

# **Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos**



Monografía para optar al título de Ingenieros de Sistemas

**Leidi Jasmin Enriquez Muñoz  
Edilson Yamid Noguera Zúñiga**

*Universidad del Cauca*

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**

**Departamento de Sistemas**

**Grupo de I + D en Ingeniería de Software – IDIS**

**Ingeniería de Sistemas**

Popayán, abril de 2018

# **Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos**



Monografía para optar al título de Ingeniero de Sistemas

**Leidi Jasmin Enriquez Muñoz**  
**Edilson Yamid Noguera Zúñiga**

Director: M.Sc. Leandro Flórez Aristizábal.  
Codirector: PhD. Cesar Alberto Collazos Ordoñez.  
Codirector: Mg. Gloria Esperanza Daza.

*Universidad del Cauca*

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Departamento de Sistemas**  
**Grupo de I + D en Ingeniería de Software – IDIS**  
**Ingeniería de Sistemas**  
Popayán, abril de 2018

# NOTA DE ACEPTACION

---

---

---

---

---

---

Firma de Jurado:

---

Firma de Jurado:

Popayán, Cauca abril de 2018

# AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por su infinito amor y bondad, por estar siempre presente en cada paso que doy;*  
*A mi querida madre Luz Marina, por su amor y apoyo incondicional, por ser esa guerrera que me enseña que con amor, paciencia y perseverancia todo se logra;*  
*A mi padre Ramiro, por ser la fuente de sabiduría a quien puedo recurrir en los momentos difíciles de mi vida, por guiarme por el camino correcto;*  
*A mi madre Constanza, por enseñarme valores y principios que han hecho de mí una mujer de bien, por compartir conmigo su amor incondicional de madre;*  
*A mi tío Mauro, por confiar y creer en mí, por apoyarme en los proyectos de mi vida profesional;*  
*A mis tíos Paola y Gabriel, por enseñarme que en la vida siempre lo primero es la familia, la cual es el refugio y la fortaleza para superar cualquier adversidad;*  
*A mis primos Laura y Felipe, por ser mis amigos, mis cómplices, mi apoyo en los momentos difíciles, por comprenderme y ayudarme sin cuestionarme.*  
*A mi ahijado Jerónimo, por contagiarme con su inocencia de niño y alegrar mi vida con su sonrisa;*  
*A mi amigo Yamid, por su paciencia y cariño, por enseñarme a ser feliz por encima de cualquier problema;*  
*A mi padre William, por estar presente en cada momento de mi vida, por apoyarme y creer en mí.*  
*A todas las personas que de una u otra forma estuvieron ahí brindándome su apoyo y confianza.*

**Leidi Jasmín Enriquez Muñoz**

*A Dios, por la vida y la oportunidad,*  
*A mi madre Alejandrina Zúñiga R. por todo su cariño, comprensión, dedicación y consejos;*  
*A mi padre Juan A. Noguera R. por todas las enseñanzas, apoyo y esfuerzo;*  
*A mi hermana Yuly Noguera que siempre ha estado presente en mis buenos y malos momentos;*  
*A mi compañera Leidi Enriquez, por todo el tiempo, paciencia, enseñanzas y momentos compartidos;*  
*A mi familia, quienes siempre han creído en mis fortalezas;*  
*A cada persona que de una u otra manera estuvieron presentes en esta etapa,*  
*A todos, una infinita gratitud.*

**Edilson Yamid Noguera Zúñiga**

## **Agradecimientos Especiales**

*Gracias a Leandro Flórez Aristizábal, Cesar A. Collazos y Gloria Esperanza Daza por la dirección de este proyecto, por la disposición que tuvieron y la ayuda en los momentos adecuados.*  
*A la docente Luz del Sol e Institución Educativa La Pamba por su apoyo en la investigación.*  
*Y muchas gracias a todas aquellas personas que colaboraron o participaron, de una u otra forma, en la realización de este trabajo.*

## Tabla De Contenido

<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>13</b>
1.    Introducción .....	13
1.1    Planteamiento del Problema.....	14
1.2    Pregunta de Investigación .....	17
1.3    Objetivos .....	17
1.3.1    Objetivo general.....	17
1.3.2    Objetivos específicos .....	17
1.4    Metodología.....	17
1.4.1    Fase de formulación - planificación.....	18
1.4.2    Fase de ejecución .....	19
1.5    Fase de consolidación.....	21
1.6    Aportes .....	22
1.7    Estructura del documento.....	22
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>24</b>
2.    Revisión de la literatura y trabajos relacionados.....	24
2.1    Marco teórico .....	25
2.1.1    Discapacidad auditiva.....	25
2.1.1.1    Hipoacusia y sordera.....	25
2.1.1.2    Aprendizaje en niños sordos .....	26
2.1.1.3    Métodos de comunicación.....	26
2.1.2    Aplicaciones móviles.....	27
2.1.2.1    Características de las aplicaciones móviles.....	28
2.1.3    Interfaz gráfica de usuario - GUI.....	28
2.1.4    Guía de diseño .....	29
2.1.5    Usabilidad .....	30
2.1.6    Accesibilidad .....	31
2.1.7    Diseño centrado en el usuario.....	32
2.2    Estado del arte .....	33

2.2.1	Contexto general .....	33
2.2.2	Revisión de la literatura .....	33
2.2.3	Directrices para el diseño de interfaces de software para niños .....	34
2.2.4	Directrices para el diseño de interfaces para niños sordos .....	35
2.3	Brechas existentes .....	37
<b>Capítulo 3.....</b>		<b>38</b>
3.	Fase de formulación y planificación .....	38
3.1	Etapa reflexiva.....	39
3.1.1	Problema .....	39
3.1.2	Objetivo .....	39
3.1.3	Exploración elaborada y recolección de información.....	40
3.1.3.1	Fuentes bibliográficas base .....	40
3.2	Etapa de diseño.....	44
3.2.1	Definición del equipo de proyecto, estudio de caso y herramientas de desarrollo 44	
3.2.2	Recolección de información .....	45
4.	Fase de ejecución .....	47
4.1	Iteración 1 .....	48
4.1.1	Análisis de requisitos + prototipo .....	48
4.1.1.1	Reuniones y entrevistas con expertos .....	48
4.1.1.2	Actualidad en el desarrollo de aplicaciones para personas sordas .....	50
4.1.1.3	Aproximación inicial al caso de estudio (Observación inicial) .....	51
4.1.1.4	Necesidades del público objetivo.....	57
4.1.1.5	Identificación del estilo de aprendizaje.....	58
4.1.1.6	Análisis de aplicaciones dirigidas a niños sordos .....	59
4.1.1.7	Lineamientos generales para el diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos .....	86
4.1.2	Diseño + prototipo 1 .....	98
4.1.3	Evaluación + prototipo .....	103
4.1.3.1	Métodos de evaluación y validación .....	103
4.1.3.2	Definición y selección de métricas .....	104
4.1.3.3	Resultados de la evaluación .....	106
4.2	Iteración 2.....	108

4.2.1	Análisis de requisitos + prototipo .....	108
4.2.2	Diseño + prototipo .....	110
4.2.3	Evaluación + prototipo .....	112
4.2.3.1	Métodos de evaluación y validación .....	112
4.2.3.2	Definición y selección de métricas .....	112
4.2.3.3	Normalización de métricas.....	113
4.2.3.4	Resultado de la evaluación.....	114
4.3	Iteración 3.....	119
4.3.1	Análisis de requisitos + prototipo .....	119
4.3.2	Diseño + prototipo .....	121
4.3.3	Evaluación + prototipo .....	123
4.3.3.1	Resultados de la evaluación .....	124
<b>Capítulo 5</b>	<b>.....</b>	<b>131</b>
5.	Fase de consolidación .....	131
5.1.	Análisis de resultados y evaluación final .....	132
5.2.	Resultados de la evaluación .....	132
<b>Capítulo 6</b>	<b>.....</b>	<b>137</b>
6.	Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos .....	137
6.1.	Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos .....	138
<b>Capítulo 7</b>	<b>.....</b>	<b>152</b>
7.	Resultados, conclusiones y trabajo futuro.....	152
7.1.	Resultados .....	153
7.2.	Conclusiones .....	153
7.3.	Trabajo futuro.....	155
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>156</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>.....</b>	<b>157</b>

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Documentos base.....	43
<b>Tabla 2.</b> Descripción de aplicaciones .....	60
<b>Tabla 3.</b> Resultados evaluación con smiley meter.....	85
<b>Tabla 4.</b> Estilo.....	89
<b>Tabla 5.</b> Componentes .....	90
<b>Tabla 6.</b> Patrones .....	93
<b>Tabla 7.</b> Entrenamiento .....	94
<b>Tabla 8.</b> Contenido .....	96
<b>Tabla 9.</b> Interacción .....	96
<b>Tabla 10.</b> Estímulos y recompensas.....	97
<b>Tabla 11.</b> Elementos en pantalla .....	97
<b>Tabla 12.</b> Instrucciones .....	97
<b>Tabla 13.</b> Otros aspectos .....	98
<b>Tabla 14.</b> Comparativa para categoría imágenes.....	107
<b>Tabla 15.</b> Descripción de métricas de evaluación .....	113
<b>Tabla 16.</b> Resultados de encuesta smiley meter .....	116
<b>Tabla 17.</b> Errores cometidos.....	116
<b>Tabla 18.</b> Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda - iteración 2 .....	116
<b>Tabla 19.</b> Resultados de evaluación con escala smiley meter .....	125
<b>Tabla 20.</b> Tabla de errores .....	126
<b>Tabla 21.</b> Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda - iteración 3 .....	126
<b>Tabla 22.</b> Resultados encuesta smiley meter final .....	134
<b>Tabla 23.</b> Errores cometidos.....	134
<b>Tabla 24.</b> Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda.....	135



# Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Fases y etapas.....	18
<b>Figura 2.</b> Metodología MPlu+a adaptada .....	20
<b>Figura 3.</b> Salón de clases.....	51
<b>Figura 4.</b> Calendario.....	51
<b>Figura 5.</b> Cuadro comparativo de buen y mal comportamiento.....	52
<b>Figura 6.</b> Afiche de cumpleaños.....	52
<b>Figura 7.</b> Cuadro de buen y mal comportamiento .....	53
<b>Figura 8.</b> Horario de los docentes. ....	53
<b>Figura 9.</b> Fotografía de los niños sordos.....	53
<b>Figura 10.</b> Sección de pinturas de los niños. ....	54
<b>Figura 11.</b> Biblioteca .....	54
<b>Figura 12.</b> Elementos interactivos de enseñanza.....	55
<b>Figura 13.</b> Actividad pelota de colores .....	56
<b>Figura 14.</b> Niños pintando .....	56
<b>Figura 15.</b> Pinturas de los niños.....	57
<b>Figura 16.</b> Dibujos con temperas .....	57
<b>Figura 17.</b> Menú de Expresa .....	61
<b>Figura 18.</b> Iconos de Expresa .....	61
<b>Figura 19.</b> Actividad de Expresa .....	62
<b>Figura 20.</b> Menú de CocoSigna.....	63
<b>Figura 21.</b> Actividad de dactilología en CocoSigna .....	63
<b>Figura 22.</b> Retroalimentación en CocoSigna.....	63
<b>Figura 23.</b> Kitsord.....	64
<b>Figura 24.</b> Representación de vidas en Kitsord.....	65
<b>Figura 25.</b> Interfaz de sección Abecedario.....	65
<b>Figura 26.</b> Interfaz de elección de actividad en Kitsord.....	65
<b>Figura 27.</b> Actividad de abecedario letra 'h' .....	66
<b>Figura 28.</b> Actividad abecedario letra 'a' .....	66
<b>Figura 29.</b> Ayuda en sección Abecedario en Kitsord.....	67
<b>Figura 30.</b> Ayuda en interfaz principal de Kitsord.....	67
<b>Figura 31.</b> Interfaz estadísticas en kitsord.....	68
<b>Figura 32.</b> Estadísticas de palabras erróneas en kitsord.....	68
<b>Figura 33.</b> Actividad en Juego educativo para niño bebe.....	69
<b>Figura 34.</b> Error de escritura en Juego educativo para niño bebe.....	69
<b>Figura 35.</b> Estímulos y recompensas .....	70
<b>Figura 36.</b> Menú y submenú de Juegos educativos para niños bebe .....	70
<b>Figura 37.</b> Secuencia para ir atrás .....	71
<b>Figura 38.</b> Estilo de imágenes.....	71
<b>Figura 39.</b> Niño sordo interactuando con cocosigna .....	72
<b>Figura 40.</b> Minijuego de encontrar la pareja .....	73
<b>Figura 41.</b> Minijuego de arrastrar a su seña correspondiente .....	73
<b>Figura 42.</b> Mini juego de llevar objeto a su seña correspondiente .....	73

<b>Figura 43.</b> Mini juego de antónimos .....	74
<b>Figura 44.</b> Puntos.....	74
<b>Figura 45.</b> Botón volver al menú principal .....	75
<b>Figura 46.</b> Menú principal kitsord .....	76
<b>Figura 47.</b> Menú lateral de kitsord.....	76
<b>Figura 48.</b> Opciones aprender o evaluar .....	77
<b>Figura 49.</b> Sección aprender abecedario .....	77
<b>Figura 50.</b> Organización de elementos en cuadrícula .....	77
<b>Figura 51.</b> Mensaje de correcto.....	78
<b>Figura 52.</b> Mensaje de incorrecto.....	78
<b>Figura 53.</b> Iconos en el menú.....	79
<b>Figura 54.</b> Niño interactuando sobre interfaz abecedario.....	80
<b>Figura 55.</b> Video en lengua de señas en Expresa.....	80
<b>Figura 56.</b> Navegación de expresa .....	80
<b>Figura 57.</b> Juego de memorización .....	81
<b>Figura 58.</b> Elección de número de jugadores.....	82
<b>Figura 59.</b> Otras opciones.....	82
<b>Figura 60.</b> Menú de configuración del juego .....	82
<b>Figura 61.</b> Interfaz de la actividad .....	83
<b>Figura 62.</b> Estimulación con estrellas.....	83
<b>Figura 63.</b> Menú de opciones del juego .....	84
<b>Figura 64.</b> Escala de Smileyometer. ....	84
<b>Figura 65.</b> Paletas usadas en la evaluación smiley meter .....	86
<b>Figura 66.</b> Interfaz de categorías .....	99
<b>Figura 67.</b> Actividad 1 .....	99
<b>Figura 68.</b> Actividad 2 .....	99
<b>Figura 69.</b> Actividad 3 .....	100
<b>Figura 70.</b> Pantalla principal.....	101
<b>Figura 71.</b> Actividad encontrar imagen igual al modelo.....	102
<b>Figura 72.</b> Actividad encontrar las 4 diferencias.....	102
<b>Figura 73.</b> Interfaz de felicitaciones.....	102
<b>Figura 74.</b> Interfaz de recompensa .....	103
<b>Figura 75.</b> Pantalla de inicio .....	110
<b>Figura 76.</b> Interfaces de algunas actividades con video de lengua de señas. ....	111
<b>Figura 77.</b> Estimulación con mensaje de felicitaciones .....	111
<b>Figura 78.</b> Estimulación con trofeo.....	111
<b>Figura 79.</b> Función de normalización .....	113
<b>Figura 80.</b> Actividad encontrar las 4 diferencias.....	114
<b>Figura 81.</b> Actividad buscar la imagen sin pareja.....	115
<b>Figura 82.</b> Fotografías de niños evaluando con escala Smiley meter .....	115
<b>Figura 83.</b> Pantalla de bienvenida.....	122
<b>Figura 84.</b> Interfaces de algunas de las actividades con su respectiva etiqueta.122	
<b>Figura 85.</b> Interfaces de algunas de las actividades con su respectiva etiqueta.123	
<b>Figura 86.</b> Interfaz de contexto de la actividad “Encuentra el animal repetido” ...	124
<b>Figura 87.</b> Estructura de la guía de diseño .....	138

<b>Figura 88.</b> Texto sobre fondo sólido.....	138
<b>Figura 89.</b> Interfaz de categoría animales del prototipo .....	139
<b>Figura 90.</b> Iconos en el prototipo.....	139
<b>Figura 91.</b> Interfaz de prototipo en categoría de animales .....	140
<b>Figura 92.</b> Interfaz de prototipo con video de intérprete de señas .....	141
<b>Figura 93.</b> Elementos de la interfaz con etiquetas .....	142
<b>Figura 94.</b> Interfaces de los menús del prototipo .....	143
<b>Figura 95.</b> Interfaz del prototipo con nivel básico completado. ....	144
<b>Figura 96.</b> Interfaz con mensaje de confirmación.....	145
<b>Figura 97.</b> Interfaces de prototipo brindando instrucciones.....	146
<b>Figura 98.</b> Interfaces de prototipo retroalimentando las acciones del niño .....	146
<b>Figura 99.</b> Interfaz de pantalla al finalizar actividad .....	147
<b>Figura 100.</b> Interfaz de prototipo enseñando concepto .....	149
<b>Figura 101.</b> Interfaces de prototipo con estimulación.....	150
<b>Figura 102.</b> Interfaces del prototipo con elementos necesarios en pantalla.....	151

## Índice de gráficas.

<b>Gráfica 1.</b> Promedio de errores.....	117
<b>Gráfica 2.</b> Promedio de solicitud de ayuda.....	118
<b>Gráfica 3.</b> Promedio de errores.....	127
<b>Gráfica 4.</b> Promedio de solicitud de ayuda.....	127
<b>Gráfica 5.</b> Comparación de resultados de errores iteración 2 y 3 .....	128
<b>Gráfica 6.</b> Comparación de resultados de ayuda solicitada iteración 2 y 3 .....	128
<b>Gráfica 7.</b> Solicitud de ayuda - consolidación .....	135
<b>Gráfica 8.</b> Errores - consolidación .....	136

# Capítulo 1

## 1. Introducción

En este capítulo se presenta la introducción al tema de investigación, además se brinda la contextualización del problema, también se definen los objetivos, y por último se detalla la metodología utilizada y los aportes de esta investigación en diferentes ámbitos.

## Contenido

- 1.1 Planteamiento del Problema.
- 1.2 Pregunta de Investigación.
- 1.3 Objetivos.
- 1.4 Metodología.
- 1.5 Aportes.
- 1.6 Estructura del Documento.



## 1.1 Planteamiento del Problema

Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que el 15% de la población mundial, esto es mil millones de personas, están afectadas por alguna discapacidad física, psíquica o sensorial, dificultando su desarrollo personal e integración social [1]. Una de estas discapacidades es la pérdida auditiva, la cual afecta cerca de 32 millones de niños a nivel mundial y la inmensa mayoría viven en países de ingresos bajos y medianos [2], y de acuerdo al Instituto Nacional para Sordos (INSOR), sus últimos indicadores señalan que en Colombia en 2005 se contaban con aproximadamente 30,285 niños entre edades de 0 a 9 años [3]. Teniendo en cuenta que la comunidad sorda tiene la lengua de señas como lengua materna (L1), es de gran importancia para ellos la adquisición de una lengua escrita (L2) a través del desarrollo de habilidades en lectoescritura [4].

Para dichos niños el aprendizaje de la lectoescritura tiene un gran desafío, ya que por su déficit auditivo tiene mayores problemas en la adquisición del lenguaje escrito y comprensión de lectura, por lo que tiene restricciones en la competencia lingüística<sup>1</sup> a nivel léxico, sintáctico y semántico [5]. Un niño oyente desarrolla la competencia lingüística a través de los sonidos (sonido-letra-palabra-significado), el cual corresponde de letra a sonido y de esta manera, agrega este nuevo concepto a su vocabulario. De un niño sordo en cambio no se puede esperar lo mismo y por esta razón no se puede enseñar de la misma manera que al niño oyente, ya que solo aprendería la correspondencia sonido - palabra pero no entendería el significado que eso tiene [6]. El sordo ve palabras en el papel y construye visualmente el contexto, se trabaja el texto como un todo. Se debe dar importancia al significado global, si se hace una traducción palabra por palabra (palabra – seña), se pierde el significado del texto [7].

Una forma de enfrentar este desafío es el uso de un método de comunicación distinta tal como la lengua de señas, como una alternativa al lenguaje hablado [8]. El lenguaje de señas consiste en la utilización de las manos como herramienta de comunicación tanto para el deletreo de palabras como para representar palabras completas o expresiones mediante el movimiento de brazos, manos y dedos acompañado generalmente de gestos faciales [9]. Este tipo de lenguaje favorece los procesos de enseñanza-aprendizaje de los niños sordos, ya que, podrán

---

<sup>1</sup> Conjunto de conocimientos que permiten al hablante de una lengua el comprender y producir una cantidad, potencialmente infinita, de oraciones gramaticalmente correctas, con una cantidad finita de elementos.

desarrollar un lenguaje completo de forma temprana que les permitirá pensar, planificar, hipotetizar, etc. Además puede servir de base lingüística para la adquisición de la lengua escrita porque facilita su aprendizaje como segunda lengua [10] [5].

Por otro lado se encuentra el avance tecnológico en dispositivos móviles, el cual está creando un cambio de paradigma digital, especialmente en la forma como nos comunicamos. Tener un dispositivo móvil se ha convertido en una necesidad para comunicarse dentro de un mundo en constante movimiento, por lo que se puede encontrar una tendencia creciente de comunidades y redes sociales móviles [11]. Sin embargo, hay pocos estudios realizados sobre este tipo de comunidades y redes para los usuarios discapacitados, en particular para la comunidad sorda en un país en desarrollo. En la actualidad, las distintas aplicaciones disponibles en Smartphone y tabletas permiten a las personas sordas y con dificultades auditivas hacer prácticamente todo lo que puede hacer la comunidad oyente [12].

La tecnología de la información y comunicación (TIC) es un gran recurso para las personas que trabajan con niños sordos, porque posee características como alta capacidad de memoria, capacidades de visualización, técnicas de hipervínculo, así como sofisticadas técnicas de inteligencia artificial que pueden ser explotadas para construir herramientas educativas capaces de satisfacer las necesidades de los niños sordos de una manera eficaz [13]. Desafortunadamente las herramientas TIC basan su contenido no solo en imágenes sino también en texto, lo que por razones anteriormente mencionadas dificulta el uso de estas por parte de niños sordos que aún no dominan su segunda lengua (L2).

Actualmente el software existente (nacional o importado) ha sido desarrollado por expertos programadores o ingenieros de sistemas quienes se han preocupado fundamentalmente por los aspectos técnicos descuidando casi que por completo las características del usuario y fundamentalmente los aspectos pedagógicos y didácticos propios del tema desarrollado [14]. Sin embargo, esto hoy en día no puede ocurrir. Está claro que la interfaz de un software bien diseñado debería establecer un enlace o relación con los usuarios, guiándoles en el aprendizaje y haciéndoles que disfruten de lo que están haciendo. Es fundamental para los desarrolladores basar sus diseños en un conjunto de principios y directrices generales de diseño de interfaces de usuario, consensuadas por la mayoría de expertos en la materia [15], ya que cuando un producto sigue los estándares y convenciones de diseño, tiene más probabilidades de dirigir la atención de sus

usuarios y alcanzar sus objetivos sin que por ello deje de ser innovador y atractivo [16].

Antes de la aparición de los dispositivos móviles, el lenguaje visual y el texto impreso en un formato interactivo y visualmente rico no era posible, ya que, los niños con problemas de audición debían mirar un libro y luego alternar la mirada a una pantalla (televisión o computadora) para ver el video [17]. Ahora, mediante la integración de videos y textos en la misma pantalla se potenciará enormemente sus procesos de aprendizaje. La posibilidad de ilustrar, representar, manipular, relacionar, editar, modificar y diseñar nuevos materiales, siendo la imagen el elemento esencial de transmisión de información, permitirá al niño interactuar para comprender, expresar, comunicar, producir y construir nuevos aprendizajes [18].

Los computadores y dispositivos móviles ayudan a captar la atención de los niños con necesidades especiales y conseguir que se centren en las tareas a realizar [19]. Los niños con problemas auditivos disfrutaban de la experiencia de leer y descubrir el significado de la palabra que se muestra y su traducción en lenguaje de señas. De igual manera los niños pueden controlar el ritmo de presentación de la información, lo que ha mostrado un impacto significativo en el aprendizaje [20].

En los últimos años, las TIC's han prestado cada vez más atención al diseño de herramientas electrónicas (e-tools) para niños y de igual manera ha planteado directrices para el diseño de este tipo de herramientas. Las directrices existentes diferencian a los niños según su edad o sexo, y no en función de otras características cognitivas como la capacidad de comprensión de texto, la atención visual y habilidades de memoria [21]. Sin embargo, estas y otras habilidades resultan ser cruciales para diseñar herramientas electrónicas utilizables y accesibles para personas sordas. Por ejemplo, las habilidades de lectura de las personas sordas se están quedando atrás en comparación con los de sus compañeros oyentes, mientras que las habilidades viso-perceptivas de las personas sordas son generalmente consideradas como iguales o más desarrolladas que las de sus compañeros oyentes. Estas diferencias exigen directrices para el diseño de herramientas electrónicas que sean utilizables y accesibles para las personas sordas, en general, y para los niños sordos, en particular [21].



## 1.2 Pregunta de Investigación

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el presente proyecto plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo apoyar el diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos?

## 1.3 Objetivos

A continuación se describe el objetivo general y los objetivos específicos

### 1.3.1 Objetivo general

Establecer una guía de diseño de interfaces gráficas que sirva de apoyo en el desarrollo de aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar los diferentes aspectos del niño sordo que pueden afectar el diseño de una interface gráfica accesible y usable.
- Definir patrones<sup>2</sup> y lineamientos en el diseño de interfaces de aplicaciones móviles orientadas a niños sordos.
- Proponer una guía para el diseño de interfaces gráficas de aplicaciones móviles que contemple aspectos particulares de los niños sordos.
- Desarrollar un prototipo funcional de aplicación móvil cuyas interfaces gráficas sean elaboradas haciendo uso de la guía propuesta.
- Evaluar con expertos la guía través del prototipo funcional y validarlo en un estudio de caso en la Institución Educativa La Pamba de la ciudad de Popayán.

## 1.4 Metodología

La metodología que se siguió para el desarrollo del presente trabajo de grado fue la de estudio de caso [22] adaptada a las necesidades de este proyecto de grado.

---

<sup>2</sup> **Patrón:** Serie de variables constantes, identificables dentro de un conjunto mayor de datos. Estos elementos se repiten de una manera predecible. Puede ser una plantilla o modelo que puede usarse para generar objetos o partes de ellos.

Esta metodología cuenta con cuatro fases: (i) Fase de formulación- Planificación, (ii) Fase de ejecución, (iii) Consolidación y (iv) Fase de documentación y divulgación (ver Figura 1). Dentro de la fase de ejecución se hizo uso del modelo de procesos de Ingeniería de usabilidad y accesibilidad (MPIU+a) [23].



Figura 1. Fases y etapas

A continuación, se describen las fases de la metodología explicando la forma como se desarrolló el proyecto.

### 1.4.1 Fase de formulación - planificación

Es esta fase podemos diferenciar dos grandes etapas:

- **Etapa reflexiva**

En esta etapa, se hizo un estudio a profundidad con el objetivo de estructurar el desarrollo del proyecto, proponiendo estrategias y elementos necesarios para satisfacer las necesidades de este.

Con el fin de fortalecer la base conceptual, se hizo una exploración elaborada acerca de los antecedentes que hacen parte de los siguientes núcleos temáticos: software educativo para niños sordos, discapacidad auditiva en niños, guías de diseño y de estilo para elaborar interfaces de

aplicaciones para dispositivos móviles, diseño de interfaces para niños, experiencia de usuario. Para ello se usaron fuentes de carácter secundario, mediante la revisión de material bibliográfico, tales como libros, artículos, revistas, publicaciones y demás fuentes de información para así poder disponer de criterios suficientes para un estudio robusto.

- **Etapa de diseño**

En esta etapa se definió el equipo del proyecto incluyendo la institución educativa donde se trabajó y el estudio de caso con el que se contó, las herramientas y/o entornos de desarrollo software con los que se experimentó y otros recursos (equipos, materiales, etc.). Para la recolección de datos se usaron las siguientes técnicas de investigación: reuniones, entrevistas y observación, con el fin de documentar las recomendaciones, el proceso de enseñanza de la lectoescritura en niños sordos y establecer las necesidades específicas de esta población.

Para la realización de las reuniones y entrevistas se diseñó un protocolo de preguntas, las cuales fueron aprobadas por expertos en niños sordos. Al momento de emplear la técnica de observación se contó con la colaboración de fonoaudiólogos y docentes encargados de la enseñanza para niños sordos en la Institución Educativa La Pamba de la ciudad de Popayán (Colombia). Para el análisis de la información recolectada, se utilizaron métodos de visualización como diagramas y matrices para facilitar la presentación y explicación de los hallazgos encontrados. Finalmente, los hallazgos identificados fueron usados para la elaboración de los lineamientos de la guía de diseño.

## **1.4.2 Fase de ejecución**

En este punto se integró el modelo de procesos de la ingeniería de la usabilidad y accesibilidad (MPlu+a) [23], con el fin de realizar la construcción de la guía de diseño, el prototipo basado en dicha guía y su validación. Cabe resaltar que para este proyecto de grado las fases que se utilizaron de este modelo en cada iteración son: Ingeniería de software (análisis de requisitos y diseño), Prototipado y evaluación (ver Figura 2).

