboards

**Introduction**

In 1825 Louis Braille created the system of literacy known as Braille, becoming in 1878 a universal system that allows the visually impaired be able to read [1].

From the combination of points in the generator sign (Figure 1) letters, numbers and signs are created. The teaching and learning of the Braille system is carried out using a slate and stylus (Figure 2).

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

- ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.
- License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.
- Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Verdana 7-point font. Please do not change the size of this text box. Each submission will be assigned a unique DOI string to be included here.

El comité organizador otorga a:

**Ángel Quintero Sánchez y  
Eneas Kevin García López**  
 Universidad Tecnológica de la Mixteca

Por su proyecto:

***SBK: Smart Braille Keyboard  
for learning Braille  
literacy in blind or  
visually impaired people***

**Primer Lugar**  
 en el Concurso Estudiantil de Diseño del


**VIII Congreso Latinoamericano de  
Interacción Humano-Computadora**

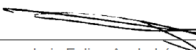
Casa Popenoe, Antigua Guatemala, Guatemala  
8 al 10 de Noviembre de 2017



**DIPLOMA de PARTICIPACIÓN**

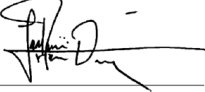
**CLIHC 2017 Antigua Guatemala**






Luis Felipe Ayala López  
Local Chair





Leonel Morales Díaz  
General Co-Chair



Laura Sanjly Gaytán-Lugo  
General Co-Chair  
Latin American HCI Community  
Research Vice-Chair

## Referencias y Bibliografía.

- Alberto, R. L. (10 de Abril de 2018). Experiencia con el sistema Braille. (E. García, Entrevistador)
- Alberto, R. L. (28 de Febrero de 2019). Primera evaluación impresión 3D. (E. García, Entrevistador)
- Areatecnología. (8 de Julio de 2020). *Areatecnología.com*. Obtenido de Impresoras 3D: <https://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html>
- Autodesk. (9 de Enero de 2019). *Autodesk*. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de latinoamerica autodesk: <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/cad-cam>
- Autodesk. (9 de Enero de 2019). *Autodesk*. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de Autodesk: <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-printing>
- Ávila, C. R., Prado, L. L., & González, M. E. (1999). *Dimensiones antropométricas*. Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá: Universidad de Guadalajara.
- Benítez, Á. L. (2015). *Prototipo Físico-Funcional de un Sistema de Calendarización de Actividades Diarias para el CAM 04*. Huajuapán de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Castro, N. A. (2014). *Acercamiento al diseño háptico. Una breve propuesta de pautas para el desarrollo de imágenes hápticas accesibles a personas con discapacidad visual*. Sevilla: Researchgate.
- CONAFE. (2010). *Discapacidad visual*. México. DF.: CONSEJO NACIONAL DE FOMENTO EDUCATIVO.
- CONAFE. (2010). *Discapacidad visual - Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*. México: Secretaria de Educación Pública SEP.
- Clarín. (2 de Mayo de 2019). *Clarín*. Recuperado el 3 de Mayo de 2019, de New York Times International Weekly: [https://www.clarin.com/new-york-times-international-weekly/lego-empezara-hacer-tradicionales-bloques-braille\\_0\\_DvdmwMBP0.html](https://www.clarin.com/new-york-times-international-weekly/lego-empezara-hacer-tradicionales-bloques-braille_0_DvdmwMBP0.html)