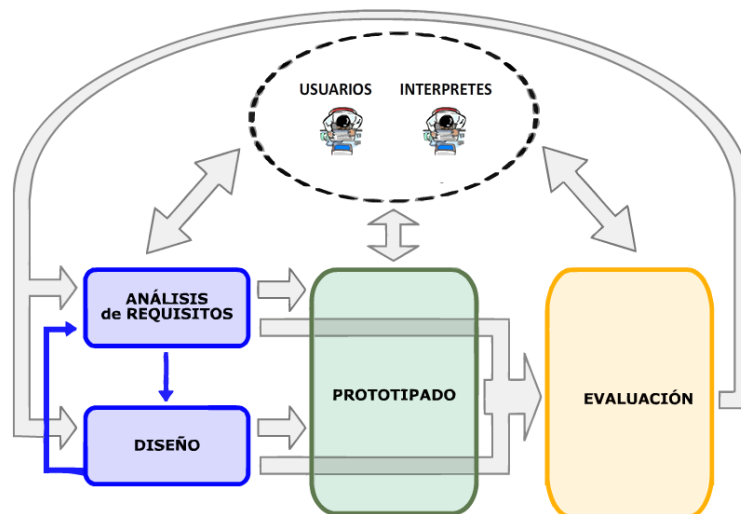


Figura 2. Metodología MPIu+a adaptada

- **Análisis de requisitos + prototipo**

Se revisó la bibliografía referente al diseño de interfaces para la construcción de aplicaciones móviles para niños. Se realizaron reuniones con especialistas y docentes encargados de la enseñanza en niños sordos para obtener recomendaciones pedagógicas que sean aplicables en la construcción de aplicaciones móviles y juegos para esta población. Además, se realizó trabajo de campo haciendo uso de la técnica de observación para identificar las diferentes actividades que los especialistas en terapias para niños sordos emplean en la comunicación, de igual manera se tuvo en cuenta las capacidades y dificultades que presentan los niños en el estudio de caso al interactuar con el entorno. De esta manera se determinaron diferentes aspectos que pueden afectar de una u otra forma el diseño de la interfaz para un niño sordo. A partir de lo anterior se planteó los lineamientos que hicieron parte de la guía de diseño, los cuales fueron validados a través del prototipo.

- **Diseño + prototipo**

Se realizó el diseño y la construcción de un prototipo funcional de una aplicación móvil basado en los lineamientos planteados para la guía de diseño en la fase anterior, para dicho proceso se tomó como base algunas de las actividades previamente identificadas.

En las dos primeras iteraciones se construyó un prototipo de baja fidelidad a través de prototipos en papel que permitieron tener una primera

aproximación del diseño. En las siguientes iteraciones se desarrolló un prototipo funcional con el fin de realizar una mejora continua de los lineamientos de la guía de diseño. Todo esto se realizó teniendo en cuenta las opiniones y recomendaciones de los expertos y del estudio de caso quienes estuvieron involucrados durante todo el proceso.

- **Evaluación + prototipo**

En esta fase se validaron los lineamientos de la guía de diseño a través del prototipo con el estudio de caso y la colaboración de expertos en la educación de niños sordos, diseñadores y desarrolladores de aplicaciones móviles.

En el proceso de construcción del prototipo los expertos realizaron una evaluación descriptiva de cada lineamiento aplicado, dando a conocer su punto de vista, sus recomendaciones y sugerencias, además dieron una calificación comprendida entre 1 y 10 para determinar el grado de importancia como lineamiento, siendo 1 la calificación más baja y 10 la calificación más alta. Los lineamientos valorados entre 1 y 4 no hicieron parte de la guía de diseño, aquellos valorados entre 5 y 7 fueron revisados y replanteados para una segunda revisión y por último los lineamientos valorados entre 8 y 10 fueron incluidos dentro de la guía de diseño.

El prototipo fue probado en el estudio de caso de modo que se observó y se tomó registro de la interacción y de las reacciones que ocurrieron durante este proceso para posteriormente realizar un análisis con la ayuda de expertos.

## **1.5 Fase de consolidación**

En esta fase se dio por finalizado el ciclo de desarrollo del modelo MPIu+a. Posteriormente se tomaron los lineamientos que mejor se adaptaron a las necesidades de los niños sordos dando como resultado los lineamientos finales de la guía de diseño, el prototipo terminado de la aplicación educativa. El resultado de esta investigación se plasmó en un sitio web a la disposición de público, finalmente se hizo entrega de la documentación asociada.

## 1.6 Aportes

De acuerdo a los proyectos analizados y a las brechas identificadas durante el proceso de revisión documental, se puede notar la falta de una guía que abarque aspectos pedagógicos y metodológicos para la construcción de interfaces gráficas de aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos. La presente propuesta de proyecto de grado sugiere una guía de diseño de interfaces gráficas de usuario que sirva como herramienta base para que diseñadores y desarrolladores puedan elaborar aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos para apoyar diferentes aspectos como la usabilidad, la accesibilidad, el aprendizaje, entre otros, que sirvan de apoyo en el desarrollo de los niños sordos.

Los principales aportes que se consideran incluye (i) Identificación de las diferentes características que deben poseer las aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos. (ii) la elaboración de una guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos con base a las características identificadas, recomendaciones de expertos, lineamientos de guías de diseño existentes y los hallazgos identificados durante el proceso de investigación, haciendo uso de técnicas de usabilidad y accesibilidad, temas de interés en la línea de investigación Interacción-Humano-Computador

## 1.7 Estructura del documento

El presente documento se encuentra organizado por capítulos de la siguiente manera:

**Capítulo 1:** Se presenta una introducción al trabajo, se contextualiza el problema, se formula una pregunta de investigación, se plantean los objetivos, la metodología a seguir y los aportes de esta investigación en los diferentes ámbitos.

**Capítulo 2:** Este capítulo presenta el estado del arte y marco teórico, en el cual se expondrán algunos de los núcleos temáticos que fueron parte de esta investigación, la cual abarcó el software educativo para niños sordos, discapacidad auditiva en los niños, guías de diseño y de estilo para elaborar interfaces de aplicaciones para dispositivos móviles, experiencia de usuario, de igual manera da a conocer las brechas existentes en la actualidad.

**Capítulo 3:** Sobre este capítulo se presenta el primer acercamiento hacia la identificación de las dificultades, intereses y preferencias por parte de los niños sordos orientadas a las interfaces móviles; también se describe el proceso de

elección y clasificación de los lineamientos de diseño de interfaces móviles para niños sordos.

**Capítulo 4:** En este capítulo se lleva a cabo el desarrollo de la investigación, la cual se realiza en un entorno escolar con el apoyo de la institución educativa, la docente a cargo del estudio de caso y expertos en discapacidad auditiva en niños, diseñadores y desarrolladores de aplicaciones móviles. De igual manera, en este capítulo se elabora la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos y se evalúa a través de un prototipo funcional, todo esto se realiza siguiendo la metodología MPlu+a.

**Capítulo 5:** Durante este capítulo se presenta el análisis de los resultados obtenidos en el capítulo 4 y se realiza la evaluación final de la guía de diseño.

**Capítulo 6:** Se presenta la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos.

**Capítulo 7:** En este capítulo se presentan los principales resultados, conclusiones y trabajo futuro que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación.

# Capítulo 2

## 2. Revisión de la literatura y trabajos relacionados

En este capítulo se realiza una revisión y descripción en detalle de las bases conceptuales que fundamentan esta investigación y ejecución del proyecto.

### Contenido

- 2.1 Marco Teórico.
- 2.2 Estado del arte.
- 2.3 Brechas existentes.





## 2.1 Marco teórico

### 2.1.1 Discapacidad auditiva

La discapacidad auditiva está definida como la dificultad que presentan algunas personas para participar en actividades propias de la vida cotidiana, que surge como consecuencia de la interacción entre una dificultad específica para percibir a través de la audición los sonidos del ambiente y dependiendo del grado de pérdida auditiva, los sonidos del lenguaje oral y las barreras presentes en el contexto en el que se desenvuelve la persona [24] [25].

Desde el ámbito de la Logopedia, la discapacidad auditiva es un trastorno sumamente relevante debido a que tiene importantes implicaciones tanto en la adquisición como en la utilización del lenguaje, provocando desde dificultades en la comunicación hasta la incapacidad total para aprender el lenguaje, siempre dependiendo de factores como la edad a la que aparece la discapacidad, la rapidez con la que se implementan medidas correctoras, el entorno familiar o las actuaciones educativas [26].

Los niños con discapacidad auditiva enfrentan dificultad para adquirir el lenguaje. El lenguaje es una forma de conceptualizar el mundo, entenderlo y explicarlo; también, uno de los medios que nos permiten adquirir conocimientos e información acerca de nuestras experiencias y de los demás.

A un niño con pérdida auditiva que no logra desarrollar un lenguaje le será muy difícil adquirir conocimientos y comprender los eventos a su alrededor [27].

#### 2.1.1.1 Hipoacusia y sordera

**Hipoacusia:** Cuando la audición es deficiente, pero permanece cierta capacidad que es útil para la percepción del lenguaje oral y de los sonidos ambientales.

**Sordera:** Existe una audición residual imperceptible, que imposibilita la percepción del lenguaje oral y de los sonidos ambientales [26].

### **2.1.1.2 Aprendizaje en niños sordos**

Al analizar el rendimiento académico del alumnado sordo, el panorama actual nos dice que existe una gran heterogeneidad de estos niveles de rendimiento; aunque, en general, los niveles académicos están por debajo del promedio de sus compañeros y compañeras oyentes [28]. Así mismo, también hay mucha desigualdad en sus niveles lingüísticos, incluyendo también la competencia en lectura y escritura. La explicación de estos datos puede ser muy diversa, pero hay que tener siempre presente que la discapacidad auditiva no implica un déficit en la capacidad intelectual. Una respuesta educativa en edades tempranas y de calidad adecuada a sus necesidades, sumado a unos entornos escolares y sociales accesibles para este alumnado produce un considerable aumento en los logros educativos y académicos [29]. Cabe resaltar que todos los alumnos y alumnas tienen sus propias características y necesidades educativas que es preciso atender, no obstante, el alumnado sordo además de contar con estas diferencias individuales (estilos de aprendizaje, disposición hacia el aprendizaje, hábitos de estudio, implicación de la familia, etc.) puede presentar algunas otras necesidades educativas específicas que no hay que olvidar: a nivel personal, a nivel social y emocional, a nivel cognitivo, y a nivel lingüístico, y que hay que tener en cuenta para organizar las agrupaciones, los apoyos, la programación de las clases, etc. [28].

### **2.1.1.3 Métodos de comunicación**

Las personas con discapacidad auditiva no siempre presentan alguna deficiencia en sus cuerdas vocales que les impide hablar, muchas veces se debe a que la deficiencia auditiva se presentó a una edad muy temprana por lo cual no conocen el lenguaje oral del grupo social que lo rodea. No obstante, una persona sorda puede adquirir la habilidad de hablar por medio de un método llamado oralismo [30]. A continuación se listan los métodos más comunes que permiten desarrollar en una persona con discapacidad auditiva:

#### **Métodos orales**

Es un sistema de comunicación y enseñanza que utiliza exclusivamente el lenguaje oral. El objetivo de este método consiste en desarrollar en el individuo con déficit auditivo el lenguaje de la comunidad oyente en la que se encuentra, para lograr una mayor interacción con el entorno que lo rodea [28]. Este método

utiliza los restos auditivos que existen en la persona por medio de aparatos que permiten potencializar su audición, además de utilizar el habla y la lectura labio-facial [31].

## **Métodos gestuales**

Es una forma de comunicación para transmitir ideas o frases por medio de la realización de señas utilizando las extremidades superiores del cuerpo y las expresiones del rostro. En comparación a los métodos orales presenta la desventaja de no obtener el mismo nivel de integración en la sociedad, debido a que muy pocas personas utilizan este método para comunicarse. Dentro de los métodos gestuales se encuentran:

**Lengua de Signos:** Es un sistema de comunicación con su propia estructura, sintaxis y gramática, considerándolo en algunas partes como una lengua oficial. La lengua de signos o lengua de señas es la más utilizada por la comunidad sorda, y su adquisición y desarrollo experimenta las mismas fases evolutivas del lenguaje oral. Los niños que aprenden a utilizarlo a una edad temprana manifiestan un desarrollo lingüístico, cognitivo y social superior al resto de los niños sordos.

**Dactilología:** Es un método para deletrear palabras por medio del movimiento de las manos. Cada posición que se realice con la mano representa una letra del alfabeto, y generalmente se utiliza para representar palabras nuevas o para aquellas en las que su signo en Lengua de señas no existe [30]. Para la producción del dactilológico usamos únicamente una mano, esto es, la mano dominante, que en el caso de las personas diestras es la mano derecha, mientras que en las personas zurdas la izquierda [32].

### **2.1.2 Aplicaciones móviles**

Una aplicación móvil o *app*<sup>3</sup> es toda aplicación informática creada para ejecutar en dispositivos móviles, tales como Smartphones y tablets [33], que tienen como objetivo ayudar o facilitar al usuario en una labor concreta [34]. Estas aplicaciones móviles están desarrolladas especialmente para adecuarse visual y funcionalmente a las características físicas del dispositivo sobre el cual correr [35].

---

<sup>3</sup> App: de la palabra en inglés application

Las aplicaciones móviles aunque originalmente fueron concebidas como herramientas de trabajo y ofertaban información general, como el correo electrónico o el calendario, ha habido un incremento en su desarrollo y variabilidad, actualmente existe gran cantidad de tipos de aplicaciones: Apps de noticias, juegos, comunicación, redes, promociones comerciales y para la enseñanza [36], todo esto debido al desarrollo de nuevas tecnologías y en parte, a que cada vez más porcentaje de la población tiene y utiliza Smartphones u otros dispositivos capaces de soportar estas aplicaciones [37].

### **2.1.2.1 Características de las aplicaciones móviles**

- Han sido desarrolladas para el funcionamiento en dispositivos móviles, smartphones, o tablets, con acceso mediante pantalla táctil.
- Pueden ser ejecutadas en cualquier momento y cualquier lugar. Una de sus ventajas es la ubicuidad.
- Por lo general, las aplicaciones móviles se descargan de una plataforma de distribución que gestiona la empresa responsable del sistema operativo o de fabricante del dispositivo.
- Suelen tener tamaño reducido, para adaptarse a las limitaciones de potencia de los dispositivos móviles.
- Han adquirido una función de herramienta de comunicación que va más allá de la que tenían las aplicaciones para los ordenadores personales. Las empresas y las organizaciones en general, se han apresurado a distribuir sus propias aplicaciones móviles, como servicios adicionales al consumidor o como soportes publicitarios.

### **2.1.3 Interfaz gráfica de usuario - GUI**

La interfaz gráfica de usuario o GUI<sup>4</sup> es un componente crítico de una aplicación, ya que a través de ella, el usuario interactúa con el sistema [38]. Una interfaz de usuario debe hacer saber o transmitir al usuario todo lo que él puede hacer en el sistema, y la cual es representada por un conjunto de formas y métodos empleando para esto gráficos e imágenes. Con las gráficas se refiere a botones, iconos, ventanas, fuentes, etc. las cuales representan acciones e información en el contexto del sistema [39].

---

<sup>4</sup> GUI, Acrónimo en inglés de Graphical User Interface

El objetivo de una GUI, es ofrecer un entorno visual sencillo y amigable para interactuar con las correspondientes aplicaciones [39] y tiene un papel fundamental para que las aplicaciones tengan o no éxito. La aplicación no será exitosa, si el usuario no consigue concretar una acción o no entiende la secuencia de pasos o simplemente no considera atractivo el diseño de la aplicación que está utilizando [40].

En [40] nos ilustra los siguientes tres puntos de vista distintos en una GUI: El modelo del usuario, el modelo del diseñador, y el modelo del programador.

**En el modelo del usuario:** El usuario tiene su propia visión del sistema y espera que se comporte de determinada manera. El modelo del usuario se puede conocer estudiándolo a través test, entrevistas, retroalimentación.

**En el modelo del diseñador:** El diseñador es quien se encarga de unir las ideas, necesidades y deseos del usuario con las herramientas que dispone el desarrollador para unir las partes. Este modelo consta de tres partes: La presentación, que es lo primero que llama la atención al usuario; la interacción, que es donde el usuario constata si el producto satisface sus expectativas; la tercera parte, es la de las relaciones entre objetos, y es aquí donde se define la relación entre el modelo mental del usuario y los objetos de la interfaz.

**Modelo del programador:** Es el modelo más fácil de visualizar porque se puede especificar formalmente. Este modelo consta de los objetos que manipula el programador, que son distintos a los que maneja el usuario, *p. ej.* (Mientras que para el programador maneja una base de datos, el usuario la llama agenda o contactos). El usuario no ve los objetos que ve el programador. Y si bien, el programador conoce la plataforma de desarrollo, sistema operativo, lenguajes, especificaciones y herramientas de programación; no significa que tenga la habilidad de proporcionar al usuario modelos más adecuados.

## 2.1.4 Guía de diseño

Para poder diseñar una buena interfaz de usuario es necesario seguir una serie de aspectos importantes [41]. Según [40], inicialmente hay que entender y conocer los usuarios, incluyendo su edad, género, habilidades físicas, nivel de educación, cultura, motivaciones, objetivos, preferencias y personalidad. Por ejemplo, si las personas tienen algún tipo de deterioro visual, prefieren texto y elementos gráficos

grandes [41]. Otro aspecto importante es la experiencia de usuario al que está dirigida la aplicación, en [42] los clasifica en base a la experiencia: expertos, intermedios y novatos; en donde, los expertos prefieren interfaces que puedan manejar, esperan un desempeño más rápido y tareas más complejas, a diferencia que los novatos, quienes prefieren ser guiados por la interfaz, que las tareas sean simples, un menor número de opciones y más ayuda [40]. El desafío en el diseño es lograr satisfacer las necesidades tanto de los desarrolladores y diseñadores expertos como de los menos experimentados, evitando la complejidad excesiva para que los menos experimentados logren realizar sus diseños[42].

Conocer al usuario final, puede representar una tarea compleja, en donde investigadores han invertido mucho esfuerzo en el área de las interfaces de usuario. Por ejemplo, se estima que el código de programación dedicado a ésta excede al 50%. Sin embargo, aún se pueden encontrar interfaces de usuario, que resultan difíciles de aprender y usar, poco intuitivas y, en ocasiones frustrantes [41].

### **2.1.5 Usabilidad**

El concepto de usabilidad de un sistema software, introducido por J.Nielsen [43], tiene dos componentes principales, una hace referencia al aspecto funcional del sistema, es decir, las acciones u operaciones que el sistema realiza; y otra, a como los usuarios pueden usar dicha funcionalidad [44].

Los principales factores que deben considerarse al hablar de usabilidad son la facilidad de aprendizaje, efectividad de uso y la satisfacción con el que las personas son capaces de realizar sus tareas gracias al uso del producto con el que está trabajando, factores los cuales se apoyan en las bases del Diseño Centrado en el Usuario.

El grado de usabilidad de un sistema interactivo es un aspecto relacionado con la interfaz de usuario que es inversamente proporcional al tiempo que malgastan los usuarios de dicho sistema intentando averiguar el alcance de que hace o dónde está una determinada funcionalidad [45].

Según la norma ISO 25000 [46], la usabilidad es la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. Esta característica las subdivide a

su vez en las siguientes características:

**Capacidad para reconocer su adecuación:** Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.

**Capacidad de aprendizaje:** Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.

**Capacidad para ser usado:** Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.

**Protección contra errores de usuario:** Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.

**Estética de la interfaz de usuario:** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.

**Accesibilidad:** Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

### 2.1.6 Accesibilidad

La accesibilidad es el conjunto de características que debe disponer un entorno, producto o servicio para ser utilizable en condiciones de confort, seguridad e igualdad por todas las personas y, en particular, por aquellas que tienen alguna discapacidad [43].

En el ámbito de los sistemas informáticos, implica proporcionar flexibilidad en el sistema para adaptarse a las necesidades de cada usuario y a sus preferencias y/o limitaciones [47].

De acuerdo con [48], los principales tipos de limitaciones que pueden impedir a los usuarios el acceso a un sistema engloban en cuatro categorías, que enmarcan una gran diversidad de discapacidades, y que requieren de atención específica a la hora de desarrollar sistemas.

**Deficiencia visual:** Entre las cuales se encuentra la ceguera, la visión reducida y los problemas en visualización de color.

**Deficiencia auditiva:** Pueden ser consideradas menos limitadoras en el acceso y uso de contenidos digitales, debido a que el canal sonoro es mucho menos utilizado en interfaces que el canal visual. Pero no hay que olvidar limitaciones y barreras derivadas de la discapacidad, como lo es el caso del lenguaje.

**Deficiencia motriz:** Son las relacionadas con la capacidad de movilidad del usuario. Estos usuarios no son capaces de interactuar con el sistema a través de dispositivos de entrada tradicionales, por lo que podría ser necesario utilizar un dispositivo alternativo.

**Deficiencia cognitiva y de lenguaje:** Son usuarios que presentan problemas en el uso del lenguaje, la lectura, percepción, memoria, salud mental, entre otros. Se debe tener en cuenta que estas capacidades no deben ser excluyentes entre sí, ya que en un mismo usuario podrían presentarse varios tipos de discapacidad al mismo tiempo.

Por otro lado, la discapacidad no es el único tipo de limitación, puesto que las capacidades y aptitudes de todas las personas son muy variables unas de otras. Los seres humanos, son diferentes entre sí y por ello todas las interfaces de usuario deberían adaptarse a esas diferencias, de tal forma que puedan ser utilizadas por cualquier persona, logrando así su accesibilidad. Cuando un usuario (independientemente de sus capacidades) encuentra una barrera para interactuar con un sistema, este se relaciona directamente con su interfaz [47].

### **2.1.7 Diseño centrado en el usuario**

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es una filosofía de diseño y un proceso en el que las necesidades, requerimientos y limitaciones del usuario final del producto constituyen el foco de cada etapa del proceso de diseño. Involucrando al usuario en cada fase del proceso de desarrollo se garantiza que el producto final responda a sus necesidades y características [44].

La principal diferencia del DCU frente a otros enfoques es que su proceso no es secuencial o lineal, sino que presenta ciclos en los que iterativamente se prueba el diseño y se optimiza hasta alcanzar el nivel de calidad requerido.

En el proceso de DCU podemos diferenciar entre las siguientes etapas [49]:

**Planificación/Investigación:** Se define conceptualmente el producto en base a la investigación de la audiencia objetiva (necesidades, motivaciones, características, hábitos, modelo mental, actividades...) y al análisis competitivo (qué otros productos existen con audiencias y funciones similares).



**Diseño/Prototipado:** Se toman decisiones de diseño partiendo de su dimensión más general (arquitectura de información y diseño de interacción) hasta su dimensión más específica (diseño gráfico en detalle y micro-interacciones). Estas decisiones se documentan y se prototipan con objetivos de evaluación.

**Evaluación:** Aquellas decisiones de diseño y procesos críticos del producto se ponen a prueba mediante métodos de evaluación que pueden involucrar a usuarios.

**Implementación:** Una vez el diseño ha alcanzado el nivel requerido de calidad, se procede a su implementación o puesta en producción [50].

## 2.2 Estado del arte

### 2.2.1 Contexto general

El desarrollo de aplicaciones dirigidas a la comunidad sorda, en especial a la enseñanza de los niños sordos ha tenido grandes cambios en las últimas décadas, el avance tecnológico, el desarrollo de nuevas propuestas multimedia y el uso de dispositivos móviles han proporcionado herramientas valiosas para el apoyo y estimulación de niños sordos [51]. El diseño de interfaces que sean fáciles de usar para ellos no es una tarea sencilla. Las interfaces comunes se diseñan de manera que el uso del audio ayude a los usuarios a interactuar fácilmente con ella pero cuando los usuarios sordos interactúan con estos tipos de interfaces, pueden enfrentar algunas dificultades y pueden necesitar más tiempo para realizar tareas [22]. Es por esto, que los desarrolladores de las aplicaciones para niños sordos deben comprender sus capacidades y necesidades al diseñar las interfaces, considerando las directrices generales para su desarrollo y teniendo en cuenta las directrices y características específicas para dichos niños [52].

### 2.2.2 Revisión de la literatura

A continuación se realiza una exploración de las distintas propuestas de guías, directrices y lineamientos enfocados al diseño de interfaces gráficas para niños encontradas en diversas fuentes, así como artículos que destacan la importancia del uso de guías de diseño para la elaboración de interfaces.

### **2.2.3 Directrices para el diseño de interfaces de software para niños**

En los últimos años se han realizado distintos trabajos orientados al diseño de interfaces para niños, uno de estos trabajos es Designing technology for young children [53], el cual recopila un conjunto de directrices para el diseño de tecnología para niños, la cual se basó en investigaciones sobre las teorías psicológicas del desarrollo de los niños para identificar los elementos y características que pueden tener relación con el uso de la tecnología por parte de ellos. De igual manera, se investigó la literatura sobre el desarrollo de habilidades específicas de los niños, como la alfabetización y las matemáticas. A continuación se estudió la literatura disponible sobre el uso de la tecnología de los niños pequeños y, finalmente, se evaluó la aplicabilidad de las directrices y principios de diseño existentes para los productos infantiles. A lo largo de esta investigación bibliográfica, el investigador recopiló factores de diseño que potencialmente podrían convertirse en directrices de diseño. El resultado son trescientas cincuenta directrices organizadas en un marco de seis categorías y veintiséis subcategorías que integra los campos teóricos pertinentes y proporciona apoyo práctico para los diseñadores. Para demostrar la credibilidad y utilidad de las directrices emergentes se utilizaron para hacer una evaluación y rediseño de un producto existente dirigido al grupo objetivo.

La revista de Indonesia Electrical Engineering and Computer Science publicó el artículo Guideline for the Graphic Design of Web Application for Children's Interface [54], en el cual se plantea un conjunto de directrices sobre el diseño gráfico para aplicaciones web orientadas a niños. Consta de 40 directrices clasificadas en: componente general, el diseño, el uso del color y la percepción visual. La metodología de este estudio se basa en la comparación y organización de directrices para el diseño de interfaces dirigidas a niños e interfaces de aplicaciones web, el cual está basado en el estudio Children (Ages 3-12) on the Web que contiene 130 directrices de diseño de interfaces para niños de 3 a 12 años, 10 principios básicos en el diseño de interfaz planteados en Design Visual Interfaces y 8 directrices generales llamadas las reglas de oro como reglas básicas para el diseño de interfaz de usuario publicadas en The Essential Guide to User Interface Design [42].

Por otro lado, la Universidad del Quindío realizó en el año 2014 una investigación llamada Guidelines for the development of educational interactive tools for early

psychomotor stimulation in children ages 3 to 5 years old, through an experimental prototype [55] que se centra en generar directrices específicas para la elaboración de herramientas educativas interactivas para el desarrollo psicomotor de la primera infancia en niños de 3 a 5 años de edad, las cuales fueron validadas a través de un prototipo experimental. Se trabajó directamente con los docentes para seleccionar las herramientas educativas para trabajar con los niños. En la siguiente fase se trabajó con los niños por sesiones haciendo uso de las herramientas anteriormente identificadas, con el fin de obtener las ventajas y desventajas más significativas de las herramientas evaluadas, se generaron algunas directrices o mejores prácticas para la construcción de software educativo interactivo. Posteriormente se elaboró un prototipo aplicando las directrices planteadas anteriormente, el cual fue evaluado generando buena aceptación por los usuarios.

En el 2015 se publicó el artículo Game-Based Learning Guidelines [56], en donde se identifica los aspectos más importantes para la creación de juegos educativos y los combina con el fin de desarrollar directrices prácticas, claras y detalladas. Se consideran cuatro factores: Objetivos del aprendizaje, requisitos de juego, requisitos de la interfaz de usuario y requisitos de los niños. Todo esto basado en la revisión de la literatura y su experiencia en este campo. El conjunto de directrices fueron revisadas por expertos y diseñadores de juegos para asegurar un diseño exitoso, eficaz, eficiente y agradable para los estudiantes de la escuela primaria. Pero este conjunto de directrices no fueron compiladas en una lista completa o verificadas de ninguna manera.

#### **2.2.4 Directrices para el diseño de interfaces para niños sordos**

Dentro de los esfuerzos que se han realizado para incorporar herramientas que sean usables y accesibles para los niños con discapacidad auditiva, se encuentra el estudio User interface requirements for e-learning program designed for deaf [57] propuesto por la Universidad de Kuwait y ReDSOFT, el cual se centra en la búsqueda de requisitos de interfaz de usuario para los programas e-learning construidos para niños sordos.

A través de un prototipo de e-learning para personas sordas, creado por miembros del equipo RedSOFT [57], se buscó estudiar el comportamiento de los niños sordos, sus preferencias y las dificultades que se encuentran al utilizar este tipo de programas. Todo esto con el objetivo de establecer principios y reglas que se

utilizarán en el diseño de programas para niños sordos. Los participantes en este proceso fueron cuarenta y dos niños (23 hombres, 19 mujeres) de entre 7 y 13 años de edad. Para este experimento fueron usadas cuatro técnicas de encuesta para evaluar el prototipo, las cuales se consideran efectivas para la recolección de información con niños, estas son: escala smiley meter, tabla de Best/Worst, Again/again y la técnica de recuerdo. A partir de toda la información que se recopiló, se proponen trece directrices. Estas directrices se refinaron varias veces entre y después de las sesiones de evaluación.

De igual manera, en el año 2013 se realiza la investigación *Designing games for deaf children* [21], la cual propone directrices de diseño para juegos digitales dirigidos a niños sordos. Se llevó a cabo una revisión de las características y preferencias de las personas sordas, en especial de los niños sordos y que son adecuadas para el diseño de juegos digitales; además hacen algunos hallazgos en la literatura para personas sordas según las habilidades de comprensión de textos, atención visual, atención enfocada e interacción social; también se muestran algunos resultados de un proyecto europeo, TERENCE, el cual desarrolla juegos serios para niños oyentes y sordos. A partir de este conocimiento, de las características y preferencias de los niños sordos con respecto a los juegos digitales, se establecen directrices de diseño para este tipo de juegos, agrupadas en cinco áreas principales: directrices relacionadas con el uso de las palabras, algunas características y posición del texto, opciones de interacción, realimentación, dispositivos de juego, avatares y géneros.

Recientemente se realizó una investigación publicada en el Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2016) [58], la cual propone principios de diseño para juegos serios orientados a niños con discapacidad auditiva en un contexto educativo. Para ello se analizan e identifican varios aspectos en los niños mediante la realización de un conjunto de actividades de manera individual y grupal con una duración de 30 a 40 minutos por niño.

Los diferentes métodos de evaluación para recolectar la información que se utilizan en [58] son: observación directa, entrevistas, registros fotográficos/videos, intervención de dibujo (Drawing Intervention) y Fun Toolkit. Se realizaron entrevistas a los docentes para conocer las estrategias de aprendizaje que usan con los niños para la enseñanza de la lectoescritura, también los psicólogos para conocer un poco más acerca del desarrollo cognitivo del niño. Con base a la información recolectada, se analizan diferentes aspectos orientados a la educación, mecánicas del juego e interfaces teniendo en cuenta que cada uno de

estos aspectos puede afectar el desarrollo cognitivo y social del niño. A partir de lo anterior se proponen principios de diseño, los cuales están agrupados en tres categorías: educación, mecánicas del juego y perfil del usuario. Los principios de diseño identificados se aplican a un estudio de caso que se realiza con 7 niños entre 12 a 15 años, lo que mostró que tomando en cuenta estos principios se puede llegar a tener un juego comprensible y accesible para el niño con discapacidad auditiva. Hay que tener en cuenta que el niño con discapacidad auditiva puede tener diferentes sistemas de comunicación, por lo que hay que considerar diferentes canales de comunicación.

### **2.3 Brechas existentes**

Teniendo en cuenta la revisión de la literatura presentada anteriormente se evidencia la existencia de lineamientos para el diseño de interfaces gráficas de software para niños, teniendo en cuenta diferentes aspectos tales como: habilidades específicas, capacidad de aprendizaje, edad, género entre otras, que demuestran la importancia del uso de directrices al momento de diseñar software para niños, de igual manera, [53] y [54] demuestra que existen investigaciones que contemplan diversos aspectos gráficos que afectan la interacción de los niños con el software, pero las investigaciones relacionadas con el diseño de interfaces gráficas de software para niños sordos son escasas. En [57] se puede observar 13 directrices que brindan información para el diseño de interfaces de modo general, pero los aspectos que abarca esta investigación no cubren completamente las necesidades que puede presentar un niño sordo al interactuar con una interfaz. Por otro lado [21] y [58] plantean una serie de directrices de diseño para juegos digitales dirigido a niños sordos, el cual permite desarrollar habilidades de comprensión de texto, atención visual, atención enfocada e interacción social, abarcando diferentes aspectos importantes que pueden afectar el desarrollo cognitivo y social del niño y de igual manera afectar la interacción de los niños con el juego. A diferencia de [21], [58] abarca aspectos de la enseñanza de la lectoescritura en niños sordos, lo que involucra aspectos pedagógicos. Sin embargo, estas investigaciones solo se enfocan en el diseño de interfaces para juegos, haciendo a un lado otro tipo de software.

# Capítulo 3

## 3. Fase de formulación y planificación

El presente capítulo presenta la primera fase de la metodología utilizada para este trabajo investigativo, que comprende la definición del estudio de caso, la investigación a profundidad del estado del arte sobre características de los niños sordos, el estudio del contexto en donde se encuentra el estudio de caso, la investigación cualitativa llevada a cabo para identificar las características principales de los niños sordos, así como también el estudio de sus necesidades.

### Contenido

3.1 Etapa reflexiva.

3.2 Etapa de diseño



## **3.1 Etapa reflexiva**

En esta etapa se realiza un estudio a profundidad sobre los núcleos temáticos: software educativo para niños sordos, discapacidad auditiva en niños, guías de diseño y de estilo para elaborar interfaces de aplicaciones para dispositivos móviles, diseño de interfaces para niños y experiencia de usuario. Dicho estudio se realiza mediante la revisión de material bibliográfico, tales como libros, artículos, revistas, publicaciones y demás fuentes de información, con el objetivo de fortalecer la base conceptual.

Este estudio permite entender la naturaleza del problema, definir el objetivo de la investigación y planificar las actividades para la recolección de información que permiten identificar el conjunto de características y necesidades que tienen los niños sordos y que son claves fundamentales para que diseñadores y desarrolladores de aplicaciones móviles tengan en cuenta al momento de crear una aplicación dirigida a esta población.

### **3.1.1 Problema**

En la actualidad se han diseñado y desarrollado diferentes aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos, las cuales no se adaptan a sus necesidades reales, puesto que los desarrolladores y diseñadores han dado más importancia a los aspectos técnicos y al estilo de la aplicación dejando a un lado las características del usuario, así como también los aspectos pedagógicos y didácticos. Todo esto genera desinterés en el uso de la aplicación móvil, impidiendo así aprovechar las ventajas que tienen el uso de los dispositivos móviles, de igual manera impide el aprovechamiento de las aplicaciones móviles como herramienta que apoya los procesos de enseñanza generando que los diferentes docentes que enseñan a niños sordos vuelvan al uso de material didáctico tradicional.

### **3.1.2 Objetivo**

Identificar y analizar los diferentes aspectos, necesidades y características de los niños sordos que puedan contribuir en el diseño de las interfaces graficas de aplicaciones móviles para que sean usables y accesibles.

### 3.1.3 Exploración elaborada y recolección de información

La exploración elaborada se llevó a cabo indagando a profundidad sobre los núcleos temáticos: software educativo para niños sordos, discapacidad auditiva en niños, guías para el diseño de interfaces de aplicaciones móviles, diseño de interfaces para niños, experiencia de usuario, usabilidad, software educativo para niños sordos.

Se utilizaron fuentes como: Google Scholar, IEEE Xplore, ACM Digital Library. Las fuentes primarias fueron: Tesis, monografías, artículos científicos.

#### 3.1.3.1 Fuentes bibliográficas base

Después de revisar las fuentes bibliográficas y el estado del arte a profundidad, se encontraron un total de 15 documentos, entre ellos tesis, artículos y libros, que aportan información relevante sobre las personas con discapacidad auditiva (niños y adultos), dichas investigaciones contienen pautas para diseñar juegos para niños sordos, características puntuales de esta población, metodologías utilizadas para la enseñanza en los niños sordos, aplicaciones dirigidas a la población sorda y el proceso de cómo se llevaron a cabo dichas aplicaciones. De igual manera, se incluyeron en la revisión documentos sobre lineamientos de diseño de interfaces de aplicaciones y sitios web para niños en general.

A continuación en la Tabla 1. Documentos base se listan cada uno de los documentos encontrados con una breve descripción de su investigación.

Documentos	Descripción
Applying User Interface Design Process Model for a Mobile Community Project for the Deaf [11]	Documento de diseño de DHearT, una red social móvil para usuarios con deficiencias auditivas en Malasia para cerrar la brecha de comunicación entre los grupos sordos y oyentes. Este documento ilustra y discute el modelo de proceso de diseño de interfaz de usuario con sus métodos de diseño y técnicas de factores humanos para un proyecto de comunidad móvil para sordos, específicamente DHearT.



<p>Propuesta metodológica centrada en usuarios sordos [59]</p>	<p>Este trabajo presenta una metodología de desarrollo que adopta un diseño centrado en el usuario, con el propósito de promover la construcción de entornos interactivos para esta comunidad de personas con diferentes capacidades, realidades y contextos. La misma, propone un modelo que incluye al usuario Sordo desde los inicios del desarrollo del producto y durante todo el proceso. Esta propuesta ha sido validada empíricamente a través del diseño de dos sistemas computacionales para usuarios adolescentes y jóvenes Sordos, con mediana alfabetización.</p>
<p>Guidelines for design of a Mobile phone application for deaf people [60]</p>	<p>El objetivo de la investigación fue conocer la barrera de la comunicación y una serie de variables que pueden influir en la experiencia del usuario sordo. Se investigaron temas como el diseño de la interfaz de usuario, la usabilidad y la interacción. El resultado de esta investigación fue proponer un conjunto de pautas que, cuando se aplican al diseño de un sitio web o a la accesibilidad de la aplicación telefónica, aseguran la comunicación y la interacción de un usuario sordo. El conjunto de pautas propuesto se aplicó al diseño del prototipo de alta fidelidad de una aplicación de teléfono móvil.</p>
<p>Diseño y Responsabilidad Social: Una propuesta multimedial para niños con discapacidad auditiva [61]</p>	<p>Esta investigación demuestra que el diseño constituye una herramienta importante para la integración real. Los materiales educativos están diseñados para niños sin discapacidades; y son los discapacitados quienes deben adaptarse.</p>
<p>Game-Based Learning Guidelines [56]</p>	<p>En este documento, se propone un conjunto completo de directrices junto con una explicación detallada de cada directriz. El conjunto propuesto de directrices de aprendizaje basado en juegos (GBL) se puede utilizar con un método de evaluación experto para identificar posibles problemas en los objetivos de aprendizaje, diseños de juegos, interfaces de usuario y requisitos de los niños en las primeras fases de un proyecto de juego. Este conjunto de directrices, aunque se centra principalmente en la preproducción de una GBL, puede utilizarse en las fases de postproducción</p>
<p>Guideline for the Graphic Design of Web Application for Children's Interface [54]</p>	<p>El objetivo de esta investigación es estudiar las pautas del diseño de la interfaz del usuario y desarrollar pautas específicas sobre el diseño gráfico de los niños. Los criterios de diseño gráfico son la prioridad de esta investigación ya que las investigaciones previas han demostrado que el diseño gráfico es el principal factor que contribuye al problema de la usabilidad de las interfaces de aplicaciones web. La metodología de investigación hace uso de la comparación y la coordinación de las directrices sobre la interfaz de los niños y las directrices específicas sobre el diseño gráfico de las interfaces de aplicaciones web. La contribución de esta investigación son las directrices sobre el diseño de gráficos de aplicaciones web que son específicamente para niños.</p>

User interface requirements for e-learning program designed for deaf children [57]	El objetivo de este documento es construir un conjunto de pautas para diseñar programas de e-learning para niños sordos. Se utiliza un prototipo de programa e-learning para obtener los comentarios de los niños sobre el diseño de la interfaz. Además, las pautas propuestas aquí se basan en los niños sordos y las retroalimentaciones de sus maestros.
Interactive stories and exercises with dynamic feedback for improving reading comprehension skills in deaf children [62]	Este artículo presenta una versión evolucionada de una herramienta web de alfabetización para niños sordos basada en historias y ejercicios de comprensión. El texto de las historias se presenta a los niños en el contexto de páginas web animadas. En segundo lugar, se proporciona retroalimentación dinámica inteligente a los usuarios cuando se resuelven los ejercicios.
Guidelines for the development of educational interactive tools for early psychomotor stimulation in children ages 3 to 5 years old, through an experimental prototype [55]	Con el fin de hallar las características específicas de las herramientas interactivas y educativas se realizó una exploración de diferentes herramientas educativas para niños de la primera infancia a través de un estudio cuasi-experimental. A partir de los resultados se generaron lineamientos a tener en cuenta en el desarrollo de herramientas educativas interactivas para el desarrollo psicomotriz en niños de 3 a 5 años de edad, los cuales fueron validados a través de un prototipo experimental llamado "Jugueteando en mis primeros pasos."
Designing games for deaf children [21]	El objetivo de este documento es presentar las primeras pautas para el diseño de juegos para niños sordos. Se consideran habilidades y las preferencias de los niños sordos más relevantes para el diseño de juegos digitales para ellos. Los hallazgos de la literatura se utilizan luego para compilar las pautas.
Principios de diseño de juegos serios para la enseñanza de lectoescritura para niños con discapacidad auditiva [58]	El diseño de un juego serio para niños con discapacidad auditiva involucra un conjunto de principios que se deben considerar. A partir de un conjunto de actividades que se realizan con los niños con discapacidad auditiva, se identifican un conjunto de principios existentes, y se listan otros a través de la recolección de información. Estos principios se aplican luego en el diseño de un juego serio llamado "lectoescritura con Fitzgerald". Este juego es evaluado con niños con implante coclear y muestra que puede ser útil para el docente como recurso lúdico en el aula.
Improving deaf users' accessibility in hypertext [63]	Este trabajo explora los efectos de la sustitución de enlaces de texto por gráficos en el desempeño de sordos signantes con respecto a la Recuperación de Información de hipertexto (HIR).
Distancia Semántica e Interacción con Interfaces Web Gráficas en usuarios	La investigación que presentamos, demuestra que los juicios de distancia semántica varían entre usuarios sordos y oyentes y que dicha variable afectaría a la navegación Web con GUIs.

Sordos y Oyentes [64]	
Desarrollo de entornos interactivos para usuarios sordos. [65]	Este trabajo expone los resultados de la experiencia alcanzada en el desarrollo de aplicaciones para personas sordas a través del uso de la tecnología de Servicios Web. Construido el servicio Web Lengua de Señas Argentina (LSA), se desarrollaron dos sistemas interactivos que consumen el mismo; uno corresponde a una aplicación de escritorio que tiene como propósito realizar una primera experiencia en el desarrollo de entornos interactivos para usuarios sordos y el otro propone una aplicación para un dispositivo móvil, con el fin de probar la interoperabilidad del servicio.
Video Games in Education of Deaf Children [66]	El presente estudio muestra un conjunto de directrices, basadas en modelos conocidos de videojuegos educativos y en una metodología de educación infantil sorda, destinadas a apoyar a los desarrolladores de juegos al crear videojuegos educativos para niños sordos. Siguiendo las pautas, se presenta la construcción de un juego para niños Sordos con el fin de mostrar la efectividad de las pautas dentro del proceso de diseño y evaluarlas.

**Tabla 1. Documentos base**

Una vez identificados los documentos base, se procedió a realizar el análisis de su contenido con el fin de encontrar información en común entre cada una de las investigaciones y de esta manera poder categorizarla. Para realizar este proceso, inicialmente se obtuvieron una serie de directrices o lineamientos a partir del análisis de cada uno de los documentos (Ver ANEXO A). Posteriormente se procedió a realizar una comparación entre los diferentes documentos (Ver ANEXO B) y lograr obtener categorías en las cuales se pudiera clasificar cada uno de los lineamientos encontrados. Inicialmente se plantearon 10 categorías: Características de los niños sordos, Botones, Texto, Color, Animaciones, Uso de gráficos e ilustraciones, Interacción y contenido, Sistemas de navegación, Organización de elementos en pantalla, instrucciones y otros aspectos. Una vez encontradas las categorías, se procedió a organizar los lineamientos de cada documento en la categoría correspondiente.

Más adelante, se realizó el análisis y comparación de los lineamientos por categoría con el fin de unificar lineamientos que hicieran referencia a lo mismo y de esta manera ir decantando la información.

Al final del análisis se obtuvieron 142 lineamientos en total, divididos de la siguiente manera: Botones = 2, Texto = 19, Color = 7, Animaciones = 3, Uso de

gráficos e ilustraciones = 14, Interacción y contenido = 50, Sistemas de navegación = 12, Organización de elementos en pantalla = 13, instrucciones = 10 y otros aspectos = 12 (Ver ANEXO C).

## **3.2 Etapa de diseño**

### **3.2.1 Definición del equipo de proyecto, estudio de caso y herramientas de desarrollo**

La presente investigación fue realizada en colaboración con la Institución Educativa La Pamba de la ciudad de Popayán (Colombia). Dicha Institución cuenta con el aula básica para sordos, en donde se brinda apoyo en el proceso educativo a niños y jóvenes sordos a través del aprendizaje y uso de su lengua materna. Por razones propias del proyecto, el estudio de caso estuvo conformado por 5 niños (3 niños y 2 niñas) de los primeros grados de escuela, con edades entre 7 y 14 años. El grupo de niños presentan sordera profunda. Por otro lado, se ha podido constatar que una de las niñas del grupo, además de sordera presenta problemas cognitivos, evidenciándose dicho problema en la manera como aprende y aplica los conceptos necesarios para realizar las tareas impuestas por la docente.

Debido al enfoque multidisciplinar que contiene la presente investigación, se contó con la colaboración de 2 diseñadores y desarrolladores de aplicaciones, 2 expertos en niños con discapacidad auditiva, 1 fonoaudióloga, 1 modelo lingüístico y algunos practicantes de fonoaudiología que apoyaron en actividades de recreación, lo que permitió analizar el proyecto desde diferentes puntos de vista y estructurarlo teniendo en cuenta diferentes contextos.

Las herramientas y entornos de desarrollo software que se utilizaron para la elaboración de este proyecto de investigación fueron:

- **Adobe Animate CC 2017** [67]: Para el desarrollo del prototipo funcional.
- **Air Adobe** [68]: Para compilar en dispositivos móviles.
- **Adobe Premiere CC 2017** [69]: Para la edición de los videos usados dentro del prototipo.
- **VLC** [70]: Para la conversión de los videos.
- **Freepick** [71]: Sitio web gratuito del cual se descargaron las imágenes usadas dentro del prototipo.

- **Google Drive** [72]: Se utilizó para crear, almacenar y sincronizar los documentos virtuales generados para la investigación.

### **3.2.2 Recolección de información**

Para la recolección de información se utilizaron técnicas de investigación tales como: estudio del estado del arte, reuniones, entrevistas y observación, a partir de las cuales se obtuvo información relevante en cuanto a el proceso de enseñanza y aprendizaje de los niños sordos, sus gustos, preferencias, características principales y recomendaciones de los expertos. De igual manera, se pudo identificar las necesidades específicas de esta población, lo cual sirvió como base para el planteamiento de los lineamientos iniciales de la guía de diseño.

Para llevar a cabo este proceso, se planearon 5 sesiones (Ver ANEXO D), las cuales están conformadas por una serie de actividades en las que se involucran las técnicas de investigación nombradas anteriormente.

La sesión 1 permitió realizar un acercamiento inicial al estudio de caso a través de la técnica de observación aplicada en su ambiente escolar (aula de clases), logrando así identificar aspectos importantes a través del análisis de los elementos que se encontraban dentro de su salón de clases y la ubicación de los mismos. De igual manera, en esta sesión se realizaron una serie de actividades lúdicas con los niños sordos para poder establecer un vínculo con ellos y de esta manera poder obtener información más clara y precisa sobre sus características y preferencias. Por otro lado, se llevaron a cabo diferentes entrevistas con expertos en niños sordos con el objetivo de obtener información más detallada de aspectos importantes para el diseño de la interfaz gráfica de una aplicación móvil dirigida a esta población.

En la sesión 2 se realizaron pruebas con aplicaciones existentes dirigidas a niños sordos, para lo cual, se asignó una aplicación a cada niño instalada previamente en una Tablet y se dejó que el niño la explorará libremente. Se tomó nota de cada suceso de la interacción del niño con la aplicación y al final de la sesión se realizó la evaluación de cada aplicación por los niños a través de la encuesta Smiley Meter.

En la sesión 3 la docente experta realizó la evaluación descriptiva del prototipo de baja fidelidad (prototipo en papel) indicando las características a tener en cuenta

para posteriores versiones del prototipo y los aspectos positivos que se debían mantener. Por otro lado, se realizó la evaluación de los lineamientos iniciales de la guía de diseño por expertos en niños sordos, en diseño de interfaces y experiencia de usuario.

Una vez aplicados los cambios a la guía de diseño con base en las evaluaciones realizadas en sesiones pasadas, se construyó el prototipo y se realizó la sesión 4 que consistió en la asignación de una Tablet a cada niño para que interactuara libremente con el prototipo funcional construido siguiendo los lineamientos de la guía de diseño. Se observó detalladamente la interacción del niño con el prototipo y se tomó nota de cada reacción del niño. Al final de la sesión se realizó la encuesta Smiley Meter para evaluar aspectos del prototipo por parte de los niños. De igual manera, se realizó la evaluación del prototipo con la docente experta a través de la evaluación descriptiva del prototipo.

Se realizaron los cambios a la guía de diseño y al prototipo con base a las observaciones y recomendaciones que surgieron de la sesión 4. Se realizó la sesión 5 para la cual se presentó el prototipo a los niños para que interactuara con él. Se observó la interacción y la reacción de los niños y se documentó. Al finalizar la sesión se realizó la encuesta Smiley Meter para evaluar el prototipo con los niños.

Por último, se realizó la evaluación final de la guía de diseño con la colaboración de expertos en niños sordos, usabilidad y experiencia de usuario, la cual consistió en una evaluación descriptiva de cada uno de los lineamientos. Además, se realizó la evaluación final del prototipo con los niños sordos.

# Capítulo 4

## 4. Fase de ejecución

En este capítulo se expone la metodología MPlu+a utilizada para llevar a cabo la segunda fase del presente trabajo de investigación, el cual se realizó en un entorno escolar con el apoyo de la institución educativa, la docente a cargo del estudio de caso y expertos en discapacidad auditiva en niños, diseñadores y desarrolladores de aplicaciones móviles, dando como resultado la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos.

### Contenido

- 4.1. Iteración 1
- 4.2. Iteración 2
- 4.3. Iteración 3



## **4.1 Iteración 1**

### **4.1.1 Análisis de requisitos + prototipo**

#### **4.1.1.1 Reuniones y entrevistas con expertos**

El proceso de investigación inicia con un primer acercamiento a la institución educativa con el fin de obtener información sobre las características y comportamientos de los niños sordos, para lo cual se realizó una entrevista inicial a la docente experta Luz del Sol Vesga Parra quien está a cargo del grupo de niños anteriormente mencionado. De igual manera se realizó la entrevista a la fonoaudióloga Gloria Daza docente de la universidad del Cauca y experta en niños sordos. Las personas mencionadas anteriormente autorizaron mediante consentimiento informado la grabación de sus opiniones y el uso de este material para la presente investigación (Ver videos y audios en la carpeta ANEXOS E).

A partir de las entrevistas realizadas se obtuvo la siguiente información:

Los niños sordos que adquieren su lengua materna (Lengua de señas) a temprana edad tienen las mismas capacidades que un niño oyente de su misma edad, la única diferencia es la forma como se expresan y comunican debido a la pérdida de la audición, es erróneo tratar a los niños sordos como si tuvieran capacidades disminuidas en comparación con los niños oyentes.

Para iniciar el aprendizaje del código escrito en niños sordos, se recomienda inicialmente el uso de un solo estilo de letra (Se recomienda la familia Script, familia Geometric 415) y a medida que los vaya dominando se pueden ir enseñando las diferentes variaciones con distintos tipos de letra.

Se debe tener en cuenta que el ritmo de aprendizaje en los niños sordos es proporcional al dominio de su lengua materna (Lengua de señas), de igual manera no se puede evaluar a todos los niños sordos de la misma forma y no se debe esperar el mismo resultado para el tiempo de aprendizaje de un concepto para todos los niños, ya que para algunos puede llevarles aprender una semana un concepto nuevo y para otros llevarle un mes aprender lo mismo. Para cada caso, se deben utilizar diferentes métodos y estrategias uno tras otro hasta lograr la comprensión del nuevo concepto.



Para realizar la evaluación del aprendizaje del niño sordo se utilizan métodos cualitativos, en donde se mida por avances o logros sin importar el tiempo que le tome al niño llevarlos a cabo.

No se realiza la evaluación escrita tradicional, se evalúa en todo el proceso de las actividades que se realicen con el niño. Se valora sobre lo que son capaces de hacer, sus avances tanto en lo cognitivo como en lo comunicativo, lo emocional y de acuerdo a su nivel de lengua de señas.

Por otro lado, la estimulación visual es muy importante para centrar la atención del niño sordo sobre la información que queremos transmitirle, ya sea a través de destellos de luz, objetos que se mueven, entre otros. De igual manera, es muy importante el uso de colores, debido a que a los niños sordos como a cualquier otro niño les llama mucho la atención la gran variedad que existe, por ejemplo colores con texturas, transparencias y degradados de tonos ya que son más llamativos que el color plano.

Como son niños que perciben el mundo a través del tacto y la visión, se utilizan diferentes actividades interactivas, juegos y recreación manipulando objetos de su entorno, todo esto ayuda a estimular la imaginación y el aprendizaje en los niños sordos.

Cuando se desea dar una instrucción a un niño sordo es muy importante que dicha instrucción sea corta, concreta y precisa. Se debe dar una instrucción a la vez y esperar que la realice para darle una próxima instrucción, se debe repetir la instrucción de ser necesario. A medida que el niño va aprendiendo, la complejidad en las instrucciones puede ir aumentando. Después de que el niño entiende la instrucción, la recuerda con facilidad.

Al momento de hablar de la tecnología y su uso dentro del aprendizaje de los niños sordos, se puede decir que actualmente sirven de apoyo para reforzar algunos temas pero hasta el momento no permiten como tal el aprendizaje autónomo de conceptos nuevos, ya que estos no están diseñados con contenidos que estimulen el aprendizaje en el niño, por el contrario se utilizan mecanismos repetitivos que hacen dudar si el niño realizó un ejercicio porque entendió el concepto o porque lo consiguió a través de prueba y error.

### **4.1.1.2 Actualidad en el desarrollo de aplicaciones para personas sordas**

Para profundizar acerca del diseño y desarrollo de aplicaciones móviles dirigidas a la población de niños con discapacidad auditiva, se contacta por medio de correo electrónico a diferentes desarrolladores y diseñadores de aplicaciones móviles que han publicado sus aplicaciones en la tienda de apps de google (Play Store<sup>5</sup>), dichas aplicaciones son 'Dilo en señas', 'ASL Kids', 'Memory game for deaf children', 'Deaf assistant', 'Let Me Hear Against'. A todos ellos se les pregunta si durante el diseño y la construcción de su aplicación utilizaron lineamientos o guías de diseño, a lo cual respondieron que no utilizaron guías, lineamientos o directrices para el diseño y desarrollo de las diferentes aplicaciones. De igual manera, se pide recomendaciones como expertos para la realización de aplicaciones dirigidas a niños sordos. Las recomendaciones dadas se basan principalmente en el conocimiento obtenido a través de la experiencia en usabilidad, diseño, educación, discapacidad y sordera. A continuación, se listan algunas de ellas:

- Ser lo más simple posible, para que lo puedan usar niños desde la primera infancia, sin necesidad de ayuda, sin instrucciones, sin texto y sin audio.
- Mostrar siempre una imagen junto a cada video de la seña, además del texto.
- Tener repeticiones y permitir avanzar aún sin entender, para que poco a poco vayan aprendiendo la relación entre la seña y la imagen.
- Estructurar bien el contenido, agrupando contenido similar y evitando contenido extenso (10 señas por cada categoría).
- Permitir regresar y cambiar de actividad fácilmente para que no se aburran o se bloqueen en la navegación; deben poder ganar puntos siempre, menos puntos al no acertar pero que no se castigue.
- Tener en cuenta las primeras palabras que los niños necesitan: Comida, Juguetes, Familia, Animales (se preguntó a varias mamás de niños sordos y niños oyentes).
- Se recomienda un juego para SmartPhone y Tablet, pues los niños se aburren solo viendo videos, además el acceso es más fácil que en una computadora.

---

<sup>5</sup> <https://play.google.com/store>

### 4.1.1.3 Aproximación inicial al caso de estudio (Observación inicial)

#### Identificación del entorno educativo

Se analizó el entorno en donde se encuentran los niños durante la jornada académica y se pudo apreciar que el aula de clase cuenta con un espacio amplio para realizar distintos tipos de actividades. La parte del salón ubicada delante de los pupitres de clase de los niños, en la cual los niños enfocan su atención la mayor parte de tiempo, no presenta saturación de imágenes, figuras infantiles o colores (ver Figura 3), por el contrario, dispone de algunos elementos que permiten dar información al niño y que capturan su atención, este tipo de elementos son: un tablero acrílico, calendarios de clase (ver Figura 4), cuadro comparativo de buen y mal comportamiento (ver Figura 5) y un televisor donde se proyectan videos educativos.



Figura 3. Salón de clases

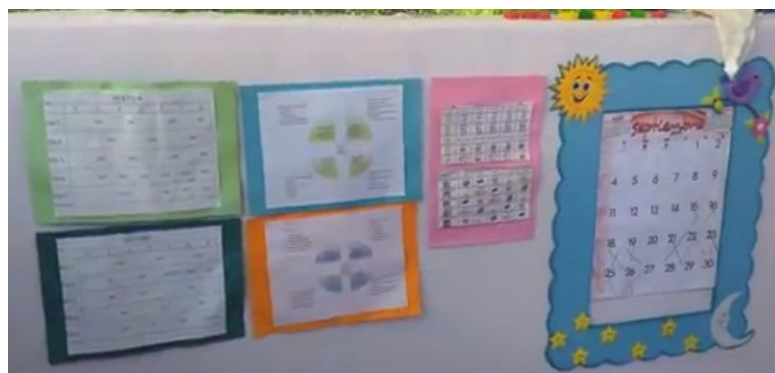


Figura 4. Calendario



**Figura 5.** Cuadro comparativo de buen y mal comportamiento

En el lado izquierdo y derecho del salón de clase se encuentran elementos informativos como: afiche que lista los cumpleaños (ver Figura 6), cuadro de buen y mal comportamiento de cada uno de los niños sordos (ver Figura 7), horario de los docentes que se presentan en el aula a dirigir una clase en particular (ver Figura 8), afiche con una fotografía de cada uno de los estudiantes sordos (ver Figura 9) y una sección en donde se colocan cada uno de los trabajos de pintura que han realizado los niños en las diferentes actividades (ver Figura 10) para resaltar su trabajo y estimularlos a seguir mejorando.