- Crisol, E. M., Martínez, J. M., & El, M. H. (2015). El aula inclusiva. Condiciones didácticas y organizativas. *Revista nacional e internacional de educación inclusiva* , 8(3), 254-270.
- Dávalos, T. (2006). Diseñadora crea dispositivo para aprender Braille. *CONACYT*, 2.
- Dezcallar, T. D. (Marzo de 2012). Relación entre procesos mentales y sentido háptico: emociones y recuerdos mediante el análisis empírico de texturas. Barcelona, Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Dow, S., MacIntyre, B., Lee, J., Oezbek, C., Bolter, J. D., & Gandy, M. (2005). *Wizard of Oz Support Throughout an Iterative Design Process* (Vol. Vol.4 No. 4). IEEE Computer Society.
- Dussán, M. A. (2003). Dispositivos para limitados visuales desarrollados por el grupo aplicabilidad tecnologica de la UMB. *Umbral Científico*, 66-73.
- El. (- de - de 2018). *A campaign of Education International*. Recuperado el 01 de Octubre de 2018, de Únamonos por la educación pública: Una educación de calidad para un mundo mejor: <https://www.unite4education.org/es/blog/>
- Frutos, A. L. (2007). Educación Inclusiva, personas con discapacidad visual. *Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE)*, 72.
- Impresiontresde. (10 de Marzo de 2020). *TRSD*. Obtenido de <https://impresiontresde.com/archivos-stl-problemas-formato/>
- INEGI. (2014). *Perfil sociodemográfico de la población con discapacidad del estado de Oaxaca*. Oaxaca: INEGI.
- INEGI. (2016). *Perfil sociodemográfico de la población con discapacidad en el estado de Oaxaca*. Oaxaca: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Jiménez, D. A. (8 de Abril de 2019). Entrevista a experto. (E. K. López, Entrevistador)
- Jordi, J. M. (2011). *Educación Inclusiva: Una escuela para todos*. Valladolid: Universitat de les Illes Balears.
- Kowitlawakul, Y. (2005). The technology acceptance model. *Computers, informatics, Nursing* , 411-418.

- Liébana, M. I., & Chacón, P. D. (2004). *Guía didáctica para la lectoescritura Braille*. Madrid: Organización Nacional de Ciegos Españoles.
- Martinez, D. I., & García, L. D. (2007). El diseño táctil como una alternativa de acceso a la comunicación . *De la Salle* , 243-247.
- Meziat, S. C., & Camargo, E. M. (2009). *A B Sé! Sistema para el aprendizaje de Lectoescritura en Braille*. Bogotá: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL.
- Ministerio de Educación Española. (2013). *Personas con discapacidad visual*. Instituto de tecnologías educativas. España: Formación en red. Obtenido de ite.educacion: <http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/indice.htm>
- Montero, Y. H., & Santamaría, S. O. (2009). *Informe APEI sobre usabilidad*. España: APEI.
- Moreno, M. A., Garcia, E. K., Quintero, A. S., & Cruz, N. G. (2017). Smart Braille Keyboard for Learning Braille Literacy in Blind or Visually Impaired People. *ACM*, 4.
- Nielsen, J. (18 de Marzo de 2000). *Why You Only Need to Test with 5 Users*. Recuperado el Febrero de 2020, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- Pegalajar, M. P. (2010). Tiflotecnología e inclusión educativa: Evaluación de sus posibilidades didácticas para el alumnado con discapacidad visual. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, 22.
- Pérez, V. M. (2007). La práctica pedagógica en la asociación de ciegos y débiles visuales de Jacona. *Universidad Pedagógica Nacional*, 49-62.
- Quijano, G. C. (2008). La inclusión: un reto para el sistema educativo costarricense. *Educación*, 155.
- Reyes, L. S. (20 de Abril de 2018). Inclusión del sistema Braille en la biblioteca infantil Jorge Luis Borges. (E. L. Garcia, Entrevistador)
- Rojas, H. I. (26 de Marzo de 2019). Entrevista a experto. (E. K. López, Entrevistador)



- Rosa, S. A., & González, M. F. (2013). Aplicación de la ergonomía háptica al diseño y desarrollo de productos. *Legado de arquitectura y diseño*, 9-20.
- Rouse, M. (2014). *TechTarget*. Recuperado el Febrero de 2020, de Searchcio.TechTarget: <https://searchcio.techtarget.com/definition/Wizard-of-Oz-prototyping>
- Torreblanca, F. (30 de Octubre de 2017). *Francisco Torreblanca*. Recuperado el 2019 de Abril de 19, de Blog de Francisco Torreblanca sobre marketing y estrategias conductual: <https://franciscotorreblanca.es/referentes-marketing-alex-osborn/>
- UNAM. (2012). *PLAN EDUCATIVO NACIONAL*. Recuperado el Agosto de 2020, de [http://www.planeducativonacional.unam.mx/CAP\\_00/Text/00\\_05a.html](http://www.planeducativonacional.unam.mx/CAP_00/Text/00_05a.html)
- UNESCO. (2005). *Hacia la sociedad del conocimiento*. Francia: Ediciones UNESCO.
- VIU, U. I. (21 de Marzo de 2018). *universidadviu*. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de estrategias y didacticas para la enseñanza del sistema braille: <https://www.universidadviu.com/estrategias-y-didactica-para-la-ensenanza-del-sistema-braille/>