**Figura 6.** Afiche de cumpleaños.

**DIANTES SORDOS - 2017**

Nº	Foto	Estudiantes	Septiembre 18 al 22	Septiembre 25 al 18	Octubre 2 al 6	Octubre 9 al 13	Octubre 16 al 20	Octubre 23 al 27	Noviembre 1 al 5	Noviembre 8 al 12	Noviembre 15 al 19	Noviembre 22 al 26	Noviembre 27 al 31
1		Ibon Jaibith Coquil Delgado											
2		Johan Daniel Barragán Mendoza											
3		Esteban Camilo Abadía Rivera											
4		Erika Juliana Meca Robledo											
5		Juan Sebastian Saez											
6		Juan Esteban Moreno Quiñeyas											
7		Paola Andrea Sánchez Capote											
8		Pablen Steven Pino Orozco											
9		Yessy Rosero Ortega											

**Figura 7.** Cuadro de buen y mal comportamiento

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Matemáticas Aleja	Matemáticas Aleja	Matemáticas Caro	Matemáticas Caro	Matemáticas Todos
Lenguaje Laura	Lenguaje Laura	Lenguaje Lina	Lenguaje Lina	Lenguaje Lina
Ciencias N Profe	Ciencias N Profe	Sociales Gloria	Sociales Gloria	Informática Aleja
Edu. Física Gloria	Artística Lina	Edu. Física Caro	Edu. Física Lina	Artística Caro
Gloria	Caro	Laura	Lina	Aleja

**Figura 8.** Horario de los docentes.



**Figura 9.** Fotografía de los niños sordos.



**Figura 10.** Sección de pinturas de los niños.

Además de esto, en la parte de atrás del aula de clase se encuentra ubicada la biblioteca (ver Figura 11) y los diferentes elementos utilizados para la enseñanza interactiva con los niños (ver Figura 12).



**Figura 11.** Biblioteca





**Figura 12.** Elementos interactivos de enseñanza

Como se pudo observar, la comunicación que existe dentro del aula de clase se da a través de un lenguaje visual, representado por imágenes, texto y pictogramas.

Cada uno de los elementos que hacen parte del aula de clase refleja que el estilo de aprendizaje de los niños está orientado hacia lo visual. Por esta razón, el aula de clase no está sobrecargada de elementos que podrían generar pérdida de atención de los niños, por el contrario, cada elemento está ubicado de tal forma que no distraiga al niño en el transcurso de las clases.

Durante las clases, la docente comunica todo a través de la lengua de señas a los niños y complementa su enseñanza con videos e imágenes para contextualizarlos. Cabe resaltar que la docente siempre está acompañada del modelo lingüístico<sup>6</sup> quien la apoya en todo el proceso de enseñanza y de transmisión de la información.

### **Acercamiento al caso de estudio**

Para el primer acercamiento que se tuvo con los niños sordos dentro del aula de clase, se realizaron una serie de actividades que permitieran extraer aspectos importantes sobre su comportamiento, gusto, preferencias, entre otros. Inicialmente la docente, el modelo lingüístico realizaron la presentación de cada

---

<sup>6</sup> Modelo lingüístico: es una persona que muestra la lengua de señas colombiana en uso, la modela para los aprendices sordos y oyentes. Además de mostrar o modelar la LSC, también son las personas que tienen el conocimiento implícito de ser y vivir como sordos y por lo tanto manifiestan y transmiten en sus interacciones comunicativas cotidianas el patrimonio de valores de una comunidad. Hacen parte de la comunidad educativa y como tales se constituyen en agentes educativos relevantes.

uno de los niños diciendo sus nombres y su seña correspondiente, después de esto procedieron con la asignación de una seña que nos identifica delante de la comunidad sorda.

Una vez finalizada la presentación, se inició con una actividad rompe hielo para que los niños entraran en confianza y así poder obtener información más real y clara por parte de ellos.

Para la primera actividad los niños debían escoger 3 pelotas plásticas con los colores que más les llamara la atención (ver Figura 13) y luego intentar encestar todas las pelotas en el aro.



**Figura 13.** Actividad pelota de colores

Más adelante, se dio inicio a la actividades de pintura, la primera consistía en utilizar temperas con muchos colores y pintaran las hojas de un árbol (ver Figura 14) y la segunda actividad fue de pintura libre, para la cual usaron los colores que ellos querían (ver Figura 15 y Figura 16).



**Figura 14.** Niños pintando





**Figura 15.** Pinturas de los niños



**Figura 16.** Dibujos con temperas

El fin de estas actividades fue conocer los colores que más les llamaba la atención dentro de una amplia gama de colores para poder incluirlos dentro de la guía de diseño. El resultado de esta actividad muestra que los colores llamativos y brillantes como el amarillo, el rojo, el naranja, el verde y el azul son los colores que más usaron. Los colores opacos y oscuros como el negro, el gris, el café no fueron utilizados con frecuencia, solamente para casos puntuales como el tallo del árbol.

#### **4.1.1.4 Necesidades del público objetivo**

Los niños sordos se enfrentan a diferentes desafíos tanto educativos como culturales y sociales, debido a la pérdida de audición que presentan y que no les permite un desarrollo íntegro y pleno. En el ámbito cultural y social los niños sordos son vistos como personas que no son capaces de realizar las mismas

tareas y/o actividades que un niño oyente, lo que genera que no se estimulen las capacidades físicas y mentales a través de desafíos y retos, dando como resultado que el niño sordo no desarrolle todo su potencial y su capacidad cerebral.

Por otro lado, está el ámbito educativo, en el cual se enfrentan a un proceso complejo de enseñanza de la lectoescritura en donde normalmente se involucra la relación sonido-palabra, pero en el caso de la enseñanza de dicho proceso en los niños sordos, se omite el sonido, por lo cual el niño debe aprender a extraer la información de manera visual. Para el proceso de la lectoescritura se hace indispensable la interacción del niño con los elementos que existan en su aula de clase, apoyándose así de otros canales de comunicación como el visual y el quinestésico.

El aprendizaje de la lectoescritura tiene una gran importancia en la vida del niño sordo, ya que involucra la forma como podrá comunicarse con las personas oyentes. Por tal motivo, en las instituciones educativas se deben incluir los canales de comunicación visuales y quinestésicos, en donde por medio de gestos corporales los docentes enseñan a los niños.

Actualmente, la tecnología ha ido evolucionando con el fin de mejorar la calidad de vida de muchas personas y romper las barreras de comunicación que existían hace años tanto para las personas oyentes como para las personas sordas. Sin embargo, para lograr que la tecnología sea aprovechada desde los primeros años de vida de un niño sordo, se hace indispensable tener en cuenta sus características y necesidades al momento de diseñar aplicaciones, ya que no solo implica tener una interfaz llamativa y visualmente bien elaborada sino que también es muy importante el contenido que se coloque en ella, dicho contenido debe estimular su capacidad intelectual y su memoria, debe proporcionar nuevos desafíos que permitan que el niño sordos mejore sus habilidades a medida que interactúa con la aplicación. Con lo anterior se espera que la aplicación apoye los procesos de enseñanza dentro y fuera del aula de clase y permitan estimular el aprendizaje y el desarrollo cognitivo en los niños sordos.

#### **4.1.1.5 Identificación del estilo de aprendizaje**


El estilo de aprendizaje identificado en el aula de clase se basa principalmente en lo visual y quinestésico, definiendo así un método de enseñanza-aprendizaje, para

el cual se utilizan un conjunto de elementos como imágenes, videos, figuras entre otras cosas, acompañados de su respectiva interpretación en lengua de señas. De igual manera, los niños sordos utilizan la imitación y la repetición para el aprendizaje de un concepto o palabra nueva. El docente presenta la palabra o concepto en lengua de señas, acompañado de una imagen o video de apoyo con su significado y la palabra escrita. Una vez presentada, el docente pide al niño que repitan la seña varias veces, apoyándose de la imagen y la palabra escrita.

#### 4.1.1.6 Análisis de aplicaciones dirigidas a niños sordos

Una vez realizado el primer acercamiento, en donde se pudo observar a los niños en su entorno educativo, se llevó a cabo la primera actividad para poder interactuar directamente con ellos. Para ellos, se realizó la búsqueda de aplicaciones dirigidas a niños sordos, con el fin de evaluarlas con los niños para observar que ventajas y desventajas tienen, cuál es la reacción de los niños frente a estas aplicaciones, qué dificultades presentan en la interacción y qué características tienen estas aplicaciones que sirven de apoyo.

Cabe resaltar que siempre hubo acompañamiento de la docente y el modelo lingüístico quienes comunicaban cada indicación que se daba de la actividad. Se seleccionaron 4 aplicaciones de las cuales 3 son dirigidas a niños sordos y la cuarta aplicación está dirigida a niños de preescolar y primeros años de escuela (ver Tabla 2).

Aplicación	Descripción
 <p data-bbox="467 1577 683 1612"><b>COCO SIGNA</b><sup>7</sup></p>	<p data-bbox="786 1304 1459 1696"><b>COCO SIGNA COCO</b> es una aplicación didáctica basada en los diccionarios infantiles de lengua de signos española editados por la Fundación CNSE, donde los niños podrán aprender y adquirir lengua de signos española de manera amena, dinámica y divertida, interactuando a través de minijuegos, donde tendrá que superar actividades y niveles diferentes, así como con una mascota virtual, la cual se podrá cuidar de ella alimentándola, limpiándola, etc.</p>

<sup>7</sup> Fundación CNSE. COCO SIGNA. [En línea]. 2015. [Consultado 07 de octubre de 2017]. Disponible en internet: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cnse.cocomascota&hl=es\\_419](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cnse.cocomascota&hl=es_419)

 <p><b>Kitsord - Lenguaje de señas<sup>8</sup></b></p>	<p><b>Kitsord - Lenguaje de señas:</b> es una aplicación para aprender lenguaje de señas, cuya finalidad es romper la barrera que existe entre las personas que tienen deficiencias auditivas y quienes no las tienen.</p>
 <p><b>EXPRESA<sup>9</sup></b></p>	<p>El proyecto <b>EXPRESA</b> nace de la necesidad de brindar herramientas para padres, docentes de niños con problemas auditivos o para personas que están interesadas en aprender la lengua de señas colombiana (LSC), esta iniciativa está enfocada en generar procesos de inclusión social, difundiendo la riqueza de la cultura sorda colombiana.</p>
 <p><b>Juego educativo para niño bebé<sup>10</sup></b></p>	<p><b>Juego educativo para Niño bebé:</b> Este juego enseña a los niños a construir la concentración; explorar su imaginación; desarrollar habilidades multitarea; reconocer día a día objetos familiares; estimular el pensamiento lógico; mejorar el pensamiento cognitivo; y también mejorar sus habilidades de reacción.</p>

**Tabla 2.** Descripción de aplicaciones

### **Análisis de las aplicaciones con los expertos**

Una vez identificadas las 4 aplicaciones, se procedió a evaluarlas con la docente y la fonoaudióloga, para que a partir de su experiencia con niños sordos se obtuvieran aspectos y características de estas aplicaciones que sean importantes y se deban tener en cuenta dentro de la guía de diseño.

- **Expresa:**

El menú desplegable que presenta esta aplicación no es el más adecuado, ya que

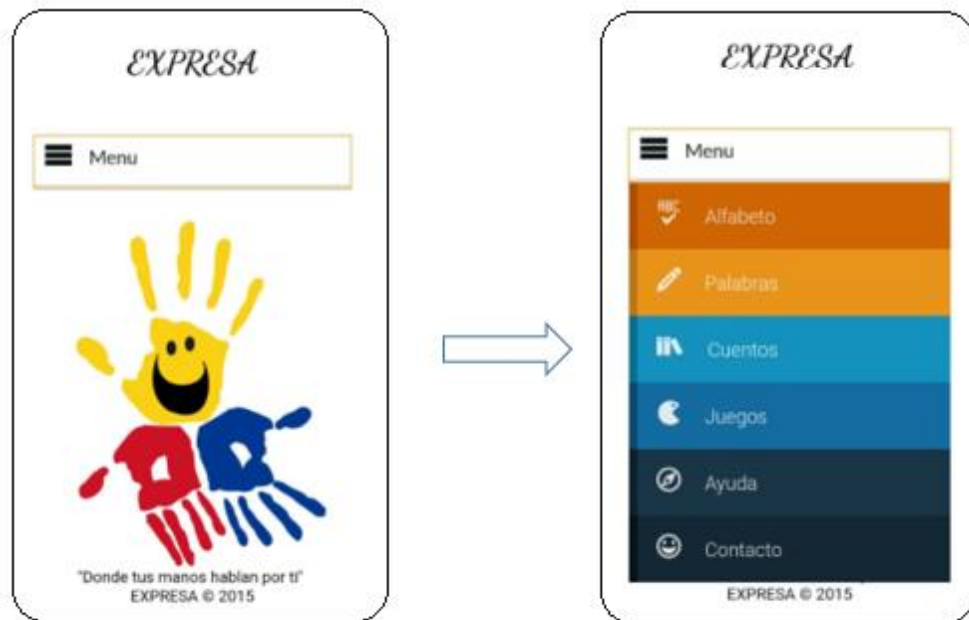
<sup>8</sup> Kitsord. Kitsord - Lenguaje de señas. [En línea]. 2015. [Consultado 07 de octubre de 2017]. Disponible en internet: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kitsord&hl=es> 419

<sup>9</sup> Jhonny Alejandro Pérez Rojas. EXPRESA. [En línea]. 2015. [Consultado 07 de octubre de 2017]. Disponible en internet: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appv1&hl=es> 419

<sup>10</sup> Abuzz. Juego educativo para niño bebé. [En línea]. 2017. [Consultado 07 de octubre de 2017]. Disponible en internet:

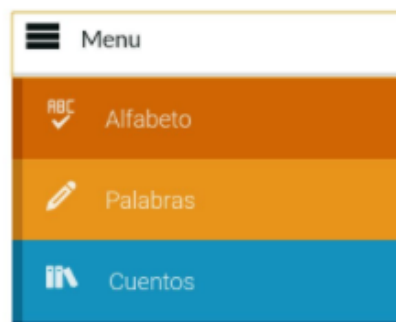
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.iabuzz.FindAndLearn&hl=es> 419

al estar oculto puede generar confusión en el niño sordo (ver Figura 17). Es más favorable que el menú siempre este visible y que siempre este acompañado de la lengua de señas.



**Figura 17.** Menú de Expressa

El significado de los iconos que acompañan cada opción del menú puede ser interpretado de manera diferente por los niños sordos que aún no han adquirido el lenguaje escrito (ver Figura 18). Por ejemplo, los libros se relacionan más con estudiar que con cuentos.

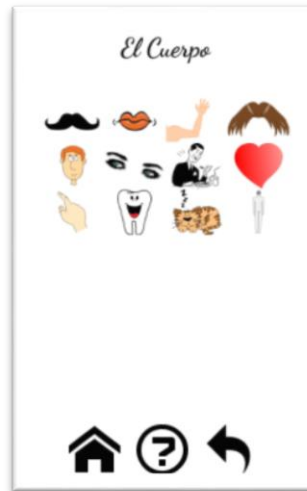


**Figura 18.** Iconos de Expressa

El tamaño que tienen los videos dentro de la pantalla es adecuado para presentar la información a los niños sordos. Es muy importante que la ayuda se encuentre

en lengua de señas como lo muestra la aplicación.

Las diferentes secciones de la aplicación no poseen las instrucciones necesarias para que el niño inicie la interacción con la actividad (ver Figura 19). Es muy importante que se muestre las instrucciones de manera corta, clara, en texto y en lengua de señas.



**Figura 19.** Actividad de Expresa

Cabe resaltar el método que se utiliza para presentar cuentos a los niños sordos, ya que es importante presentar el vocabulario antes de iniciar con la narración del cuento, puesto que esto ayuda a su comprensión. En las narraciones debe ir la imagen, la seña o video en lengua de señas y el texto.

- **Coco signa:**

Los colores que se utilizan dentro de la aplicación son adecuados para los niños y permiten llamar su atención. Dentro de la pantalla no existen elementos que distraigan al niño de la actividad, debido a que tienen desarrollada la discriminación visual (ver Figura 20 y Figura 21).



**Figura 20.** Menú de CocoSigna



**Figura 21.** Actividad de dactilología en CocoSigna

La retroalimentación que da la aplicación cuando el niño realiza mal una actividad es muy importante para que el niño analice la acción que hizo y trate de dar la respuesta correcta (ver Figura 22).



**Figura 22.** Retroalimentación en CocoSigna

Las imágenes que se utilizan son adecuadas para los niños, ya que involucran acciones con su respectiva seña.

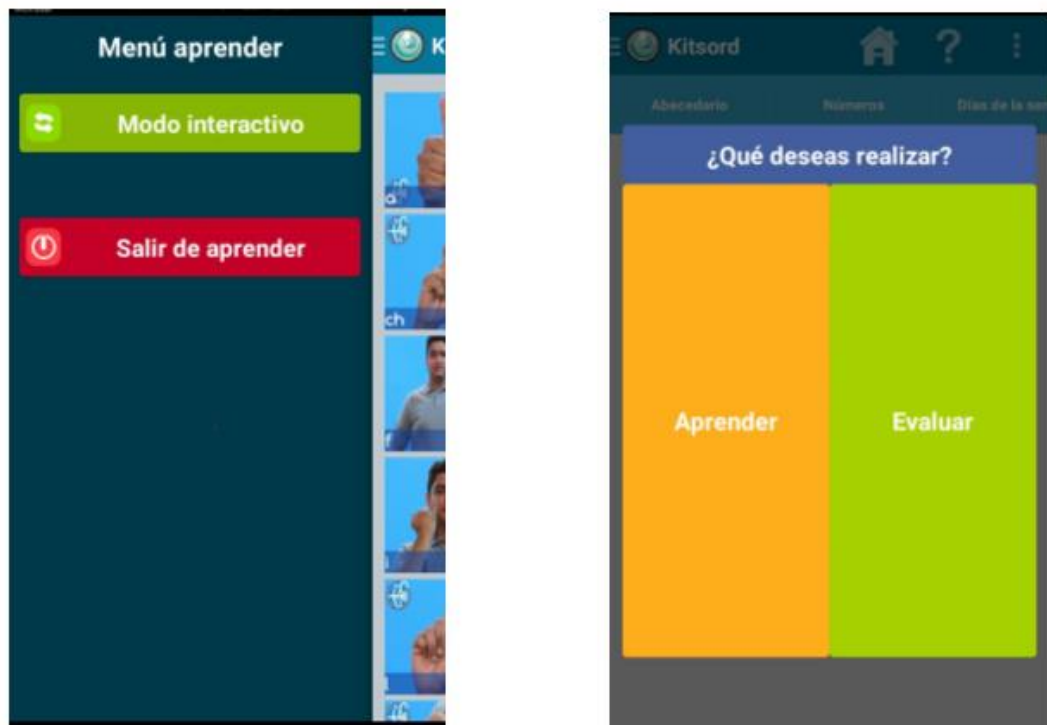
La sección de puntos dentro de la aplicación no es recomendable para los niños sordos, ya que para ellos resulta más gratificante tener una colección de



estímulos, ya sean estrellas, trofeos, medallas, que tener un número que indique los puntos ganados.

- **Kitsord:**

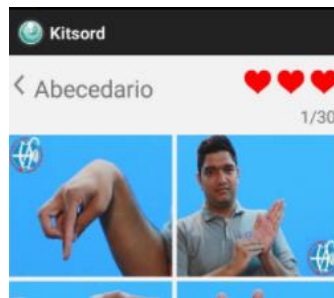
Los colores utilizados dentro de la aplicación tienen tonos apagados y la paleta de colores que se utiliza no es muy variada (ver Figura 23). Es importante el uso de colores y el juego con los tonos, ya que esto llama la atención del niño.



**Figura 23.** Kitsord

Los iconos que se utilizan dentro de la aplicación no transmiten la información correcta al niño. Un ejemplo claro es el icono de las vidas que se encuentra representado por un corazón. Para los niños sordos el corazón representa el amor (ver Figura 24).





**Figura 24.** Representación de vidas en Kitsord

En algunas secciones se muestra solo el nombre de la sección, no se muestra una imagen que describa claramente de que se trata la sección. Todo esto genera inconvenientes para los niños que aún no adquieren el código escrito. Existen iconos que no se relacionan con el texto que los acompaña. Además, las opciones del menú y las diferentes opciones que tienen la aplicación no se encuentran acompañadas de su representación en lengua de señas (ver Figura 25 y Figura 26)



**Figura 25.** Interfaz de sección Abecedario

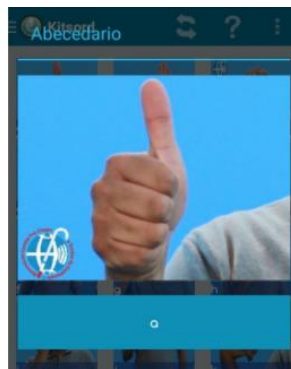


**Figura 26.** Interfaz de elección de actividad en Kitsord

En la sección en donde se enseña el abecedario se muestra una sola representación de cada letra, lo que genera que el niño se confunda cuando mire una representación diferente de la letra que aprendió. Se recomienda utilizar las diferentes formas de representar una misma letra (ver Figura 27 y Figura 28).



**Figura 27.** Actividad de abecedario letra 'h'

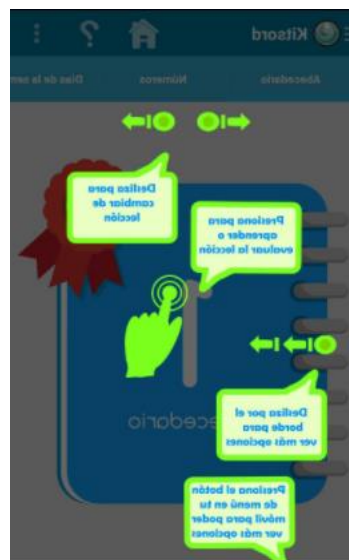


**Figura 28.** Actividad abecedario letra 'a'

La ayuda que ofrece esta aplicación resulta más difícil de entender para los niños sordos que la misma interfaz de la aplicación. El icono de ayuda si es significativo pero la ayuda de la aplicación no tiene los colores adecuados ni la estructura correcta para ayudar a los niños sordos (ver Figura 29 y Figura 30). En general, las aplicaciones deberían ser intuitivas y evitar que el niño sordo necesite acceder a la ayuda para poder utilizarla, pero si el niño accede a la ayuda, esta debe ser más clara que la interfaz de la aplicación.



**Figura 29.** Ayuda en sección Abecedario en Kitsord



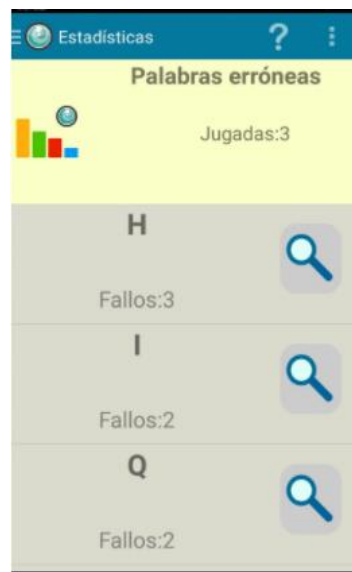
**Figura 30.** Ayuda en interfaz principal de Kitsord

La navegación a través de la aplicación y la presentación de los ejercicios son muy monótonos lo que podría generar que el niño se aburra.

Un aporte importante de esta aplicación es el uso de estadísticas (ver Figura 31 y Figura 32) que permiten ver los fallos que tuvieron los niños al realizar la evaluación y en qué punto de la sección fallaron.



**Figura 31.** Interfaz estadísticas en kitsord



**Figura 32.** Estadísticas de palabras erróneas en kitsord

- **Juego educativo para Niño bebé:**

En la aplicación, si el niño comete un error o se demora en responder se le indica cual es la respuesta correcta, lo que no le permite al niño analizar por qué la respuesta que el dio estaba mal (ver Figura 33). Se recomienda que cuando el niño se equivoque la aplicación debería informarle que su respuesta no fue la correcta y permitirle elegir otra respuesta.



**Figura 33.** Actividad en Juego educativo para niño bebe

Existen ciertos errores de escritura dentro de la aplicación cuando se presenta la palabra escrita dentro de la pantalla, para ciertas imágenes se muestra en mayúsculas y para otras en minúscula (ver Figura 34). Estos errores no deben presentarse dentro de la aplicación ya que el niño los adquiere inconscientemente.



**Figura 34.** Error de escritura en Juego educativo para niño bebe

Un aspecto importante a resaltar en esta aplicación es la forma como se presentan los estímulos y recompensas (ver Figura 35). La cantidad de estrellas que gana según las respuestas correctas puede motivar al niño a ganar más estrellas cada vez que ingresa a la aplicación. Además, los colores e imágenes que utilizan en la aplicación son variados, llamativos y se utilizan de forma adecuada para captar la atención del niño.



**Figura 35.** Estímulos y recompensas

La cantidad de elementos en la pantalla, las secciones que tiene y el menú están bien distribuidos, por lo tanto, no es confuso para el niño el uso de la aplicación (ver Figura 36). Los iconos son bastante representativos y significativos permitiendo así entender fácilmente su significado y funcionalidad.



**Figura 36.** Menú y submenú de Juegos educativos para niños bebe

La opción de ir atrás no se encuentra dentro de la aplicación y es necesario usar el botón que trae el dispositivo móvil. Los botones de volver al menú principal o salir de la aplicación deben estar visibles y deben ser directo, en la aplicación si se

desea volver al menú principal, se debe presionar el botón de pausa y luego presionar el botón de ir a menú principal (ver Figura 37).



**Figura 37.** Secuencia para ir atrás

La aplicación es intuitiva, amigable y fácil de entender, no posee la instrucción de la actividad en lengua de señas. Las imágenes son claras y visibles, pero se recomienda usar imágenes un poco más reales y no animadas (ver Figura 38).



**Figura 38.** Estilo de imágenes

## **Análisis de las pruebas con los niños sordos**

Se realizó las pruebas de las aplicaciones con los niños sordos y se documentó la interacción de los niños en el formato (ver ANEXO F)

- **CocoSigna**

La mascota virtual que se presenta al inicio de la aplicación llamó mucho la atención de los niños, ya que era un elemento con el cual podían interactuar fácilmente y su concepto era claro (ver Figura 39). Existían una barra de vida y otra de limpieza de la mascota en la parte superior de la pantalla, las cuales aumentaban o disminuían según la interacción del niño con la mascota. Dichas barras no fueron tenidas en cuenta por los niños, ya que no representan un concepto claro para ellos, por ejemplo, el corazón que representa la vida de la mascota es un símbolo que para los niños sordos significa amor.



**Figura 39.** Niño sordo interactuando con cocosigna

Inicialmente se les dificultó un poco encontrar el botón que los llevara a los mini juegos, debido a que el icono que los representaba no era claro para ellos, además se encontraba ubicado en la parte derecha de la pantalla y era poco visible.

Una vez entraron el menú de los mini juegos comenzaron a explorar cada uno de ellos. Los mini juegos con los cuales interactuaron sin ayuda fueron los de encontrar la pajera de imagen y seña, ya que la relación se da utilizando su lengua materna, la lengua de señas (ver Figura 40 y Figura 41).





**Figura 40.** Minijuego de encontrar la pareja



**Figura 41.** Minijuego de arrastrar a su seña correspondiente

Uno de los mini juegos requería realizar un movimiento con la tablet para lograr llevar el objeto hacia la seña correspondiente (ver Figura 42), pero al no haber ninguna indicación de como realizar la acción, los niños empezaron a arrastrar el objeto, tocar sobre la seña correspondiente y al observar que no funcionaba decidieron preguntar a la docente. Todo esto indica que la interfaz del juego debe ser clara y estar construida de tal forma que el niño no necesite de mucha ayuda para averiguar como funciona la mecánica. En cada uno de los minijuegos existía la sección de ayuda pero los niños no la usaron para guiarse



**Figura 42.** Mini juego de llevar objeto a su seña correspondiente

Lo mismo ocurrió con el mini juego de encontrar los antónimos para tres imágenes con su respectiva seña mostrada en la pantalla (ver Figura 43). Al no entender de qué se trataba el mini juego, decidieron salirse e intentar con otro.

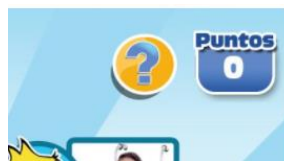


**Figura 43.** Mini juego de antónimos

La aplicación otorgaba puntos cada vez que el niño completaba una actividad, dichos puntos se mostraban en la parte superior derecha de la pantalla (ver Figura 44). Los niños no se percataron en ningún momento de esto, ya que al terminar la actividad solo se mostraba un letrero que decía nivel completado y lo llevaba al menú principal de mini juegos.

Para los niños sordos es más significativo que se muestren estímulo por logros como estrellas, trofeos y la acumulación de los mismos al finalizar una actividad, que ver un número en una parte de la pantalla.

Los botones dentro de la aplicación no son muy claros para los niños, ellos trataban de volver atrás con el botón del dispositivo pero se salían de la aplicación. No identificaban el botón de volver al menú principal, ya que el icono no tiene ninguna relación con su acción (ver Figura 45).



**Figura 44.** Puntos



**Figura 45.** Botón volver al menú principal

Los colores y las imágenes llamaron mucho la atención de los niños y el fondo no tenía elementos que distrajeran al niño de su tarea principal.

- **KitSord:**

En la pantalla principal de la aplicación se muestra la sección de abecedario con la que inicia la aplicación (ver Figura 46), de igual manera se puede observar un menu lateral (ver Figura 47) que se muestra y se oculta según lo requiera el usuario. Para los niños, la forma como se muestra el menu principal fue confuso, ya que solo podían observar una sección a la vez y les costó trabajo darse cuenta que las demás secciones del menu principal se encontraban en la parte superior de la pantalla.

Cuando los niños se daban cuenta de que existían más secciones, se encontraban con la misma interfaz pero con el libro color gris, hacían tap sobre el libro pero no sucedía nada, ya que para poder desbloquear ese nivel necesitaban haber completado el anterior, luego de intentarlo varias veces volvían a la sección inicial. Es recomendable que se dejen habilitadas las actividades si el tipo de actividad no depende del anterior, o simplemente no se muestren en la interfaz mientras no se puedan usar.

El icono que desplegaba el menu lateral no tenía un significado claro para ellos, por lo cual no lograron desplegar dicho menú.



**Figura 46.** Menú principal kitsord

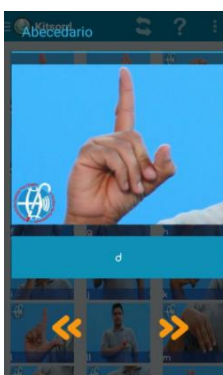


**Figura 47.** Menú lateral de kitsord

La imagen del cuaderno que representan las secciones no es vista por los niños como un símbolo de interacción por lo cual los niños comienzan a tocar la pantalla al azar. Una vez tocan en la imagen de la respectiva sección, se muestra una pantalla con dos opciones: Aprender y evaluar (ver Figura 48). Los niños seleccionaron una de las dos opciones sin saber su significado, puesto que esta aplicación no utiliza la lengua de señas ni una imagen que represente cada una de las opciones que los guíen en la aplicación. Cuando ingresaron a la opción de aprender se encontraron con una cuadrícula de imágenes de cada letra del abecedario (ver Figura 49), seleccionaron una de la imágenes y se mostró la representación de la letra (ver Figura 50). Para los niños la forma como se presenta la información en esta aplicación no les llamo la atención ya que no es interactiva y resulta muy monótona.



**Figura 48.** Opciones aprender o evaluar



**Figura 49.** Sección aprender abecedario



**Figura 50.** Organización de elementos en cuadrícula

Los iconos que utilizan dentro de esta aplicación para indicar siguiente o anterior no son reconocidos por los niños y al no mostrarse como un botón, nunca interactuaron con ellos.

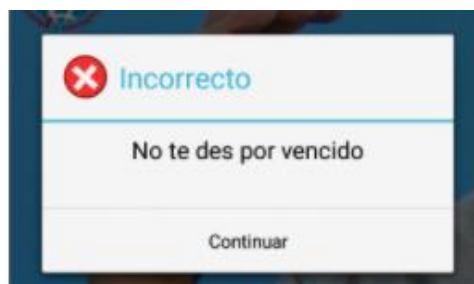
El tamaño de letra de la palabra escrita es muy pequeño, por lo cual los niños no lograron relacionar la seña con la palabra y confundían el cuadro que enmarca la palabra escrita con un botón.

Para regresar al menú principal decidieron utilizar el botón de ir atrás del dispositivo móvil lo cual desplego un menú lateral con las opciones de regresar o salir de la actividad aprender (ver Figura 47). El botón de salir fue claro para ellos porque es un icono frecuentemente usado en los dispositivos móviles, lo cual permitió que entendieran fácilmente su significado.

Cuando respondían bien una pregunta se mostraba un mensaje de información acompañado de su respectivo icono (ver Figura 51), de igual manera sucedía cuando respondía mal una pregunta (ver Figura 52). Los iconos y el botón aceptar fueron entendidos correctamente y su significado fue asociado de manera inmediata. Esto debido a que los iconos usados son comunes en muchas aplicaciones y dispositivos.



**Figura 51.** Mensaje de correcto



**Figura 52.** Mensaje de incorrecto

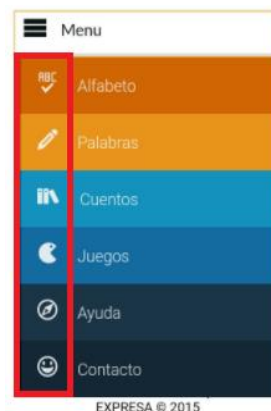
En esta aplicación no existieron estímulos que motivaran a los niños a seguir interactuando con la aplicación. Por otro lado, el tiempo que utilizaron la aplicación fue poco, ya que se sintieron desmotivados al interactuar con ella y se aburrían rápido porque no entendían muy bien lo que debían hacer dentro de la aplicación.

Ocasionalmente, cuando se encontraban con algún elemento sobre el fondo que fuese redondo o tuviese similitud con un botón lo tocaban repetidas veces esperando que sucediera algo.

Como conclusión, se puede decir que la aplicación no resultó atractiva para los niños y el tiempo que la usaron fue corto en comparación con otras aplicaciones que probaron.

- **Expresa:**

Al iniciar la aplicación se muestra dentro de la pantalla principal la opción de desplegar el menú con cada una de sus opciones. Al ser este el único elemento interactivo dentro de la pantalla, no resultó difícil para los niños desplegar el menú. Los iconos que acompañan cada opción del menú no son claros para los niños (ver Figura 53), dichos iconos no representan con claridad la acción que ejecutan. El icono que entendieron con facilidad dentro del menú fue el que representa los juegos, ya que es un icono familiar para ellos.



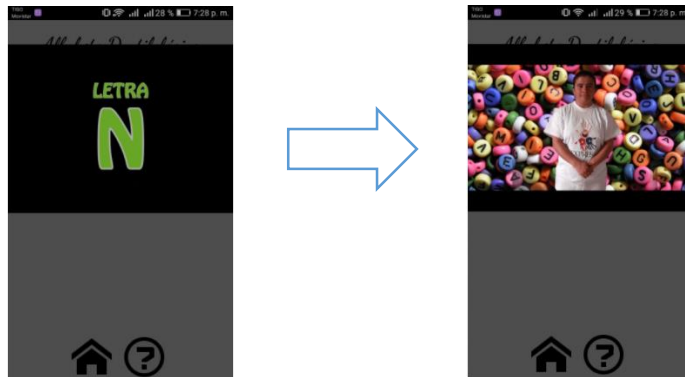
**Figura 53.** Iconos en el menú

Cuando los niños ingresaron a las opciones del menú y trataron de interactuar con los elementos que se mostraban en pantalla haciendo tap sobre ellos, la aplicación no realizó ninguna acción, ya que esta necesita de doble tap para abrir el contenido (ver Figura 54). Los niños intentaron varias veces y lograron darse cuenta que se requería de doble tap y continuaron interactuando con ella.



**Figura 54.** Niño interactuando sobre interfaz abecedario

Cada uno de los elementos de las secciones se relaciona directamente con su representación en lengua de señas (ver Figura 55), para los niños ver los diferentes videos con cada uno de los elementos fue algo monótono y se salieron de las actividades.



**Figura 55.** Video en lengua de señas en Expresa

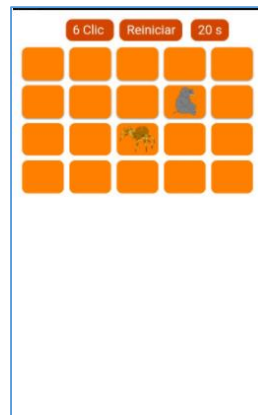
El iconos de volver atrás fue claro para los niños y cuando deseaban volver a la pantalla anterior o al menú principal lo usaban sin ningún inconveniente, el botón de home y el de ayuda no fueron usados (ver Figura 56).



**Figura 56.** Navegación de expresa



Al ingresar a la opción de juegos, no existían indicaciones de lo que se debía realizar, entonces los niños comenzaron a interactuar con los elementos presentados y poco a poco entendieron la mecánica del juego (ver Figura 57). Sin embargo las imágenes son muy pequeñas y no son claras, además son muchos elementos a memorizar para encontrar sus pares. Para realizar cada actividad dentro de los juegos existe un tiempo, el cual no fue tenido en cuenta por los niños y nunca mostraron interés en ello, por el contrario, se tomaban el tiempo necesario para realizar la actividad.



**Figura 57.** Juego de memorización

Nunca hicieron uso de la ayuda, preferían explorar la aplicación o preguntar a la docente. Para navegar en la interfaz no tuvieron inconvenientes, entraban a una opción del menú si no encontraban contenido que les interesara simplemente presionaban el botón de volver atrás.

- **Juego educativo para Niño bebé:**

Esta aplicación les llamo mucho la atención porque manejan una paleta de colores variada y por las imágenes animadas que contienen. Al ingresar al menú principal de la aplicación, los iconos que representan el modo de un jugador y dos jugadores no fueron claros para ellos (ver Figura 58), ya que siempre seleccionaban al azar una de las dos opciones. En esta parte se puede observar la importancia de transmitir el significado para cada acción en lengua de señas. En la parte inferior de la pantalla se encontraba la opción de cambiar de idioma y los botones de comprar, valorar y compartir la aplicación, pero para los niños fueron indiferentes (ver Figura 59).

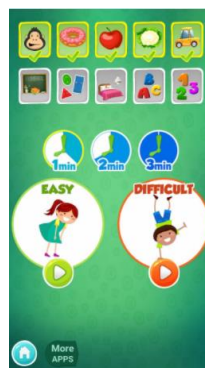


**Figura 58.** Elección de número de jugadores



**Figura 59.** Otras opciones

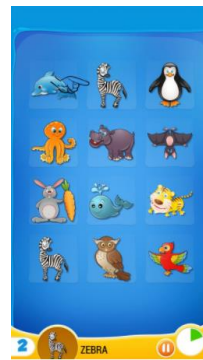
Cuando ingresa al segundo menú dentro de la aplicación (ver Figura 60), se muestra en la pantalla los temas que pueden ser elegidos para interactuar, de igual manera se puede escoger el tiempo de duración de la actividad y el nivel de dificultad. Al mostrarse toda la configuración en una misma pantalla, el niño no entendió el significado de cada una y comenzó a seleccionar opciones al azar. Las imágenes de los botones que representaban el nivel de dificultad tampoco fueron claras para ellos, ya que no encontraron relación entre la imagen y la acción que estos realizaban. Por otro lado, no identificaron que existían opciones predeterminadas para los temas, pero a medida que tocaban los iconos de los temas se daban cuenta que estos se seleccionaban.



**Figura 60.** Menú de configuración del juego

Al iniciar la actividad, no existen indicaciones que informen a los niños cuál es su objetivo y las acciones que deben realizar. La imagen modelo no es identificada con facilidad por los niños y no existe una opción de ayuda que les

indique que es lo que deben hacer, por lo cual piden explicación a la docente. Una vez se les da indicaciones sobre la actividad que deben realizar, comienzan a interactuar con la aplicación y completan la actividad de manera satisfactoria (ver Figura 61). Cuando seleccionaban un elemento que no correspondía con la imagen modelo, la aplicación indica con un leve movimiento que no es la opción correcta, lo cual no era muy claro al principio para los niños. Es muy importante retroalimentar las acciones de los niños con respuestas claras y visibles por parte de la aplicación.

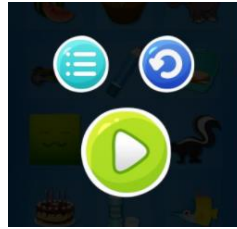


**Figura 61.** Interfaz de la actividad

Al finalizar la actividad se muestran las estrellas ganadas de acuerdo a la cantidad de respuestas correctas (ver Figura 62), de igual manera se muestran unos globos que pueden estallar al tocarlos. Este tipo de estímulos llaman mucho la atención del niño y se sienten motivados a volver a realizar la actividad. Los iconos de volver al menú principal y volver a jugar son claros para ellos (ver Figura 63). Cuando los niños quieren volver al menú principal mientras están realizando la actividad, presionan el botón de ir atrás del dispositivo, pero este no realiza ninguna acción. Al explorar se dan cuenta que para volver al menú principal la única forma es pausando el juego y seleccionando la opción de ir a menú.



**Figura 62.** Estimulación con estrellas



**Figura 63.** Menú de opciones del juego

Cuando ingresan al modos dos jugadores, inicialmente no saben qué hacer porque la imagen modelo aparece en el centro de la pantalla a diferencia del mono un jugador, después de interactuar con la aplicación entiende y comienza a realizar la actividad.

### **Evaluación Smiley Meter**

**Smiley Meter:** Es un instrumento de escala visual (en inglés Visual Analogue Scale, VAS), basada en la escala de Likert con relación de 1 a 5, donde cada escala se representa con expresiones faciales, es decir una cara decepcionada puede corresponder a (1) y (5) una cara muy alegre [73], como muestra en la Figura 64. El VAS usa representaciones de caras que los niños usan para identificar sus sentimientos u opiniones. Este método ha sido adoptado y aplicado en estudios de investigación para medir la satisfacción [74] y la diversión.



**Figura 64.** Escala de Smileyometer.

### **Resultados de la evaluación con Smiley Meter**

Para la evaluación haciendo uso de la escala Smiley Meter se utilizaron 3 paletas indicando el grado de satisfacción de los niños con la aplicación (Ver Figura 65). Con la ayuda de la docente y el modelo lingüístico se preguntó a los niños como se sintieron utilizando cada aplicación, los niños explicaron a la docente como se sintieron al interactuar con cada aplicación en lenguaje de señas y la docente a su vez traducía las respuestas de los niños. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 3.

	<b>CocoSigna</b>	<b>KitSord</b>	<b>Expresa</b>	<b>Juego educativo para niño bebé</b>
<b>Participante 1</b>	Muestra la paleta con la cara feliz. Responde: "Me sentí bien, estuve feliz, no estuvo muy difícil"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me gustó porque solo mostraba la seña y nada más"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me gustó porque no lo entendí"	Muestra la paleta con la cara feliz Responde: "Me sentí bien porque entendí el juego"
<b>Participante 2</b>	Muestra la paleta con la cara feliz. Responde: "Me gustó mucho, los dibujos son muy bonitos y me divertí"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "Me sentí triste porque no entendí como era"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me sentí contento porque era aburrida pero el juego que tenía me gustó"	Muestra la paleta con la cara feliz Responde: "Me gustó Me sentí feliz y me gustaron los dibujos y los colores"
<b>Participante 3</b>	Muestra la paleta con la cara feliz. Responde: "Los juegos me parecieron divertidos"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me gustó porque no entendía lo que había que hacer"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "Me sentí aburrido porque solo había videos y no sabía que hacer hasta que me mostraron los juegos"	Muestra la paleta con la cara feliz Responde: "Me divertí mucho, me sentí feliz"
<b>Participante 4</b>	Muestra la paleta con la cara feliz. Responde: "Me gustó mucho, me sentí contenta"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me gustó porque no había juegos como las demás y no la entendí"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me sentí feliz porque no entendí que hacer, pero los juegos de buscar si me gustaron"	Muestra la paleta con la cara feliz Responde: "Me gustó los animales y entendí "
<b>Participante 5</b>	Muestra la paleta con la cara feliz. Responde: "Me sentí feliz porque pude realizar muchas tareas"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me gustó porque no sabía qué hacer"	Muestra la paleta con la cara triste Responde: "No me gustó porque había muchos videos"	Muestra la paleta con la cara feliz Responde: "Me sentí feliz y me divertí"

**Tabla 3.** Resultados evaluación con smiley meter



Figura 65. Paletas usadas en la evaluación smiley meter

#### 4.1.1.7 Lineamientos generales para el diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos

Mediante el análisis de las entrevistas y de la información recolectada en la interacción con aplicaciones existentes dirigidas a niños sordos, fue posible identificar características y necesidades específicas de dichos niños que pueden afectar el diseño de interfaces gráficas de aplicaciones móviles, así como los diferentes patrones que se encuentran presentes en las aplicaciones analizadas. Estas características y necesidades fueron analizadas y evaluadas para posteriormente ser tomadas como lineamientos que formaron parte de la primera versión de la guía de diseño.

En cuanto a la observación de campo realizada en el aula de clase, se pudo apreciar diversos factores que afectan la enseñanza de los niños sordos y de igual manera, se pudo apreciar el estilo visual de aprendizaje que manejan. El análisis de cada elemento y su ubicación dentro del aula de clase permitió generar nuevos lineamientos para la guía de diseño y corroborar lineamientos que se tenían de la revisión bibliográfica.

Luego de analizar a profundidad la información recolectada mediante las entrevistas, observación de campo y revisión bibliográfica, fue elaborada una lista de lineamientos los cuales fueron categorizados tomando como base la estructura planteada por Material Design<sup>11</sup>. A continuación, se listarán las diferentes

---

<sup>11</sup> **Material design:** Normativa de diseño enfocado en la visualización del sistema operativo Android, además en la web y en cualquier plataforma. Material se trata de un diseño más limpio, en el que predominan animaciones y transiciones de respuesta, el relleno y los efectos de profundidad tales como la iluminación y las sombras.

categorías con los lineamientos correspondientes (Ver desde Tabla 4 hasta Tabla 13).

<b>Estilo</b>
<b>Color</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar el texto en un fondo sólido, evitando las imágenes como fondo.</li> <li>- Utilizar el mismo color en objetos, textos o elementos que tengan el mismo significado o significados similares.</li> <li>- La paleta de colores debe tener un tamaño adecuado según la edad del niño. Es recomendable el uso de entre 3 y 7 colores.</li> <li>- Evitar que los textos pierdan legibilidad con el contraste de colores entre texto y fondo.</li> <li>- Se deben diseñar interfaces con colores llamativos y brillantes para captar la atención de los niños.</li> <li>- Debe existir un contraste del contenido en primer plano con el color del fondo.</li> </ul>
<b>Iconos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se debe asumir que los iconos que son válidos en niños oyentes, lo sean para niños sordos.</li> <li>- Los niños prefieren los iconos en color y encuentran iconos en blanco y negro más difíciles de reconocer.</li> </ul>
<b>Imágenes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar imágenes que puedan tener más de una interpretación o significado.</li> <li>- Utilizar imágenes que se asemeje a la vida real, evitando en lo posible el uso de dibujos animados.</li> <li>- Utilizar una imagen para representar un concepto en lugar de texto.</li> <li>- Las ilustraciones deben ser informativas y altamente coherentes con la información textual. De igual manera, los gráficos deben ser realistas y coherentes con el género del juego.</li> <li>- Las imágenes que se utilicen deben tener un significado claro para los niños sordos. La redundancia de información no genera ruido, por el contrario, es un elemento de apoyo.</li> <li>- Utilizar imágenes o ilustraciones para dar a conocer el significado de una palabra.</li> <li>- Las imágenes asociadas como pistas visuales deben ser claras y conocidas por los niños sordos.</li> <li>- Evitar que dos imágenes que representan conceptos diferentes sean</li> </ul>

<p>visualmente similares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recomienda utilizar más de una imagen para representar un color.</li> </ul>
<p><b>Animaciones y video</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las animaciones deben usarse para representar contenido o nuevos conceptos, sin que se convierta en una distracción.</li> <li>- Se deben incorporar videos con lenguaje de señas para que el niño sordo pueda percibir el mensaje de manera efectiva.</li> <li>- Para los videos de lengua de señas usar personajes.</li> <li>- Utilizar pistas visuales o animaciones en los juegos para dirigir la atención del niño sobre información textual relevante.</li> <li>- Se recomienda el uso de herramientas multimedia para mejorar la accesibilidad. Dichas herramientas pueden ser combinadas para ayudar a mejorar la comprensión de las acciones que debe realizar el niño sordo dentro de la aplicación.</li> <li>- Los videos con lenguaje de señas deben proveer adicionalmente títulos e hipertextos.</li> </ul>
<p><b>Tipografía</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El tipo de letra debe ser de muy buena visualización y legible dentro de la aplicación. Se recomienda la fuente Arial Book Rounded Regular y el tipo de letra de la familia Script, usada en los textos escolares.</li> <li>- El tamaño del texto debe ser relativamente grande.</li> <li>- Utilizar los símbolos o anotaciones de la manera habitual.</li> </ul>
<p><b>Escritura</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las preguntas dentro de la aplicación deben ser claras, entendibles y legibles, evitando preguntas ambiguas. También se debe evitar que las preguntas incluyan las respuestas</li> <li>- Para cierto tipo de contenido escrito es recomendable que también esté disponible en lengua de señas o que esté acompañado de pictogramas.</li> <li>- Las estructuras gramaticales y términos utilizados en los subtítulos deben ser adecuados a las características de los niños sordos.</li> <li>- Para la enseñanza de la lectura, escritura y conceptos nuevos o abstractos, por ejemplo los valores, se recomienda el uso de historias cortas representadas en ilustraciones.</li> <li>- En las historietas, es necesario la simplificación del texto y de ayudas visuales para que los niños puedan comprender la historia fácilmente.</li> <li>- Evitar jergas complejas, palabras y frases largas, por el contrario, usar textos sencillos adecuándolos al nivel del niño y con un lenguaje directo. El texto es un factor importante para facilitar la lectura, se</li> </ul>



<p>recomienda el uso de cuatro (4) palabras por línea.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No usar texto animado.</li> <li>- Para la estimulación empleando logros, se debe evitar el uso de diminutivos, ya que causa limitaciones psicológicas en los niños.</li> <li>- Se debe reflejar el lenguaje de los niños sordos, asegurando que el vocabulario y la estructura de la oración sean apropiados para su edad.</li> <li>- Los textos deben contener palabras familiares y sin ambigüedades, prestando atención a las palabras vecinas.</li> <li>- Si se usan palabras desconocidas, ambiguas o abstractas, su significado debe inferirse fácilmente del contexto circundante.</li> <li>- Para lograr la comprensión de las palabras homófonas, se deben utilizar muchos dibujos o gráficos.</li> <li>- Presentar al niño un número de palabras con una determinada longitud y frecuencia.</li> <li>- Si existen textos difíciles de comprender por los niños sordos, se deben sustituir o complementar con información gráfica o representaciones visuales.</li> </ul>
<p><b>Etiquetas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etiquetar todos los elementos que no estén basados en texto.</li> <li>- La etiqueta de un botón o control debe reflejar de manera concisa y precisa los elementos dentro del menú.</li> </ul>

**Tabla 4.** Estilo

<p><b>Componentes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recomienda usar una aplicación semejante al corrector ortográfico que, en lugar de simplemente corregir la ortografía incorrecta, lleve a los niños a través de un proceso de reconocimiento y corrección de sus errores.</li> <li>- Debe brindarse la posibilidad de que el usuario pueda escribir o enviar mensajes en su lengua materna.</li> </ul>
<p><b>Botones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deben ser estrictamente funcionales, al tocarlos deben ejecutar una acción o ser un acceso directo hacia otra interfaz.</li> <li>- Para los botones se recomienda usar iconos con representación del lenguaje de signos en lugar de la imagen normal. Además, cada icono utilizado debe presentarse con una etiqueta de texto.</li> <li>- Agregar a los botones el efecto “Roll over visual”.</li> </ul>

<b>Diálogos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los diálogos con moderación porque son interruptores y pueden desconcentrar al niño en la tarea que está realizando.</li> <li>- Se recomienda el uso de snack bar ya que no todas las opciones, ajustes o detalles justifican la interrupción</li> </ul>
<b>Menús</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para los menús jerárquicos en los que el número de opciones entre categorías sean extensos, es recomendable el uso de palabras en lugar de iconos.</li> <li>- Se debe utilizar una imagen que represente claramente cada opción del menú y debe estar acompañada de texto.</li> </ul>
<b>Listas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separar la información extensa en grupos de información más sencilla. Se recomienda el uso de radio button o check list.</li> <li>- Si el contenido distintivo principal consiste en imágenes, utilice una lista de cuadrícula.</li> <li>- Se recomienda la clasificación alfabética para que la información sea más fácil de encontrar.</li> <li>- Se recomienda el uso de un campo de texto de búsqueda</li> </ul>
<b>Progreso y actividad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporcionar representaciones visuales como mapas, iconos, avatares, etc., para dar información sobre el estado actual del juego.</li> <li>- Mostrar constantemente el estado del jugador y del juego.</li> <li>- Permitir guardar y recuperar el estado de las actividades.</li> <li>- Permitir que los usuarios puedan ver, consultar y comparar su progreso dentro de la aplicación.</li> </ul>

**Tabla 5.** Componentes

<b>Patrones</b>
<b>Sistemas de navegación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permitir a los usuarios el uso de atajos. Debe existir la opción para saltar el intro o la ayuda al iniciar una aplicación.</li> <li>- Si el programa es grande e incluye varios niveles, debe utilizarse un mapa del programa diseñado de una manera simple y fácil de entender. Además, se debe utilizar tanto texto como imágenes para describir cada sección del mapa.</li> <li>- Proporcionar una opción para salir del sistema, si es una imagen, su significado debe ser entendible.</li> <li>- Para el diseño de la navegación se deben seleccionar diseños extensos, es decir, varias pantallas y evitar la profundidad, ya que esta produce confusión en los usuarios sordos.</li> <li>- Se recomienda diseñar haciendo uso del Hypertext, también conocido como Hiperenlace o enlace.</li> <li>- La navegación debe ser simple, amable, con menús directos a la información. Debe presentarse en forma rápida y entretenida.</li> <li>- La Interpretación y la navegabilidad a través de la interfaz de usuario debe requerir la menor capacidad de memoria de trabajo posible.</li> </ul>
<b>Búsqueda</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los componentes de búsqueda textuales deben ser sencillos y de fácil entendimiento para las personas sordas. Es recomendable el uso de pistas visuales.</li> <li>- Para realizar la búsqueda dentro de listas de valores se recomienda que a medida que el usuario escriba, los resultados sean filtrados y ordenados.</li> <li>- El campo de búsqueda debe contener la opción de eliminar su contenido.</li> <li>- Se recomienda que los resultados de la búsqueda sean mostrados en tarjetas. Al seleccionar un resultado, la aplicación debe dirigirse al contenido que se relaciona con dicho resultado.</li> <li>- Para realizar la búsqueda y mostrar los resultados se debe utilizar la pantalla completa de la aplicación.</li> </ul>
<b>Errores</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar para prevenir errores en lugar de ayudar a los usuarios a recuperarse de errores. Se recomienda que los usuarios confirmen las acciones potencialmente erróneas antes de realizarlas.</li> </ul>

- Ayudar a los niños a evitar errores. En caso de existir errores se debe proporcionar mensajes claros y comprensibles.
- Se debe mostrar el texto de error después de la interacción del usuario con un campo cuando se hayan introducido datos incorrectos.
- Se recomienda el uso de color rojo o naranja. El texto de error debe ser legible, con un contraste notable con su color de fondo.

### **Confirmación**

- Al invocar una acción irreversible en la aplicación siempre se debe mostrar un mensaje de confirmación.
- Informar al usuario sobre las operaciones implícitas que la aplicación ejecuta después de realizar una acción.

### **Ayuda**

- Proporcionar una sección de ayuda y de búsqueda de fácil acceso. Enfocar la ayuda alrededor de las tareas del niño sordo.
- Utilizar texto de ayuda antes, durante o después de que el usuario interactúe con cada campo dentro de la aplicación.
- Las tareas o acciones complejas deben estar acompañadas de un icono/botón de ayuda.

### **Retroalimentación**

- Proporcionar información inmediatamente el niño realice una acción sobre la aplicación.
- La retroalimentación de las acciones de los jugadores debe ser rápida y comprensible. La retroalimentación debe informar al niño si sus acciones fueron correctas y motivarlo a continuar interactuando con la interfaz, y si las acciones fueron incorrectas deben dirigirlo a la conducta correcta o por lo menos dar una pista.
- Para lograr que la retroalimentación sea comprensible, para los niños sordos se puede usar retroalimentación basada en lenguaje de señas, marcas de verificación y caras sonrientes.

<p><b>Notificaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporcionar notificaciones de los logros alcanzados por sus compañeros.</li> <li>- Evitar el uso de sonidos para la información importante (Advertencia, errores, etc.), ya que los niños sordos pueden pasar por alto estas advertencias y cometer errores.</li> <li>- No interrumpir al niño cuando esté realizando una tarea con notificaciones que no sean importantes.</li> </ul>
<p><b>Estado vacío</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la visualización de listas que no contienen ningún elemento se recomienda mostrar una imagen no interactiva y una línea de texto.</li> <li>- La imagen debe ser sutil y neutral con respecto al fondo, debe transmitir con claridad que no existen elementos para mostrar dentro de esa interfaz.</li> <li>- El texto debe tener un tono positivo y transmitir con claridad lo que está sucediendo en ese momento dentro de la interfaz. Se debe mostrar como un texto de información y no como un texto interactivo que pueda ser interpretado como el llamado a una acción.</li> <li>- Evitar estados completamente vacíos. Se recomienda el uso de contenido educativo que le permita al usuario comprender las diferentes acciones que puede realizar dentro de la interfaz una vez que esta tenga contenido. De igual manera, se puede utilizar contenido de inicio que permitirá a los usuarios explorar la aplicación de inmediato y así mismo podrá eliminarlo o reemplazarlo cuando él lo desee.</li> </ul>
<p><b>Selección</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resaltar las opciones predeterminadas cuando se requiere que los niños sordos realicen selecciones en el juego.</li> <li>- Resaltar los elementos seleccionados con un contraste notable con su color de fondo.</li> </ul>
<p><b>Configuración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar que las configuraciones del juego y los objetivos de aprendizaje sean los adecuados.</li> <li>- Permitir al niño realizar ajustes personalizables sobre el juego</li> </ul>

**Tabla 6.** Patrones

<b>Entrenamiento</b>
<b>Introducción a la aplicación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporcionar comentarios de texto, audio y video para guiar al niño. Para los videos se recomienda que contengan lenguaje de signos para proporcionar una visión más clara de la información.</li> </ul>
<b>Descubrimiento futuro</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer que las reglas e instrucciones del juego sean claras y de fácil acceso en cualquier etapa del juego</li> </ul>

**Tabla 7.** Entrenamiento

<b>Contenido</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las actividades deben ser organizadas por usuarios según su complejidad.</li> <li>- Las actividades no deben tener límites de tiempo.</li> <li>- Utilizar formas geométricas básicas, evitar formas complejas.</li> <li>- En las actividades de memoria no exceder la cantidad de elementos, lo ideal son entre 6 y 10.</li> <li>- Incluir actividades donde haya animales y sus correspondientes representaciones en lenguaje de señas, ya que permiten desarrollar las habilidades cognitivas en los usuarios.</li> <li>- Diseñar las actividades de tal forma que los usuarios puedan realizarlas de forma totalmente autónomas.</li> <li>- Diseñar actividades que permitan la colaboración entre niños y grupos.</li> <li>- El contenido debe ser adecuado para ayudar a los niños a alcanzar los objetivos de aprendizaje.</li> <li>- Diseñar juegos para niños que prefieren jugar solos.</li> <li>- Las actividades que se integren deben estar relacionadas a un estilo de aprendizaje.</li> <li>- Los juegos deben tener diferentes niveles de dificultad, ya que los niños no tienen el mismo nivel de aprendizaje.</li> <li>- Los juegos deben incorporar elementos asociados al contexto educativo, acompañado de pictogramas.</li> <li>- Diseñar contenido bien estructurado y bien organizado, que permitan acelerar el aprendizaje.</li> <li>- Los retos deben ser diseñados acorde el nivel de aprendizaje del niño.</li> <li>- Crear en el juego experiencia que sea memorable y que permita generar emociones en momentos significativos para así mejorar el</li> </ul>

desarrollo de habilidades.

- Crear personajes de juego éticos que le interesen a los niños, por ejemplo héroes, de acuerdo a la edad y género.
- Proporcionar recompensas que permitan aumentar las capacidades de los jugadores y realizar más acciones dentro del juego.
- Diseñar historias comprensibles, atractivas, claras y de ritmo rápido de acuerdo a las preferencias y la edad del grupo.
- Hacer que la aplicación sea agradable e interesante, usando historias, juegos de rol y actividades para llamar la atención y mantener la motivación en los niños.
- Asegurarse que los objetos del juego sean entendidos como abstracciones del mundo real y que funcionan de manera similar.
- Proporcionar nuevos desafíos a un ritmo adecuado.
- Asegurar que el juego tenga recursos que sean útiles, pero también escasos.
- Proporcionar suficiente información para permitir a los jugadores tomar las decisiones apropiadas con respecto al uso de los recursos.
- Para las actividades de pintura se recomienda el uso de un modelo el cual servirá como referencia para que los niños pinten el objeto de manera adecuada.
- Para las actividades de construir o completar palabras, se recomienda el uso de una imagen que sirva como apoyo para realizar dicha acción.
- Incluya actividades que requieren que los niños mentalmente inviertan acciones tales como combinar, ordenar, separar y recombinar elementos.
- Emplear actividades basadas en la narrativa donde los niños deben ayudar a los personajes en pantalla a resolver problemas y tomar decisiones.
- Presentar a los niños tareas que sean capaces de realizar y que les den la oportunidad de practicar habilidades recién adquiridas. Luego aumentar la complejidad de las tareas proporcionando ayudas. Esto les permitirá pasar a un siguiente nivel de comprensión o habilidad.
- Manipular formas puede ayudar a los niños a entender conceptos tales como simetría, patrones, orden espacial y fracciones.
- Para las tareas que requieran reconocimiento de texto se debe indicar dónde empezar a escribir.
- El diseño debe seguir las convenciones culturales existentes. Identificar problemas particulares que son importantes en esa cultura y las herramientas típicamente usadas para resolver ese tipo de problema.

- Jerarquizar los textos y las imágenes priorizando así la información, facilitando la lectura.
- Las habilidades de alfabetización de los niños sordos son bajas en comparación con las personas oyentes, por tanto el contenido del texto en la aplicación o juego debe ser simple.
- Reconocer el hecho de que los niños pequeños tienen dificultades para traducir entre el sistema formal de símbolos de las matemáticas y las cantidades, operaciones y conceptos que representan. Es decir, no haga suposiciones acerca de la comprensión de los niños sobre el número y símbolos de operación.
- Para enseñar un nuevo concepto es importante usar el texto, la imagen y la seña como un todo.
- Para enseñar el lenguaje de señas a los niños, se recomienda tener repeticiones y permitir avanzar aún sin entender, para que poco a poco vayan aprendiendo la relación entre la seña y la imagen.

**Tabla 8.** Contenido

### ***Interacción***

- Incluir la exploración interactiva y manipulación de diferentes tipos de representación dentro de las aplicaciones.
- Permitir que los niños controlen los movimientos e interacciones de sus personajes.
- Limitar con reglas las acciones del jugador sobre el juego. Estas reglas tienen que ser explícitas y sin ambigüedad.
- Para simplificar el juego, utilizar la cantidad mínima de mecánicas de juego.
- Permitir al niño que controle la reproducción de video o elementos multimedia.
- Los niños sordos deben interactuar con una tarea a la vez. Por lo tanto, el juego debe estar compuesto de una sola tarea de interacción o usar un único canal de comunicación a la vez, por ejemplo, el juego debe proponer la lectura y una tarea visual, como mover o encontrar objetos, en momentos separados.
- Los niños sordos más pequeños pueden necesitar de menos opciones en los juegos.

**Tabla 9.** Interacción



<b><i>Estímulos y recompensas</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recompensar a los estudiantes con estímulos a través de videos, texto o animaciones.</li> <li>- Cuando el jugador complete una fase con éxito dar puntos o recompensas. No se deben restar puntos por intentos fallidos de su puntaje total.</li> <li>- Se recomienda que por cada intento fallido dentro de una actividad el número de puntos a otorgar disminuya, pero nunca sea cero.</li> </ul>

**Tabla 10.** Estímulos y recompensas

<b><i>Elementos en pantalla</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar visualmente los anuncios del contenido para evitar confusiones en los niños.</li> <li>- Evitar estímulos distractores para el campo visual periférico del niño. Se recomienda el uso de objetos y estímulos de movimiento al borde de la pantalla que no distraigan al niño de su tarea principal.</li> <li>- Se debe tener interfaces con poca información por pantalla y el número de tareas visoespaciales debe ser reducida.</li> <li>- Se debe tener un panel por cada categoría, con un color de fondo asociado para diferenciar cada categoría de las restantes.</li> <li>- Utilizar los elementos del mismo tipo en la misma posición y orden en la interfaz para ayudar a recordar a los niños sordos.</li> <li>- La pantalla de la aplicación debe adaptarse a la pantalla del dispositivo móvil, evitando así el desplazamiento.</li> <li>- Usar cajas para resaltar información importante dentro de la aplicación.</li> <li>- Los elementos de la interfaz no deben distraer la atención del niño de la tarea principal.</li> </ul>

**Tabla 11.** Elementos en pantalla

<b><i>Instrucciones</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para guiar a los niños sordos a través de la aplicación o juego se recomienda el uso de avatares humanos personalizables.</li> <li>- Las instrucciones dentro de la aplicación deben ser fáciles de comprender y de recordar.</li> <li>- Proporcionar instrucciones a las que siempre se pueda acceder.</li> </ul>

**Tabla 12.** Instrucciones

### **Otros aspectos**

- Los controles del juego deben ser fáciles de aprender, intuitivos y deben seguir las convenciones estándar de juegos similares.
- Los juegos para niños sordos podrían usar la retroalimentación de la vibración o el movimiento de objetos para (re) dirigir la atención del jugador sordo hacia objetivos específicos, por ejemplo, la resolución correcta o incorrecta de un juego.
- La predictibilidad es muy importante. Si realizó una acción antes, se espera que el sistema se comporte de manera similar cuando se vuelva a realizar esa acción.
- Utilizar objetos de juego que sean claros en cuanto a su funcionalidad y que proporcionen pistas sobre su propósito.
- Diseñar juegos consistentes internamente, que utilicen las mismas convenciones y reglas en todo el contenido de la interfaz de usuario.
- El ritmo de presentación de la información debe ser lento para una comprensión clara de los textos y la información en general.
- Se debe asegurar que cada característica sea de buena calidad y que funcione bien.
- La interfaz de usuario debe ser eficiente y flexible.
- Permitir al usuario almacenar el juego en diferentes estados.
- Proporcionar entornos sociales intuitivos, sencillos de aprender y atractivos, como foros y aplicaciones de redes sociales.
- Para el diseño de aplicaciones móviles para niños sordos, es esencial hacer uso de representaciones del lenguaje de señas, ya que es su lengua materna.
- Diseñar una interfaz usable para cualquier entorno en donde se utilice la aplicación.

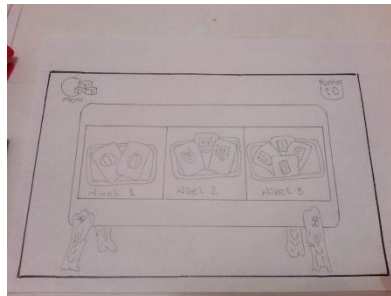
**Tabla 13.** Otros aspectos

## **4.1.2 Diseño + prototipo 1**

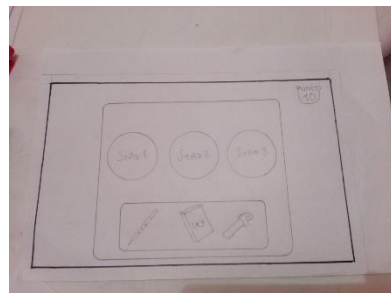
Esta fase comprende el diseño y la elaboración de un prototipo de una aplicación móvil basado en los lineamientos de la guía de diseño de interfaces gráficas para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos planteados en la fase anterior. El prototipo de la aplicación móvil lleva por nombre Descubriendo mi mundo. Se utilizaron los lineamientos planteados en la fase anterior para su elaboración.

Para el diseño, se utilizó la técnica de Prototipado en papel con la cual se construyó un prototipo de baja fidelidad utilizando materiales como lápiz, tijeras y papel.

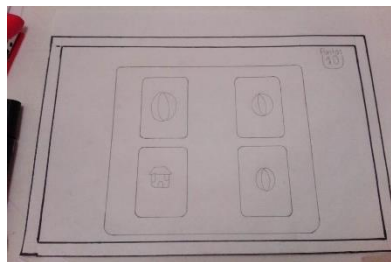
Inicialmente se planteó un prototipo basado en las actividades de CocoSigna, el cual tenía un menú principal con tres categorías de actividades y por cada categoría se tenían tres niveles de dificultad (ver Figura 66). Las actividades consistían en encontrar la pareja (ver Figura 67), unir una palabra con la respectiva seña (ver Figura 68) y seleccionar la palabra que se mostraba en un video en lengua de señas y en un texto escrito sobre la pantalla (ver Figura 69).



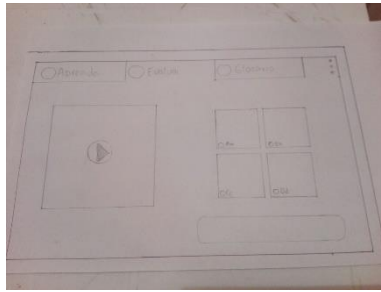
**Figura 66.** Interfaz de categorías



**Figura 67.** Actividad encontrar la pareja



**Figura 68.** Actividad unir una palabra con su respectiva seña



**Figura 69.** seleccionar la palabra correcta

Se mostraron estos bosquejos a la docente indicándole las acciones que realizaría el prototipo funcional al interactuar con los elementos de la interfaz. La docente recomendó cambiar el tipo de actividades, ya que estas podían generar que el niño las realizara a prueba y error si no eran entendible para ellos.

De igual manera, recomendó el uso de las actividades del material pedagógico llamado Programa de habilidades básica nivel 1, nivel2, nivel 3 y nivel 4. Este material está diseñado para apoyar y fomentar el desarrollo de las habilidades en la lecto-escritura y en las habilidades básicas como el reconocimiento de elementos iguales, diferentes, asociaciones entre elementos, entre otros.

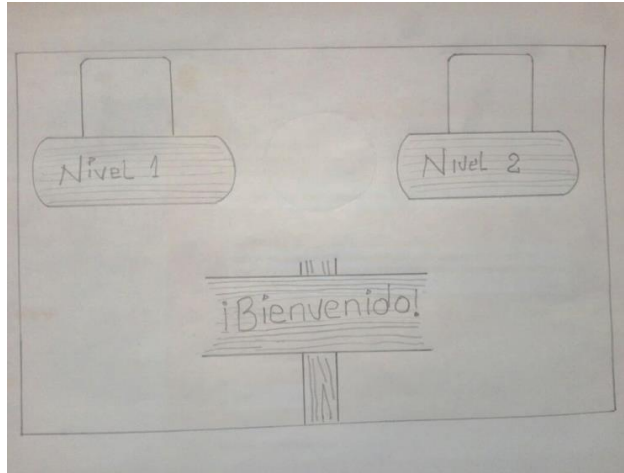
Por otro lado, recomendó que se utilizara para la estimulación por logros algunos objetos como copas, trofeos y estrellas en lugar de puntos, ya que observar un número en la pantalla no era muy significativo para ellos.

Después de analizar la información dada por la docente con respecto a los primeros bosquejos del prototipo en papel, se procedió a realizar los cambios correspondientes y replantear dicho prototipo.

Se eligieron una serie de actividades que fueron tomadas del material pedagógico brindado por la docente. Una de las actividades mostraba al niño una imagen modelo en la parte superior de la pantalla y varias imágenes debajo de la imagen modelo, en un cuadro de texto se indica al niño que debe buscar las imágenes que sean iguales al modelo.

Otra de las actividades consistía en encontrar las diferencias, para lo cual se mostraba en la interfaz dos imágenes casi idénticas y los niños debían encontrar los elementos diferentes entre las imágenes seleccionándolos en la imagen del lado derecho.

En la interfaz de la pantalla principal se muestran los dos niveles que el prototipo tiene y un letrero de bienvenida (ver Figura 70). Para los niveles se utilizaron elementos similares a un botón para que los niños entendieran que, al presionar, iban a ser dirigidos al nivel correspondiente.



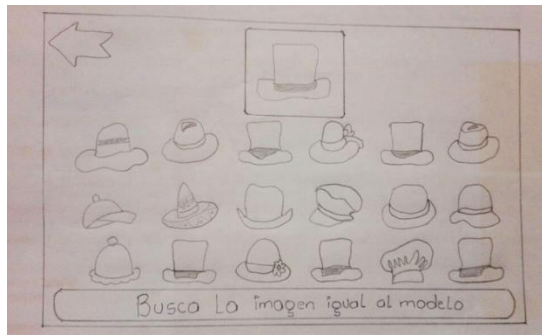
**Figura 70.** Pantalla principal

En la interfaz de la actividad “encontrar la imagen igual al modelo”, se enmarca la imagen modelo y se le da un tamaño más grande para diferenciarla de las otras imágenes, esto con el fin de que el niño obtenga una pista visual y tenga más claridad de lo que debe realizar en esa actividad.

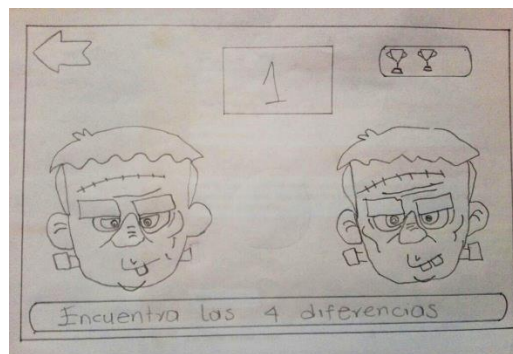
Al lado superior izquierdo se encuentra el botón de volver atrás representado por una flecha la cual se considera el icono para realizar dicha acción (ver Figura 71).

Para la actividad “Encuentra las 4 diferencias”, se utilizó un cuadro informativo que mostrara el número de diferencias encontradas hasta el momento (ver Figura 72).

Para todas las actividades se utilizaron cuadros de texto para mostrar las instrucciones y se ubicó en la parte superior derecha una sección en donde se muestra el progreso del niño en la actividad informándole cuantos trofeos ha ganado por las actividades terminadas.

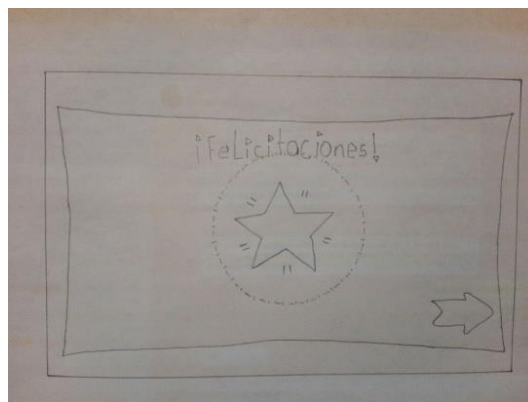


**Figura 71.** Actividad encontrar imagen igual al modelo

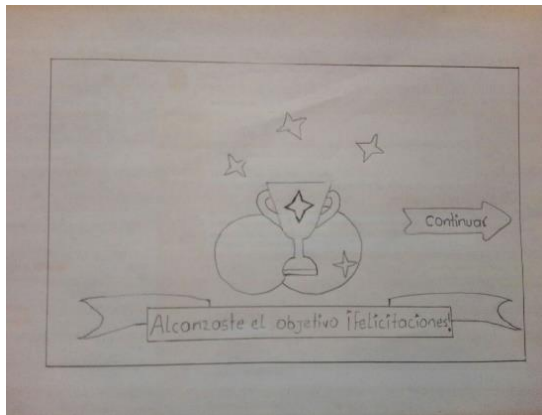


**Figura 72.** Actividad encontrar las 4 diferencias

Para la estimulación por logros se decidió mostrar una interfaz de felicitaciones por cada actividad completada (ver Figura 73) y una interfaz de recompensa por cada nivel terminado (ver Figura 74).



**Figura 73.** Interfaz de felicitaciones



**Figura 74.** Interfaz de recompensa

Para el botón de continuar se utilizó el icono de flecha al lado derecho de la interfaz para indicarle al niño que puede continuar a la siguiente actividad o nivel.

## **4.1.3 Evaluación + prototipo**

### **4.1.3.1 Métodos de evaluación y validación**

A continuación, se presenta la información relacionada con la evaluación de los lineamientos planteados en la fase de análisis de requisitos y la evaluación del prototipo en papel elaborado en la fase de diseño.

Para la evaluación de los lineamientos se seleccionó como lugar de realización el entorno natural del usuario bajo las siguientes técnicas de inspección:

**Recorrido cognitivo:** El recorrido cognitivo (Cognitive Walkthrough) es un Método de Inspección de la usabilidad que se centra en evaluar en un diseño su facilidad de aprendizaje, básicamente por exploración y está motivado por la observación que muchos usuarios prefieren aprender software a base de explorar sus posibilidades. Para lograr esto se debe describir el funcionamiento básico del prototipo a utilizar para la evaluación y se enumeran las tareas concretas a desarrollar para cada tarea se implementa por escrito la lista íntegra de las acciones necesarias para completar la tarea con el prototipo descrito [23]

**Evaluación Heurística:** El procedimiento heurístico, en general, puede ser descrito como el proceso en el que se resuelven problemas a partir de una serie

de reglas (heurísticas) previamente determinadas. Esta técnica nace de la resolución de problemas complejos que requieren de un gran esfuerzo temporal y económico y que se pretende disminuir su impacto encontrando soluciones que, aunque no son las óptimas son suficientemente satisfactorias. El método consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad (la “heurística”) mediante la inspección de varios evaluadores expertos [23].

Las técnicas mencionadas anteriormente se escogieron teniendo en cuenta los perfiles de los usuarios que evaluarían los lineamientos de la guía y el prototipo, estos son:

- Especialistas en niños con discapacidad auditiva.
- Niños con discapacidad auditiva.
- Diseñadores y desarrolladores.

Para esta primera iteración solo se realizó la evaluación con los especialistas, diseñadores y desarrolladores. Para los especialistas se aplicaron las dos técnicas de inspección que se nombraron anteriormente y para los diseñadores y desarrolladores solo se aplicó la técnica de evaluación heurística.

#### **4.1.3.2 Definición y selección de métricas**

Para el análisis de los resultados es necesario definir métricas que permitan medir de forma objetiva los resultados que se obtuvieron a partir de las evaluaciones realizadas por los expertos en niños con discapacidad auditiva, desarrolladores y diseñadores.

Al desarrollar la evaluación heurística, es importante que los expertos tengan un sistema común de evaluación, con el objetivo de homologar y reunir sus comentarios de manera similar.

Con base en lo anterior, la métrica seleccionada para esta primera iteración consiste en dar una puntuación a cada uno de los lineamientos con base a los criterios de usabilidad específicos tenidos en cuenta para realizar la evaluación heurística, lo cual consiste en definir una serie de preguntas respecto a los lineamientos que se evalúan, dichos criterios son: Identidad, diseño, accesibilidad, navegación y operación.



La puntuación para cada lineamiento está comprendida entre 1 y 10, para determinar así el grado de importancia como lineamiento, siendo 1 la calificación más baja y 10 la calificación más alta. Los rangos planteados a continuación son analizados, revisados y aprobados por los diferentes expertos quienes proponen que el primer rango tenga mayor amplitud en comparación con los demás rangos para que así se filtre mejor los lineamientos que harán parte de la guía de diseño. Los dos rangos restantes se distribuyen de manera equitativa. Los rangos se plantean de la siguiente manera:

- Los lineamientos valorados entre 1 y 4 no harán parte de la guía de diseño.
- Los lineamientos valorados entre 5 y 7 serán revisados y replanteados para una segunda evaluación.
- Los lineamientos valorados entre 8 y 10 serán incluidos dentro de la guía de diseño.

### **Definición de heurísticas**

- **Identidad:**  
¿Su enfoque está dirigido a la población de niños con discapacidad auditiva?
- **Diseño:**  
¿Permite identificar los elementos que debe contener una interfaz gráfica para aplicaciones dirigidas a niños con discapacidad auditiva?
- **Accesibilidad:**  
¿Está orientado a disminuir las barreras existentes entre la interacción de los niños y los dispositivos móviles?
- **Navegación:**  
¿Facilita la navegación a través de la aplicación?  
¿Permite navegar sin interrupciones a través de la aplicación?
- **Operación:**  
¿Facilita la familiarización de los niños con la aplicación?

### **4.1.3.3 Resultados de la evaluación**

#### **Análisis del recorrido cognitivo**

Para realizar la evaluación con el prototipo en papel se aplica la técnica de recorrido cognitivo a la docente especialista en niños con discapacidad auditiva. Se presentan las diferentes interfaces elaboradas en papel a la docente, indicándole cual es el menú principal y cuáles serían las respuestas de la aplicación si realiza una acción dentro de las diferentes interfaces. Además, se le asignan las siguientes tareas:

- Acceder al nivel 2 y realizar dos actividades.
- Cuando se muestre la interfaz de la actividad 3 regresar al menú principal.
- Realizar la actividad de encontrar las diferencias.
- Ganar un trofeo completando 3 actividades seguidas.

Después de finalizadas las tareas, la docente realiza las observaciones pertinentes sobre el prototipo en papel, indicando que es muy importante que todas las instrucciones estén acompañadas de imágenes o videos en lengua de señas, ya que esta es su lengua materna. En cuanto a las tareas asignadas, la docente realizó todas las tareas de manera correcta.

#### **Evaluación heurística**

Para la evaluación heurística se contó con la colaboración de 5 evaluadores entre ellos expertos en niños con discapacidad auditiva, diseñadores y desarrolladores, a quienes se les presenta un formulario (Ver ANEXO G, ANEXO H, ANEXO I) en el cual deben calificar cada uno de los lineamientos tomando como base el cumplimiento de los criterios de usabilidad específicos: diseño, accesibilidad, navegación, operación. Además de esto, los evaluadores realizan observaciones para los diferentes lineamientos o categorías si lo consideran necesario.

Con el resultado de las diferentes evaluaciones se genera una tabla comparativa por cada categoría y subcategoría (ver Tabla 14) para promediar los resultados y así poder obtener los lineamientos que formarán parte de la guía de diseño, revisar los lineamientos que obtuvieron puntaje entre 5 y 7 y eliminar los lineamientos que no son considerados necesarios o no aplican para la guía de diseño, los cuales fueron calificados con puntajes entre 1 y 4 (ver ANEXO J)

Imágenes						
Lineamiento	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5	Promedio
Evitar imágenes que puedan tener más de una interpretación o significado.	8	7	9	10	10	8
Utilizar imágenes que se asemeje a la vida real, evitando en lo posible el uso de dibujos animados.	8	8	8	10	10	8
Utilizar una imagen para representar un concepto en lugar de texto.	8	10	10	10	10	9
Las ilustraciones deben ser informativas y altamente coherentes con la información textual. De igual manera, los gráficos deben ser realistas y coherentes con el género del juego.	10	9	10	10	10	9
Las imágenes que se utilicen deben tener un significado claro para los niños sordos. La redundancia de información no genera ruido, por el contrario es un elemento de apoyo.	4	2	1	2	5	2
Utilizar imágenes o ilustraciones para dar a conocer el significado de una palabra.	10	10	10	10	10	10
Las imágenes asociadas como pistas visuales deben ser claras y conocidas por los niños sordos.	10	10	10	10	10	10
Evitar que dos imágenes que representan conceptos diferentes sean visualmente similares.	10	10	10	10	10	10
Se recomienda utilizar más de una imagen para representar un color.	4	1	10	10	10	7

**Tabla 14.** Comparativa para categoría imágenes

De igual manera se sugiere por parte de algunos evaluadores que se debe reestructurar la guía en cuanto a categorías y subcategorías, ya que algunos lineamientos se encuentran en categorías que no corresponden y existen categorías muy extensas que pueden ser divididas en subcategorías.

## **4.2 Iteración 2**

### **4.2.1 Análisis de requisitos + prototipo**

A partir de los resultados obtenidos en la iteración anterior se eliminan 23 lineamientos los cuales fueron calificados con puntaje entre 1 y 4 durante la evaluación, ya que para los evaluadores expertos no contribuyen a mejorar la interacción del niño sordo con la aplicación y no permiten brindar una ayuda o apoyo durante la navegación. De igual manera, 16 lineamientos se modifican en redacción porque eran difíciles de entender para los desarrolladores y diseñadores, ya que durante la evaluación pidieron explicación para comprender el planteamiento de dichos lineamientos.

Teniendo en cuenta las sugerencias de los evaluadores dadas en la evaluación heurística y las observaciones de la docente experta durante la evaluación cognitiva del prototipo en papel se plantearon 4 nuevos lineamientos:

- Se recomienda el uso de símbolos como guía para los niños sordos a través de la aplicación (ejemplo: flechas). De igual manera se recomienda el uso de videos en lenguaje de señas para dar las instrucciones a los niños.
- Se recomienda el uso de un modelo para las actividades de pintura, el cual servirá como referencia para que los niños pinten el objeto de manera adecuada.
- Se debe tener en cuenta el lenguaje de señas perteneciente a la región para la cual va a estar disponible la aplicación.
- El contenido del texto en la aplicación o juego debe ser simple ya que, las habilidades de alfabetización de los niños sordos son bajas en comparación con las personas oyentes.

De igual manera se realiza el cambio de la estructura de la guía de diseño teniendo en cuenta los comentarios realizados por los evaluadores en la fase anterior. La estructura de la guía de diseño se establece de la siguiente manera:

<b>1. Estilo</b>
1.1. Color
1.2. Iconos
1.3. Imágenes
1.4. Animaciones y video
1.5. Tipografía
1.6. Escritura
1.7. Etiquetas
<b>2. Componentes</b>
2.1. Botones
2.2. Diálogos
2.3. Menús
2.4. Listas
2.5. Progreso y actividad
<b>3. Patrones</b>
3.1. Sistemas de navegación
3.2. Búsqueda
3.3. Errores
3.4. Confirmación
3.5. Instrucciones y ayuda
3.6. Retroalimentación
3.7. Notificaciones
3.8. Selección
3.9. Configuración
<b>4. Aprendizaje</b>
4.1. Introducción a la aplicación
4.2. Descubrimiento futuro
<b>5. Contenido</b>
5.1. Contenido
5.2. Interacción
5.3. Estímulos y recompensas
5.4. Elementos en pantalla
<b>6. Otros aspectos</b>

**Tabla 15.** Estructura de guía

Una vez realizados los cambios respectivos a la guía de diseño, se obtuvieron 123 lineamientos, los cuales se organizan tomando como base la estructura anterior. Se actualiza el formulario para poder realizar la evaluación Heurística con la nueva estructura y nueva organización de los elementos en una fase posterior.

## 4.2.2 Diseño + prototipo

En esta fase se realiza la elaboración del prototipo funcional de la aplicación descubriendo mi mundo teniendo como base los lineamientos de la guía de diseño de interfaces graficas modificada en la fase anterior y los prototipos en papel. Para la realización del prototipo se utiliza la herramienta Adobe Animate CC 2017 y Adobe Air para su compilación.

Con base a los resultados de la evaluación en la iteración anterior, se realizaron diferentes modificaciones en la parte grafica de las interfaces propuestas para el prototipo inicialmente. De igual manera, se tuvo en cuenta las observaciones dadas por la docente experta. A continuación, se presentan las interfaces con sus respectivos cambios:

**Pantalla de inicio:** En la pantalla inicial del prototipo se agregaron los videos en lengua de señas colombiano utilizando un avatar para indicarle al niño lo que está escrito en las diferentes opciones y cuadros de texto (ver Figura 75 ).



**Figura 75.** Pantalla de inicio

**Indicaciones dentro de las actividades:** En la pantalla de cada una de las actividades del prototipo para los dos niveles que existe, se adicionaron videos con indicaciones dadas por un avatar de lo que deben realizar para el desarrollo de la actividad, todo esto con el fin de que la actividad pueda ser realizada por niños que aún no han adquirido el lenguaje escrito. Esta modificación fue sugerida por la docente experta (ver Figura 76).



**Figura 76.** Interfaces de algunas actividades con video de lengua de señas.

**Estimulación por logros:** En la pantalla de felicitaciones por cada actividad completada se cambió el icono de estrella por el video del avatar, el cual le comunica al niño en lengua de señas el mensaje de felicitaciones (ver Figura 77). De igual manera se diseñó para la interfaz de logro alcanzado, en donde se muestra un avatar indicando que alcanzó el objetivo y debajo la copa que ganó por el logro (ver Figura 78).



**Figura 77.** Estimulación con mensaje de felicitaciones



**Figura 78.** Estimulación con trofeo

Se utilizaron colores llamativos y brillantes para captar la atención del niño y se utilizaron imágenes animadas para las diferentes actividades a realizar, dichas imágenes se obtuvieron de la página Freepick.

## **4.2.3 Evaluación + prototipo**

### **4.2.3.1 Métodos de evaluación y validación**

Para esta segunda iteración se utilizan las siguientes técnicas de inspección: Recorrido cognitivo y evaluación heurística. Los perfiles de usuario que evalúan en esta segunda iteración los lineamientos de la guía y el prototipo funcional son:

- Especialistas en niños con discapacidad auditiva.
- Niños con discapacidad auditiva.
- Diseñadores y desarrolladores.

Para los tres perfiles de usuario se aplica la técnica recorrido cognitivo, mientras que la evaluación heurística solamente será realizada por los especialistas, diseñadores y desarrolladores.

El recorrido cognitivo se aplica para la evaluación del prototipo funcional, mientras que la evaluación heurística es aplicada para la evaluación de los lineamientos de la guía.

### **4.2.3.2 Definición y selección de métricas**

Las métricas seleccionadas para esta segunda iteración se dividen según la técnica de evaluación aplicada. Para la técnica de evaluación heurística se utiliza la métrica de puntuación de los lineamientos utilizada en la iteración anterior durante la fase de evaluación.

Para la técnica recorrido cognitivo las métricas seleccionadas son: cantidad de errores y actividades completadas. Se seleccionaron estas métricas porque son las medidas con mayor relevancia al momento de interactuar con la aplicación, ya que entregan información importante para la validación de su uso. Por lo cual, el completar las actividades de manera satisfactoria y una menor cantidad de errores puede indicar la comprensión de las tareas a realizar dentro de la aplicación. En la Tabla 16 se presentan las métricas con su respectiva descripción.



<b>Métrica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Interpretación</b>
Solicitudes de ayuda por actividad (A)	Esta métrica hace referencia a la cantidad de veces que solicitaron ayuda en una actividad.	Entre menos ayuda soliciten en cada actividad, el valor de la métrica se acerca a cero (0)
Cantidad de Errores (E)	Esta métrica se refiere a la cantidad de errores que puede cometer el niño al momento de dar una respuesta en cada una de las actividades y al interactuar con un elemento dentro de la interfaz.	Entre menos errores cometa el niño, el valor de la métrica se acerca más a cero (0).

**Tabla 16.** Descripción de métricas de evaluación

### 4.2.3.3 Normalización de métricas

Para poder realizar el análisis de los datos obtenidos, se deben llevar cada uno de los valores a una escala en común (entre 0 y 1), lo que implica que deben ser normalizados [75]. Una vez se realiza la normalización, se tienen en cuenta para el análisis de los datos que tanto para la métrica de solicitudes de ayuda por actividad como para la métrica cantidad de errores se obtienen evidencias positivas si los valores son cercanos a 0 y negativas si son cercanos a 1.

Una vez obtenidas las medidas asociadas a cada métrica, se procede a realizar la normalización de los valores utilizando la fórmula presentada en la imagen (ver Figura 79). Para la formula inicialmente se deben obtener los valores máximos y mínimos de la muestra y X es la medida obtenida durante la evaluación asociada a la métrica.

$$Z = \frac{x - \min}{[\max - \min]}$$

**Figura 79.** Función de normalización

#### 4.2.3.4 Resultado de la evaluación

##### Análisis del recorrido cognitivo con los niños sordos

Esta técnica es aplicada a cada uno de los evaluadores. Inicialmente se aplica esta técnica con los niños dentro del aula de clase, a los cuales se les asigna 3 tareas:

- Acceder al nivel 1 y realizar todas las actividades.
- Acceder al nivel 2 y realizar todas las actividades.
- Regresar al menú principal.

Al realizar las tareas asignadas, los niños presentan inconvenientes para identificar cual es el nivel 1 y el nivel 2, por lo que algunos de los niños ingresan al azar a los niveles.

Al iniciar con la primera actividad algunos niños no entienden que se debe realizar y empiezan a tocar los diferentes elementos al azar, luego solicitan ayuda a la docente para entender que es lo que deben realizar. Esto significa que los niños no miran las instrucciones del avatar. Una vez se les indica que hacer, las siguientes actividades que son similares las realizan sin problema.

En la actividad de encontrar las diferencias tienen problemas en identificar cual es la imagen modelo y cuál es la imagen en la que deben encontrar las diferencias (ver Figura 80).



**Figura 80.** Actividad encontrar las 4 diferencias

En la actividad de encontrar el elemento que no tiene pareja tienen problemas al entender el concepto y comienzan a tocar los elementos al azar (ver Figura 81). Para la tarea 3, inicialmente no identifican la flecha de volver atrás que está en la parte superior izquierda y tratan de volver con la flecha de la tableta.



**Figura 81.** Actividad buscar la imagen sin pareja

Una vez finalizada la actividad se realiza la evaluación por parte de los niños sobre el prototipo a través de la encuesta Smiley Meter que consistió en realizar unas preguntas sobre aspectos del prototipo con la ayuda del modelo lingüístico y la docente. Los niños responden con paletas indicando como los hizo sentir el prototipo de la aplicación o si les gusto o no cada una de las actividades, los colores, las imágenes, etc (ver Figura 82).



**Figura 82.** Fotografías de niños evaluando con escala Smiley meter

Los resultados de la encuesta Smiley meter se muestran a continuación en la Tabla 17.

Participante	Respuesta
Participante 1	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí bien. Aunque no entendía muy bien lo que había que tenía que hacer pero estuvo divertida. Me gustaron los perros”.
Participante 2	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí bien. Gané muchas veces”.
Participante 3	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí bien, no estuve brava ni nada de eso, estuve contenta trabajando. No me gustó el monstruo que aparecía”.

Participante 4	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Estuve bien. Me sentí contenta, aunque me pareció complicado un poquito”
Participante 5	No opinó.

**Tabla 17.** Resultados de encuesta smiley meter

Durante la ejecución de la técnica de recorrido cognitivo se toman las medidas asociadas a las métricas cantidad de errores (**E**) y número de veces que solicitaron ayuda (**A**) y se realiza la normalización de los datos obtenidos para cada una de las actividades del prototipo, los cuales están identificados con las abreviaciones **En** (ver Tabla 18) que representa el valor normalizado de la cantidad de errores cometidos por cada niño en las actividades y en la navegación (**NAV**), y **An** (ver Tabla 19) que representa cada una de las veces que solicitaron ayuda por cada uno de los niños.

	Participante	ACT1		ACT2		ACT3		ACT4		ACT5		NAV	
		E	En	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En
Prototipo 1	Participante 1	15	0,29	11	0,46	7	0,29	20	0,74	11	0,31	0	0,00
	Participante 2	25	0,48	13	0,54	15	0,63	24	0,89	15	0,42	1	0,07
	Participante 3	17	0,33	7	0,29	16	0,67	15	0,56	20	0,56	2	0,13
	Participante 4	13	0,25	4	0,17	17	0,71	15	0,56	9	0,25	1	0,07
	Participante 5	15	0,29	6	0,25	9	0,38	17	0,63	7	0,19	0	0,00

**Tabla 18.** Errores cometidos

	Participante	ACT1		ACT2		ACT3		ACT4		ACT5	
		A	An	A	An	A	An	A	An	A	An
Prototipo 1	Participante 1	4	0,27	1	0,07	1	0,07	2	0,13	2	0,13
	Participante 2	12	0,80	6	0,40	15	1,00	3	0,20	7	0,47
	Participante 3	9	0,60	4	0,27	13	0,87	4	0,27	8	0,53
	Participante 4	5	0,33	3	0,20	8	0,53	1	0,07	7	0,47
	Participante 5	2	0,13	2	0,13	5	0,33	2	0,13	4	0,27

**Tabla 19.** Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda - iteración 2

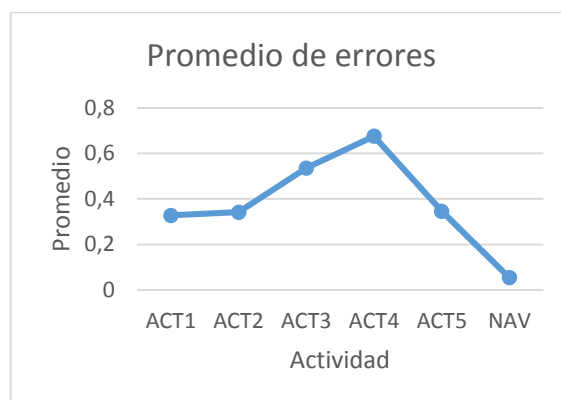
En esta primera evaluación del prototipo funcional se puede observar que los altos valores presentados las Tabla 18 y Tabla 19 se deben principalmente a que es la primera vez que interactúan con la aplicación, por lo cual les costó trabajo entender desde el principio la dinámica de cada una de las actividades y tuvieron la necesidad de pedir ayuda para entenderlas.

Por otro lado, los niños apenas están iniciando la familiarización con la palabra escrita por lo tanto los textos no eran de gran ayuda para realizar la actividad.

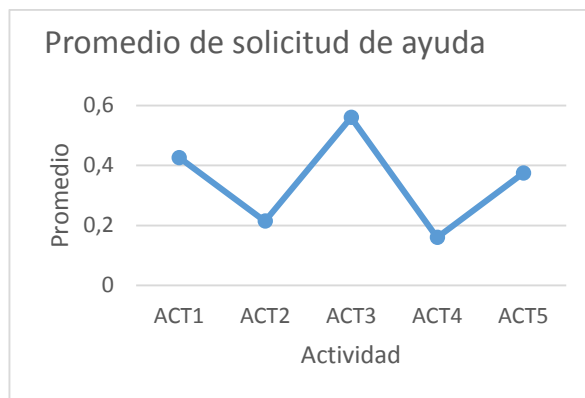
Los errores cometidos en la actividad encontrar las 4 diferencias se deben a que no era clara la imagen modelo y la imagen con la cual debían interactuar para seleccionar las diferencias.

En la Gráfica 1 se puede observar que las actividades en las que presentaron más errores la mayoría de los niños fueron la actividad de encontrar las 4 diferencias y encontrar la imagen sin pareja. Por otro lado, la actividad de encontrar la imagen sin pareja genera confusión en el niño ya que el concepto “Sin pareja” no es fácil de explicar y las señas que daba el avatar no eran claras para el niño. Para las demás actividades los niños preguntaron pocas veces y con la explicación que obtuvieron realizaron las actividades similares (ver Gráfica 2). La cantidad de errores en general de todas las actividades se debe también a la falta de respuesta de la aplicación frente a una acción incorrecta del niño dentro de las actividades, por ejemplo, en la actividad encontrar las imágenes iguales al modelo, si el niño tocaba un elemento que no correspondiera con la imagen modelo, el sistema no realizaba ninguna acción para informarle al niño que su respuesta fue incorrecta, sin embargo cuando seleccionaba la respuesta correcta esta se ocultaba dando a entender que se eligió la opción que era.

Para la navegación dentro de la aplicación se presentaron pocos errores de 3 niños, los cuales utilizaron el botón de ir atrás del dispositivo sin tener respuesta, luego se dieron cuenta que existía una flecha que los llevaba hacia atrás dentro de la aplicación.



Gráfica 1. Promedio de errores



Gráfica 2. Promedio de solicitud de ayuda

### **Análisis del recorrido cognitivo con los expertos**

Por otro lado, se aplica la técnica de recorrido cognitivo para los expertos, diseñadores y desarrolladores, a los cuales se les asigna las tareas:

Acceder al nivel 1 y realizar todas las actividades.

Acceder al nivel 2 y realizar todas las actividades.

Regresar al menú principal.

Al realizar las tareas asignadas, se puede observar que los evaluadores tuvieron los mismos problemas que los niños durante la actividad de encontrar las diferencias, puesto que no identificaron cual era la imagen modelo y cual la imagen para la interacción.

Las recomendaciones que dieron los expertos sobre el problema nombrado anteriormente es resaltar la imagen en la cual se deben buscar las diferencias.

La docente experta recomienda que cuando se muestre un elemento de una actividad, se debe hacer uso de la imagen acompañada de su correspondiente palabra y una frase que ponga en contexto dicha palabra, ya que en el día a día se hace uso de palabras en frases completas (p.e. “Yo vi una montaña grande y bonita”).

De igual manera, se recomienda realizar una pantalla de bienvenida para capturar la atención del niño y hacer más llamativa la aplicación. Se propone el uso de animales, puesto que estos atraen la atención del niño.

## **Evaluación Heurística**

Se realiza la evaluación heurística de los lineamientos teniendo en cuenta el prototipo funcional construido en la fase de diseño de esta segunda iteración y analizado durante el recorrido cognitivo, ya que dicho prototipo permite ver la mayoría de los lineamientos aplicados.

Cada uno de los lineamientos fue calificado por los evaluadores expertos a través del formulario (ver ANEXO J). A partir de las diferentes calificaciones de los lineamientos se genera las tablas comparativas por categoría y subcategoría, y se obtiene los diferentes puntajes para cada lineamiento. Con estos resultados se procede a realizar las modificaciones correspondientes y se obtiene una nueva versión de lineamientos.

De igual manera, los evaluadores realizan recomendaciones sobre los lineamientos en cuanto a redacción y la terminología utilizada, evitando así palabras técnicas y redactando lineamientos que sean comprensibles tanto para diseñadores y desarrolladores expertos como para personas sin experiencia que deseen realizar una aplicación para niños sordos.

## **4.3 Iteración 3**

### **4.3.1 Análisis de requisitos + prototipo**

Realizando el análisis de los diferentes resultados obtenidos en la evaluación heurística y en el recorrido cognitivo, y siguiendo las recomendaciones de los expertos basadas en la interacción con el prototipo y el análisis de los lineamientos presentados, se eliminan 13 lineamientos, de los cuales 7 fueron calificados con puntajes entre 1 y 4, 5 fueron calificados con puntajes entre 5 y 8, pero al realizar el análisis con los expertos se concluyó que no deben ir dentro de la guía porque son similares a otros lineamientos, y 2 lineamientos calificados con un puntaje de 10 pero se eliminaron porque son lineamientos básicos para el diseño de interfaces de aplicaciones móviles y no son especializados para diseñar aplicaciones para niños sordos.

Por otro lado, se modificaron 19 lineamientos, para los cuales se mejora la redacción y se complementan con otros lineamientos similares, tratando de lograr así, que cada lineamiento sea comprendido y entendido por los desarrolladores y diseñadores.

Además, se plantearon 20 lineamientos nuevos basados en los resultados de la evaluación realizada a los niños sordos, teniendo en cuenta su interacción con el prototipo, las diferentes reacciones que tuvieron y la encuesta de Smiller Meter, de igual manera se tuvieron en cuenta las evaluaciones realizadas a los expertos, diseñadores y desarrolladores. A continuación, se listan dichos lineamientos:

- Para los textos con color de letra negro se recomienda un fondo blanco y de igual manera texto con color de letra blanco se recomienda el uso de fondo negro.
- Las imágenes deben ser simples y concretas, evitando así problemas visuoespaciales y perceptuales que pueden presentar los niños sordos.
- Se recomienda un tamaño medio de las imágenes, proporcional al tamaño de la pantalla.
- El estilo de los dibujos debe ser simple, deben estar relacionados con la naturaleza. A los niños sordos no les llama la atención personajes como los villanos, las brujas, etc.
- Las frases deben ser cortas y entendibles con palabras conocidas por los niños.
- Evitar el uso de menús jerárquicos en los que el número de opciones entre categorías sea extenso.
- Las opciones del menú deben estar siempre visibles en la pantalla, evitando así el uso de menús desplegados.
- El cambio de una interfaz a otra debe ser directo, evitar las transiciones o animaciones, ya que esto puede distraer al niño de la actividad que debe realizar.
- Todas las instrucciones deben llevar imágenes o video en lenguaje de señas.
- La instrucción debe ser corta, fácil de entender y recordar, clara y concreta. Se recomienda repetirla por lo menos una vez más.
- Se recomienda que al inicio de cada actividad se dé una explicación con un ejemplo, ya que los niños sordos tienden mucho a la imitación.
- Al finalizar una actividad, finalizar el contenido completo del nivel o de la aplicación, se debe tener una pantalla que indique al niño sordo que ha terminado y brindar opciones de salir, volver al menú y en caso de ser una actividad de continuar con la siguiente actividad.
- Las actividades deben ser cortas logrando así que el niño no pierda la concentración y el interés por la aplicación.



- Se debe indicar claramente cuál es la imagen modelo y cuál es la imagen para interactuar dentro de la aplicación, ya que esto puede generar confusión en el niño y desistir de la actividad.
- Para mensajes de felicitaciones se recomienda el uso efectos de luces o el gesto en lenguaje de señas de aplaudir.
- Para la estimulación por logros se recomienda el uso de símbolos como medallas, trofeos, estrellas, entre otros, ya que para los niños sordos es más estimulante ver una cantidad de elementos acumulados que simplemente ver un número como puntuación.
- Para los mensajes de felicitaciones se recomienda el uso de caritas felices o de pulgar arriba, ya que estos elementos son fácilmente interpretados por los niños sordos indicando que realizó bien la tarea.
- Se recomienda que la pantalla de bienvenida de la aplicación no esté sobrecargada de muchos elementos, ya que el niño espera poder realizar una acción sobre dichos elementos y puede confundirse.
- Se recomienda que los videos se ubiquen al lado izquierdo de la pantalla, al igual que las imágenes modelo de la actividad ya que la atención del niño se enfoca principalmente en esta área.
- La opción de volver atrás se debe colocar en la parte inferior, ya que los niños que han utilizado dispositivos móviles están familiarizados con la ubicación de dicho botón en esa posición.

Cabe resaltar que para los evaluadores la estructura de la guía de diseño está bien planteada, por lo cual se mantuvo.

Al finalizar el análisis de la evaluación de la etapa 2, se obtuvieron 135 lineamientos, algunos de los cuales fueron reorganizados dentro de la estructura de la guía.

Posteriormente se procede a actualizar el formulario de la evaluación heurística con los lineamientos para poder realizar dicha evaluación más adelante.

### **4.3.2 Diseño + prototipo**

En esta fase, se modifica el prototipo funcional de la aplicación descubriendo mi mundo teniendo en cuenta los lineamientos de la fase anterior y las diferentes recomendaciones dadas por los expertos. A continuación, se muestran las diferentes modificaciones realizadas sobre la interfaz gráfica del prototipo.

**Pantalla de bienvenida:** Se adiciona una pantalla de bienvenida para atraer la atención de los niños y generar curiosidad e interés, logrando así que continúen interactuando con ella (ver Figura 83).



Figura 83. Pantalla de bienvenida

**Indicaciones y etiquetas dentro de las actividades:** En las diferentes interfaces de las actividades que tiene el prototipo, se adicionaron etiquetas a los elementos principales dentro de la interfaz (ver Figura 84), esto con el fin de que el niño sordo relacione la imagen con su respectiva seña y palabra escrita.

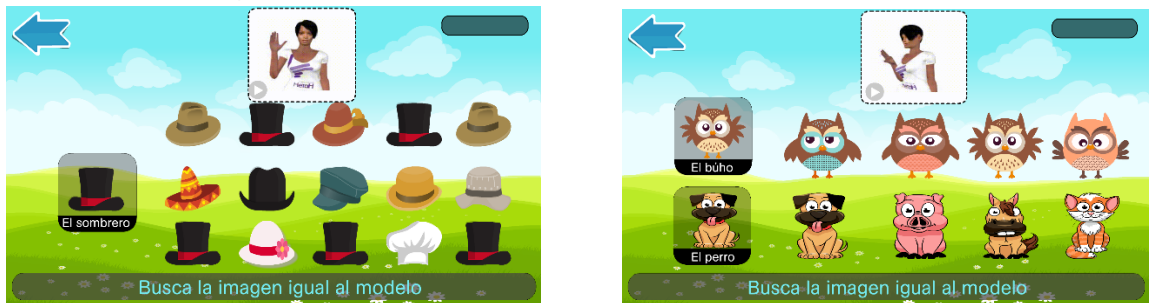
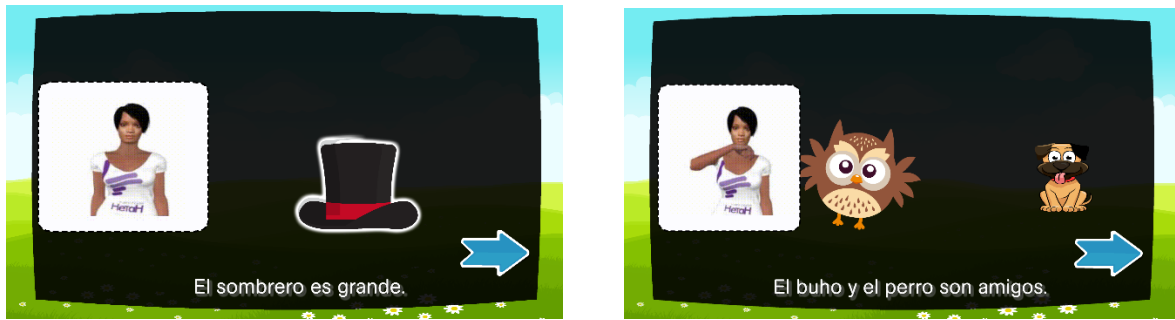


Figura 84. Interfaces de algunas de las actividades con su respectiva etiqueta

**Interfaz de contexto:** Se adiciona esta interfaz con el fin de mostrar en un contexto específico la palabra e imagen para que el niño sordo realice conexiones entre la palabra y su significado (ver Figura 85). Cabe resaltar que el lineamiento aplicado para esta interfaz surge por recomendación de la docente experta en niños con discapacidad auditiva.



**Figura 85.** Interfaces de algunas de las actividades con su respectiva etiqueta

Para las diferentes actividades se adicionaron efectos visuales que retroalimentan a los niños después de realizar una acción. Por ejemplo, si el niño selecciona un elemento que no corresponde a la respuesta, dicho elemento se mueve un poco de derecha a izquierda y retorna a su lugar inicial, y si la respuesta es la correcta, el elemento se desplaza hacia la derecha desapareciendo de la pantalla.

### **4.3.3 Evaluación + prototipo**

En esta tercera iteración al igual que la iteración anterior, se emplean las técnicas de inspección: Recorrido cognitivo y evaluación heurística, de igual manera, se mantienen los tres perfiles de usuario:

- Especialistas en niños con discapacidad auditiva.
- Niños con discapacidad auditiva.
- Diseñadores y desarrolladores.

Para los tres perfiles de usuario se aplica la técnica recorrido cognitivo, mientras que la evaluación heurística solamente será realizada por los especialistas, diseñadores y desarrolladores.

El recorrido cognitivo se aplica para la evaluación del prototipo funcional, mientras que la evaluación heurística es aplicada para la evaluación de los lineamientos de la guía.

Las métricas utilizadas, al igual que la iteración anterior son: cantidad de errores y actividades completadas.

### 4.3.3.1 Resultados de la evaluación

#### Análisis del recorrido cognitivo con los niños

Las tareas asignadas a los niños con el prototipo son:

1. Acceder al nivel 1 y realizar todas las actividades.
2. Acceder al nivel 2 y realizar todas las actividades.
3. Regresar al menú principal.

Al iniciar la aplicación y ver la pantalla de bienvenida, los niños intentaron interactuar con los diferentes animales que se muestran en la interfaz de bienvenida esperando que realizaran alguna acción, lo anterior genera algo de confusión en los niños, ya que la pantalla tiene un tiempo determinado para cambiar a la interfaz del menú principal y los niños no miran una respuesta del prototipo.

Los videos del avatar y el texto del nivel 1 y 2 no son claros para los niños, por lo cual dos de ellos tienen dificultades para identificar un nivel del otro.

Cuando los niños ingresan a la primera actividad seleccionan un elemento que no corresponde a la respuesta, inmediatamente se muestra una señal indicando que no es el elemento correcto, dicho comportamiento de la interfaz retroalimenta a los niños e intentan nuevamente dando otra respuesta.

Cuando los niños finalizan una actividad se muestra la interfaz de contexto (ver Figura 86), la cual llama la atención de los niños, incluso uno de ellos intenta imitar las señas que realiza el avatar apoyándose también en la imagen.

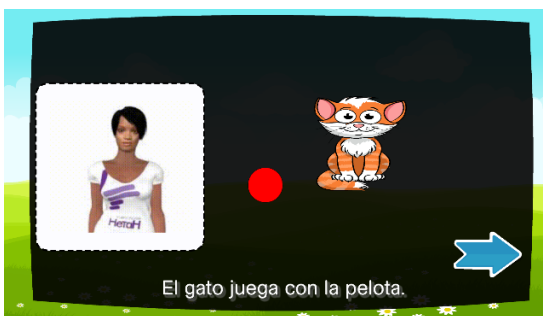


Figura 86. Interfaz de contexto de la actividad “Encuentra el animal repetido”

Las indicaciones dadas por el avatar para las diferentes actividades no eran claras y comprendidas por los niños, en algunos casos fueron ignoradas, por lo cual pedían ayuda a la docente o al modelo lingüístico para entender que debían hacer en esa actividad. Los trofeos que ganan después de completar una fase de un nivel no son muy visibles para los niños, por lo cual tienden a ignorarlos.

Una vez finalizada la actividad se realiza la encuesta Smiley Meter con la ayuda del modelo lingüístico y la docente experta.

Se preguntó a los niños como se sintieron con la aplicación a lo que todos respondieron con la carita feliz. De igual manera se preguntó si les pareció fácil de usar todos respondieron con la carita feliz a excepción de una de las niñas que puso la carita triste e indicó que se le dificultó realizar dos de las actividades del nivel 1 y 2 (ver Tabla 20).

Participante	Respuesta
Participante 1	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí contenta haciendo los ejercicios, aunque el video no lo entendía bien”.
Participante 2	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí bien y realicé todas las actividades”.
Participante 3	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “me sentí bien, pero a veces me confundía y le preguntaba a David (modelo lingüístico)”.
Participante 4	Levanta la paleta con la cara triste y responde: “Me sentí triste porque no pude realizar unas de las actividades”.
Participante 5	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí bien porque pude hacer los ejercicios”.

**Tabla 20.** Resultados de evaluación con escala smiley meter

Durante este proceso se toman las diferentes medidas asociadas a las métricas de cantidad de errores (E) y número de veces que solicitaron ayuda (A) y se normalizan los datos obtenidos en cada una de las actividades del prototipo, los cuales están identificados con las abreviaciones En (Ver Tabla 21) y An (Ver Tabla 22).

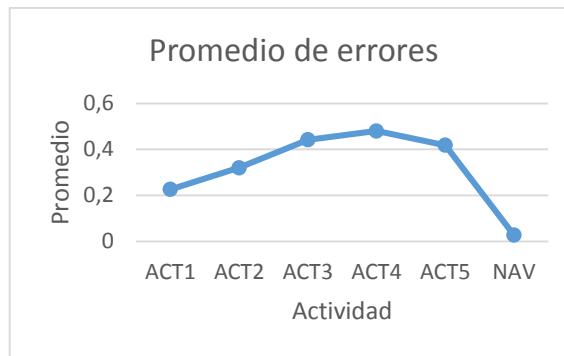
Participante	ACT1		ACT2		ACT3		ACT4		ACT5		NAV	
	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En
Participante 1	8	0,15	11	0,46	9	0,38	12	0,44	10	0,28	1	0,07
Participante 2	18	0,35	15	0,63	17	0,71	20	0,74	19	0,53	0	0,00
Participante 3	8	0,15	5	0,21	12	0,50	16	0,59	15	0,42	0	0,00
Participante 4	14	0,27	4	0,17	8	0,33	8	0,30	18	0,50	1	0,07
Participante 5	11	0,21	3	0,13	7	0,29	9	0,33	13	0,36	0	0,00

**Tabla 21.** Tabla de errores

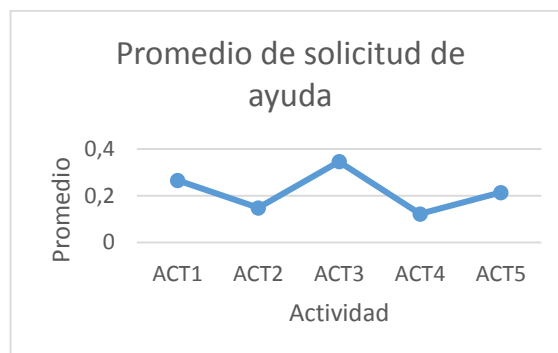
Participante	ACT1		ACT2		ACT3		ACT4		ACT5	
	A	An	A	An	A	An	A	An	A	An
Participante 1	4	0,27	1	0,07	1	0,07	1	0,07	1	0,07
Participante 2	10	0,67	5	0,33	12	0,80	3	0,20	8	0,53
Participante 3	7	0,47	4	0,27	8	0,53	3	0,20	5	0,33
Participante 4	5	0,33	3	0,20	3	0,20	1	0,07	3	0,20
Participante 5	1	0,07	3	0,20	2	0,13	1	0,07	2	0,13

**Tabla 22.** Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda - iteración 3

En la Gráfica 3 y Gráfica 4 se puede observar que las actividades en las cuales siguen presentando dificultad y solicitan ayuda son buscar imagen sin pareja y encontrar las diferencias. Esto se debe a que el concepto de “sin pareja” no era fácil de comprender para los niños y en la actividad encontrar la diferencia se presentaba dificultad en identificar la imagen modelo.

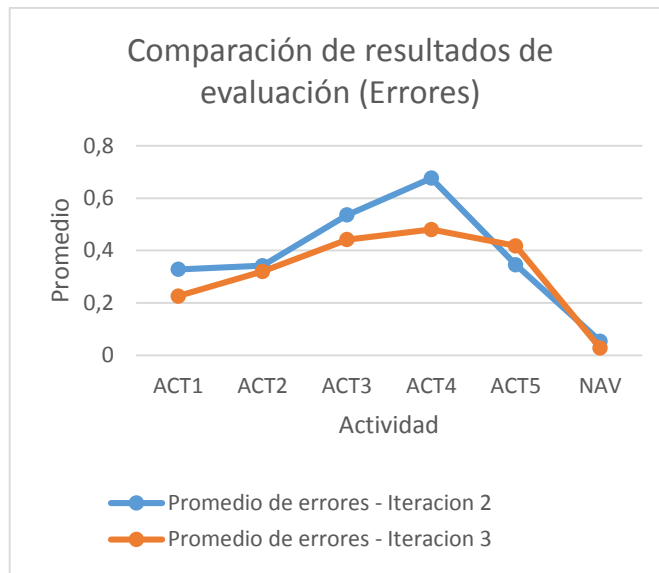


Gráfica 3. Promedio de errores

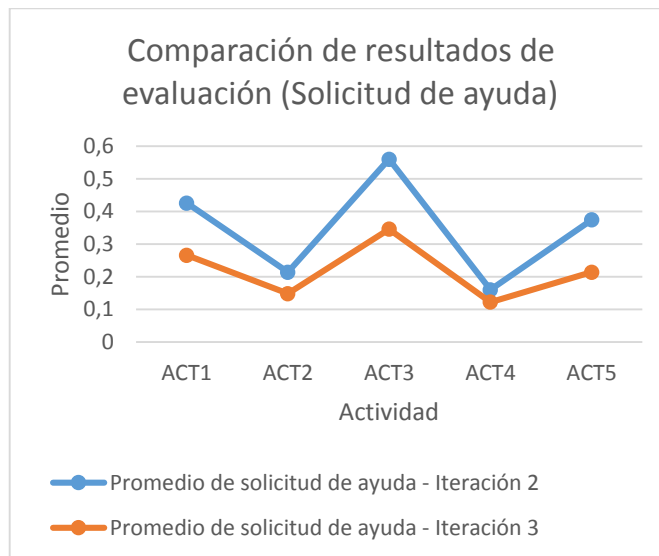


Gráfica 4. Promedio de solicitud de ayuda

Se puede observar que para esta segunda evaluación del prototipo funcional con los niños, los valores mostrados en la Tabla 21 y Tabla 22 bajaron considerablemente en comparación con la primera evaluación realizada en la iteración anterior, esto se debe a que ya habían interactuado una vez con la aplicación, por lo cual la cantidad de veces que pidieron ayuda fue menor. Además, la retroalimentación que se brinda en las actividades fue significativa para los niños y no necesitaron de ayuda para entender que habían seleccionado bien o mal una respuesta.



Gráfica 5. Comparación de resultados de errores iteración 2 y 3



Gráfica 6. Comparación de resultados de ayuda solicitada iteración 2 y 3

Los diferentes videos con las explicaciones dadas por un avatar dentro de las actividades no eran tenidos en cuenta por los niños, por lo cual el número de preguntas sobre las indicaciones de las actividades “Encuentra la diferencia” o “Busca la imagen sin pareja” fue alta.

Al finalizar las actividades los niños observan la interfaz de contexto donde pueden comprender el significado del elemento que se muestra en cada actividad y



asociarlo a un contexto de la vida real apoyándose de la seña y la palabra escrita, lo cual les llama mucho la atención y genera emoción al verlo.

### **Análisis del recorrido cognitivo con los expertos**

Se aplica la técnica de recorrido cognitivo a los expertos, diseñadores y desarrolladores, a quienes se les asigna las mismas tareas asignadas a los niños sordos.

1. Acceder al nivel 1 y realizar todas las actividades.
2. Acceder al nivel 2 y realizar todas las actividades.
3. Regresar al menú principal.

Los evaluadores realizaron las tareas propuestas sin dificultad, opinaron que la actividad de “Encontrar las diferencias” aún puede generar dificultades a los niños para determinar cuál es la imagen modelo y cuál es la imagen con la que deben interactuar para encontrar las diferencias. De igual manera, recomendaron disminuir la cantidad de elementos presentados en la pantalla para que se diferencie mejor la imagen modelo del resto de elementos y también evitar sobrecarga visual en los niños.

Por otro lado, consideraron necesario cambiar el avatar por una persona para guiar a los niños a través de las diferentes actividades en los videos mostrados en el prototipo, ya que los gestos que realiza el avatar no son naturales comparados con los gestos realizados por una persona. Además, se recomienda el uso de intérpretes capacitados en lengua de señas colombiana.

Se recomienda colocar una opción de ayuda adicional dentro de la interfaz, donde se muestre un ejemplo claro de cómo se debe realizar la actividad, esto con el fin de que las actividades puedan ser realizadas por los niños en cualquier momento sin estar presente un docente u otra persona para dar indicaciones.

### **Evaluación Heurística**

A partir del análisis realizado del prototipo durante el recorrido cognitivo, se procede a realizar la evaluación heurística de los lineamientos a través del formulario (Ver ANEXO I). Posteriormente se generan las tablas comparativas por categoría y subcategoría (Ver ANEXO J), y se promedian los resultados para saber que lineamientos se deben eliminar, cuales se deben modificar y cuales se conservar dentro de la guía de diseño.

Durante la evaluación heurística, los expertos realizan recomendaciones sobre los lineamientos, con el fin de mejorar la guía de diseño en cuanto a la redacción y proponen la adición de nuevos lineamientos que complementan la guía.

En cuanto a la cantidad de colores recomiendan que no debe ser limitado a una cantidad específica de colores, ya que actualmente los niños se encuentran familiarizados con una gran variedad de colores en su vida cotidiana y no representarían una distracción dentro de una aplicación. Por otro lado, recomiendan que los iconos que se utilicen deben ser concretos y se debe evitar el uso de iconos abstractos, ya que estos podrían ser difíciles de comprender por los niños sordos.

Se recomienda el uso de las normas de escritura en los textos que aparecen en las interfaces, teniendo en cuenta el idioma y la población a la cual va dirigida la aplicación, por ejemplo: tildes, el uso de mayúsculas y minúsculas, entre otras, así como también el uso de una sintaxis clara y simple.

Es muy importante que se tenga las opciones de volver a repetir una actividad, avanzar a la siguiente o devolverse a una actividad anterior, esto con el fin de que las aplicaciones sean más dinámicas y atractivas para los niños.

Cuando los niños terminen una actividad, se recomienda el uso de rostros felices o de pulgar arriba, ya que estos elementos son utilizados con frecuencia dentro de la interacción con los niños sordos.

# Capítulo 5

## 5. Fase de consolidación

El presente capítulo comprende la fase final de la metodología, la cual expone el análisis de los resultados de la fase de ejecución y la evaluación final de la guía de diseño elaborada en dicha fase.

### Contenido

- 5.1. Análisis de resultados y evaluación final.
- 5.2. Resultados de la evaluación.



## **5.1. Análisis de resultados y evaluación final**

Una vez finalizada la fase de ejecución, se procede a realizar un análisis de los resultados que se obtuvieron y se realizan las modificaciones pertinentes a la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos y de esta manera obtener la guía completa.

Una vez se tiene la guía de diseño final, se modifica el prototipo funcional agregando nuevos niveles, compuestos por las actividades encontrar las imágenes iguales al modelo (ACT1), encontrar el elemento repetido (ACT2), encontrar las diferencias (ACT3), buscar objetos concretos (ACT4), categoría animales (ACT5), categoría casa (ACT6), categoría escuela (ACT7), Navegación (NAV), permitiendo así aplicar la mayoría de los lineamientos de la guía, de igual manera se incluyen los videos en lengua de señas grabados por un intérprete certificado y un modelo lingüístico.

Se realiza una evaluación final del prototipo funcional con los niños y así poder comprobar que la guía de diseño contiene los lineamientos adecuados que apoyan el diseño de aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos, y que dichas aplicaciones serán usables y accesibles por personas sordas en particular por los niños. Esta evaluación final permite saber cuál es la reacción de los niños al interactuar con un prototipo con actividades diferentes y nuevas para ellos y poder comprobar si las ayudas visuales y explicaciones en lengua de señas son suficientes para que ellos puedan completar la actividad.

Para esta evaluación se presenta el prototipo a los niños sordos y se permite que interactúen de forma libre y naveguen a través del prototipo.

De igual manera se presenta el prototipo final a los expertos y conocer así sus opiniones frente al nuevo prototipo.

## **5.2. Resultados de la evaluación**

Durante la evaluación del prototipo final con los niños se puede observar que los videos en lengua de señas de los nuevos niveles y actividades son claros y entendibles para ellos, lo que les permite realizar algunas de las actividades sin pedir ayuda de la docente. También se puede observar que para el nivel más avanzado en donde se muestra el texto y deben indicar cuál es la imagen correspondiente, tienen dificultades y piden ayuda, ya que los niños aún no están

familiarizados con frases y textos largos.

Por otro lado, el sistema de puntuación y las imágenes utilizadas dentro de la estimulación por logros en cada actividad les gustó mucho y causa emoción al terminar satisfactoriamente una actividad. La ubicación de los elementos en la pantalla fue entendida fácilmente, si deseaban ir atrás, ya sabían dónde podrían encontrar el botón, de igual manera si deseaban salir de la aplicación o repetir una actividad (Ver videos en carpeta ANEXO K).

La cantidad de errores cometidos dentro de una actividad disminuyó notoriamente, ya que ellos prestaban atención a la indicación que daba el intérprete en el video y luego realizaban la actividad.

### Resultados de la encuesta Smiley Meter

Durante la realización de la encuesta Smiley Meter con el apoyo de la docente experta y el modelo lingüístico, se preguntó a los niños como se sintieron con la aplicación a lo que todos respondieron con la carita feliz y dieron su opinión. De igual manera se preguntó si les pareció fácil de usar (ver Tabla 23).

Participante	Respuesta a la pregunta: ¿Cómo se sintieron con la aplicación?	Respuesta a la pregunta: ¿Les pareció fácil o difícil de usar?
Participante 1	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Me sentí muy contento, porque por ejemplo a veces perdía, así podía aprenderme bien la seña, tenía que tener mucha paciencia. En el vídeo cuando pude ver a Juan David haciendo la seña, entonces eso ya me daba una idea de lo que tenía que trabajar, entonces me pareció muy importante. Cuando salía el gato también estaba el intérprete con la seña, también me gustó muchísimo ver los animales y los dibujos que ahí se mostraban, muy bonitos, a veces tenía que repetir un ejercicio porque me equivocaba pero tuve muchos trofeos, estuve muy paciente y me gustó muchísimo, estuve muy	“A mí me pareció muy fácil, me sentí muy contento haciendo la actividad, me puse a pensar muy bien cuál era la seña, cuál era el dibujo, entonces ahí pude trabajar y daba muy bien con la respuesta que ahí se me pedía, entonces yo pensaba que era la respuesta correcta y la tenía bien, cuando estaban las palabras, yo las deletreaba y también ya decía si es caballo, o es otro animal, entonces estuve bien, de pronto con mucho calor pero bien”. Agrega:” De nuevo Esteban pide la palabra: Yo por ejemplo podía hacer muy muy rápido con lo que se me pedía en la aplicación, a veces pedía como alguna

	tranquilo haciendo la actividad”.	explicación, pero ya luego podía trabajar muy bien con la aplicación con cada una de las imágenes en las actividades que se solicitaba”.
Participante 2	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Yo me sentí muy contenta con la aplicación por la tableta, estuve bien, estuve trabajando en todas las actividades que ahí se mostraban, también cuando vi las señas de Mauricio (intérprete), cuando vi las señas de los animales entonces pude hacer las actividades”.	“Cuando estuve trabajando con la tableta, me pareció fácil, a veces no podía, a veces tenía que repetir la actividad que ahí se solicitaba, pero de todas maneras yo me esforzaba y hasta que la podía sacar bien, fue como más o menos, ni tan difícil ni tan fácil”.
Participante 3	Levanta la paleta con la cara feliz y responde: “Yo me sentí muy feliz cuando miré la aplicación de la tableta, estaba el conejo, el perro, el caballo, el gato, me gustó muchísimo”.	“Por ejemplo, con el conejo me pareció muy pero muy fácil, tuve que pensar muy bien de que animales se trataba, si el caballo, conejo o perro, pero lo pude hacer fácil”.

**Tabla 23.** Resultados encuesta smiley meter final

Durante este proceso se toman las diferentes medidas asociadas a las métricas de cantidad de errores (E) y número de veces que solicitaron ayuda (A) y se normalizan los datos obtenidos en cada una de las actividades del prototipo, los cuales están identificados con las abreviaciones En (ver Tabla 24. Errores cometidos) y An (ver Tabla 25. Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda).

Participante	ACT1		ACT2		ACT3		ACT4		ACT5		ACT6		ACT7		NAV	
	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En	E	En
Participante 1	6	0,12	0	0	3	0,13	2	0,06	10	0,33	7	0,23	6	0,2	0	0
Participante 2	1	0,02	0	0	3	0,13	1	0,03	8	0,27	7	0,23	10	0,33	1	0,2
Participante 3	1	0,02	0	0	6	0,25	1	0,03	2	0,07	3	0,1	2	0,07	0	0

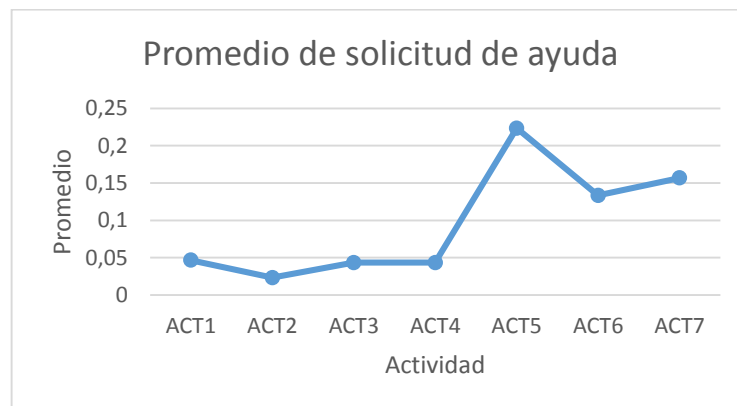
Tabla 24. Errores cometidos

Participante	ACT1		ACT2		ACT3		ACT4		ACT5		ACT6		ACT7	
	A	An	A	An	A	An	A	An	A	An	A	An	A	An
Participante 1	1	0,07	0	0	0	0	2	0,13	4	0,27	2	0,13	2	0,13
Participante 2	1	0,07	1	0,07	2	0,13	0	0	4	0,27	1	0,07	4	0,27
Participante 3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,13	3	0,2	1	0,07

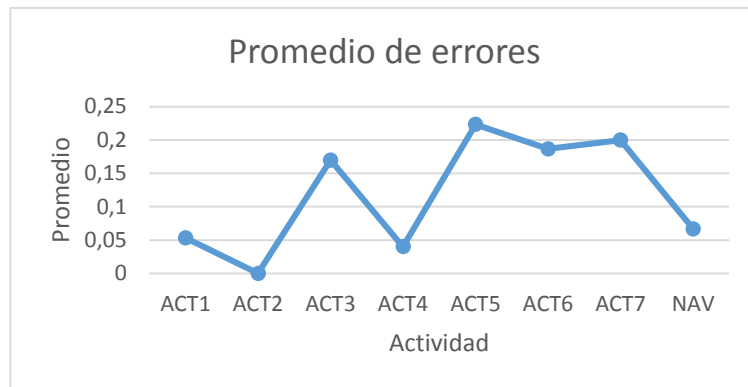
Tabla 25. Cantidad de veces en las que solicitaron ayuda

Al realizar el análisis de los datos se puede observar que los valores de la Tabla 24 y Tabla 25 tienden a cero (0), lo que indica que las diferentes interfaces de los nuevos niveles son fáciles de entender y que la interacción con el prototipo mejoró considerablemente con relación a las versiones anteriores de dicho prototipo.

En la Gráfica 7 y Gráfica 8 se puede observar que los valores de las cuatro primeras actividades son cercanos a cero (0), lo que indica que la interacción y comprensión de las actividades mejoró considerablemente. Por otro lado, las actividades 5, 6 y 7 presentaron valores entre 0,13 y 0,27 debido a los niveles avanzados en donde se utiliza textos largos en las indicaciones de las actividades.



Gráfica 7. Solicitud de ayuda - consolidación



Gráfica 8. Errores - consolidación

### Opiniones de expertos

Con respecto a las opiniones dadas por los expertos frente al prototipo final, afirmaron que los videos con personas capacitadas en la lengua de señas son mejores que con el avatar que se utilizaba anteriormente y se puede observar claramente la mejoría en cuanto a la facilidad de interacción con el prototipo. De igual manera la ayuda que se presenta es clara y fácil de entender.

De igual manera, creen que la guía puede aplicarse a diferentes tipos de contenido y fomentar diferentes tipos de conceptos perceptuales que el niño sordo debe conocer como primera instancia, por ejemplo, de lectura y escritura, conceptos de cantidad, muchos, pocos, más menos, largo corto (Ver ANEXO L y ANEXO M).



# Capítulo 6

## 6. Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos

Este capítulo contiene la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos, la cual es el resultado del presente trabajo de investigación.

### Contenido

- 1.1. Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos.



## 6.1. Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos

En el proceso de Investigación se logró recopilar un total de 122 lineamientos, los cuales han sido clasificados en 6 categorías (ver **Figura 87**).



**Figura 87.** Estructura de la guía de diseño

A continuación, se propone la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigida a niños sordos, basada en las diferentes recomendaciones de expertos y en los resultados de las evaluaciones realizadas al estudio de caso a través del prototipo funcional.

### Estilo

- Color
  - Colocar el texto en un fondo sólido, evitando las imágenes como fondo.
  - Utilizar el mismo color en objetos, textos o elementos que tengan el mismo significado o significados similares.
  - Evitar que los textos pierdan legibilidad con el contraste de colores entre texto y fondo.



**Figura 88.** Texto sobre fondo sólido

- Se deben diseñar interfaces con colores llamativos y brillantes para captar la atención de los niños.



**Figura 89.** Interfaz de categoría animales del prototipo

- Debe existir un contraste del contenido en primer plano con el color del fondo.
- Iconos
  - No se debe asumir que los iconos que son válidos en niños oyentes, lo sean para niños sordos.
  - Diseñar iconos en color ya que los niños sordos encuentran iconos en blanco y negro más difíciles de reconocer.
  - Utilizar iconos concretos dentro de la aplicación evitando en lo posible el uso de iconos abstractos, ya que estos resultan difíciles de comprender para los niños sordos.



**Figura 90.** Iconos en el prototipo

- Imágenes
  - Evitar imágenes que puedan tener más de una interpretación. Su significado debe ser claro y concreto.
  - Dependiendo del enfoque y temática de la aplicación se deben utilizar imágenes que se asemejen a la vida real o imágenes animadas. Las imágenes reales permiten la asociación de

conceptos, mientras que las imágenes animadas estimulan la imaginación del niño.

Utilizar una imagen para representar un concepto en lugar de texto.

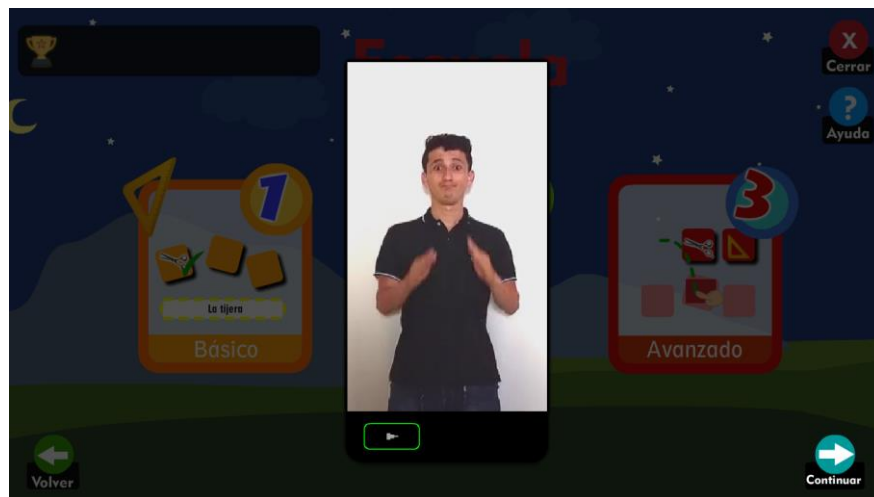
- Las ilustraciones deben estar diseñadas según el género de la aplicación o juego.
- Utilizar imágenes o ilustraciones y texto para dar a conocer el significado de una palabra. No se recomienda el uso de solo texto.
- Las imágenes asociadas como pistas visuales deben ser claras y conocidas por los niños sordos, es importante tener en cuenta la lengua de señas de la población a la que va dirigida la aplicación.
- Evitar que dos imágenes que representan conceptos diferentes sean visualmente similares.



**Figura 91.** Interfaz de prototipo en categoría de animales

- Animaciones y video
  - Las animaciones deben usarse para representar contenido, instrucciones o nuevos conceptos, sin que se convierta en una distracción.
  - Se deben incorporar videos con la lengua de señas (primera lengua) para que el niño sordo pueda percibir el mensaje de manera efectiva.
  - Los videos en lengua de señas deben ser representados por intérpretes certificados por una entidad reconocida y avalada por cada país.
  - Utilizar pistas visuales o animaciones para resaltar la información textual relevante.

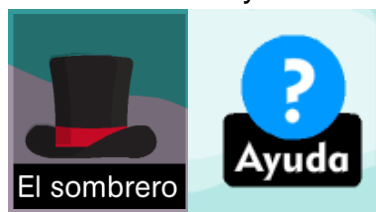
- Se recomienda el uso de herramientas multimedia para mejorar la accesibilidad como por ejemplo el uso de televisores que permitan proyectar la aplicación, sensores del dispositivo que permitan brindar información y retroalimentación al niño a través del uso del vibrador y luces. Dichas herramientas pueden ser combinadas para ayudar a mejorar la comprensión de las acciones que debe realizar el niño sordo dentro de la aplicación.
- Los videos con lengua de señas deben proveer adicionalmente títulos e hipertextos.



**Figura 92.** Interfaz de prototipo con video de intérprete de señas

- Tipografía
  - El tipo de letra debe ser de muy buena visualización y legible dentro de la aplicación. Se recomienda la Geometric 415 y los tipos de letra de la familia Script, que se usan en los textos escolares.
  - Utilizar los símbolos o anotaciones de la manera habitual.
  - Se recomienda el uso de diferentes fuentes que permitan obtener las diferentes representaciones de una letra, siempre y cuando la aplicación vaya dirigida a niños sordos que ya hayan adquirido la lectoescritura.
  - Utilizar las normas de escritura (tildes, mayúsculas, minúscula, entre otras) según la lengua en la que se trabajará dentro de la aplicación.

- **Escritura**
  - Las preguntas dentro de la aplicación deben ser claras, entendibles y legibles, evitando preguntas ambiguas. También se debe evitar que las preguntas incluyan las respuestas
  - Se recomienda que el contenido escrito siempre esté disponible en lengua de señas.
  - La sintaxis dentro de la aplicación debe ser simple y clara.
  - Para la enseñanza de conceptos abstractos, por ejemplo, los valores, se recomienda el uso de historias cortas representadas en ilustraciones.
  - Las narraciones deben ser contadas en lengua de señas y complementadas con textos sencillos e imágenes.
  - Evitar gentilicios complejos, palabras y frases largas, por el contrario, usar textos sencillos adecuándolos al nivel del niño y con un lenguaje directo. El texto es un factor importante para familiarizar a niño con la lengua castellana escrita.
  - No usar texto animado.
  - Los textos deben contener palabras claras y sin ambigüedades.
  - Para lograr la comprensión de las palabras homófonas, se deben utilizar diversos dibujos o gráficos.
  
- **Etiquetas**
  - Etiquetar todos los elementos que no estén basados en texto.
  - La etiqueta de un elemento dentro de la interfaz de la aplicación debe definirlo de manera clara y concreta.



**Figura 93.** Elementos de la interfaz con etiquetas

## Componentes

- **Botones**
  - Deben ser estrictamente funcionales, al tocarlos deben ejecutar una acción o ser un acceso directo hacia otra interfaz.

- Para los botones se recomienda usar iconos con representación en lengua de señas en lugar de la imagen normal. Además, cada icono utilizado debe presentarse con una etiqueta de texto.
- Agregar a los botones el efecto “Roll over visual”.
- Diálogos
  - Utilizar los diálogos con moderación porque son interruptores y pueden desconcentrar al niño en la tarea que está realizando.
- Menús
  - Se debe utilizar una imagen que represente claramente cada opción del menú y debe estar acompañada de texto y lengua de señas.
  - Evitar el uso de menús jerárquicos con varios niveles de profundidad.
  - Las opciones del menú deben estar siempre visibles en la pantalla, evitando así el uso de menús desplegados.



**Figura 94.** Interfaces de los menús del prototipo

- Listas
  - Utilizar una lista de cuadrícula si el contenido distintivo principal consiste en imágenes
  - Se recomienda la clasificación por categorías para que la información este organizada y clasificada.
- Progreso y actividad
  - Proporcionar representaciones visuales como mapas, iconos, avatares, etc., para dar información sobre el estado actual del juego.
  - Se debe mostrar constantemente en la interfaz los elementos que se tienen como estrategias de estímulo para los niños por ejemplo estrellas ganadas o trofeos obtenidos.
  - Permitir guardar y recuperar el estado de las actividades.
  - Permitir que los usuarios puedan ver, consultar y comparar su progreso dentro de la aplicación.

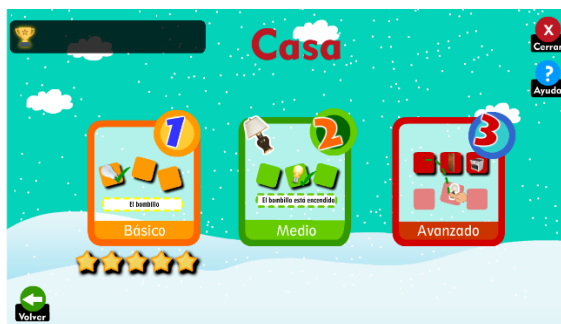


Figura 95. Interfaz del prototipo con nivel básico completado.

## Patrones

- Sistemas de navegación
  - Permitir a los usuarios el uso de atajos. Debe existir la opción para saltar el intro o la ayuda al iniciar una aplicación.
  - Utilizar un mapa de progreso simple y fácil de entender en lengua de señas cuando el programa sea amplio y comprenda varios niveles. Además, se debe utilizar tanto texto como imágenes para describir cada sección del mapa.
  - Proporcionar una opción para salir de la aplicación, si es una imagen, su significado debe ser entendible.
  - El diseño de la navegación debe evitar la profundidad, ya que esta produce confusión en los usuarios sordos. Se recomienda que las diferentes actividades sean accedidas directamente desde el menú principal o desde un submenú.
  - La navegación debe tener un diseño simple y amable para los niños, además debe presentarse en forma rápida y llamativa.
  - La Interpretación y la navegabilidad a través de la interfaz de usuario debe requerir la menor capacidad de memoria de trabajo posible.
  
- Búsqueda
  - Los componentes de búsqueda textuales deben ser sencillos y de fácil entendimiento para las personas sordas. Es recomendable el uso de pistas visuales y debe estar acompañado de la lengua de señas.
  - Para realizar la búsqueda y mostrar los resultados se debe utilizar la pantalla completa de la aplicación.



- Errores
  - Se debe ayudar a los niños a evitar errores, para lo cual se recomienda que se confirmen las acciones potencialmente erróneas antes de realizarlas. En caso de existir errores se debe proporcionar mensajes claros y comprensibles en lengua de señas.
- Confirmación
  - Al ejecutar una acción irreversible en la aplicación siempre se debe mostrar un mensaje de confirmación.



**Figura 96.** Interfaz con mensaje de confirmación

- Instrucciones y ayuda
  - Proporcionar una sección de ayuda y de búsqueda de fácil acceso. Enfocar la ayuda alrededor de las tareas del niño sordo.
  - Utilizar texto de ayuda antes, durante o después de que el usuario interactúe con cada campo dentro de la aplicación.
  - Las tareas o acciones deben estar acompañadas de un icono/botón de ayuda.
  - Se recomienda el uso de símbolos como guía para los niños sordos a través de la aplicación (ejemplo: flechas). De igual manera se recomienda el uso de videos en lengua de señas para dar las instrucciones a los niños.
  - Las instrucciones dentro de la aplicación deben ser fáciles de comprender y de recordar.
  - Proporcionar instrucciones a las que siempre se pueda acceder y que se encuentren en lengua de señas.



**Figura 97.** Interfaces de prototipo brindando instrucciones

- Retroalimentación

- Proporcionar información inmediatamente el niño realice una acción sobre la aplicación.
- La retroalimentación de las acciones de los jugadores debe ser rápida y comprensible. La retroalimentación debe informar al niño si sus acciones fueron correctas y motivarlo a continuar interactuando con la interfaz, y si las acciones fueron incorrectas deben dirigirlo a la conducta correcta o por lo menos dar una pista.
- Para lograr que la retroalimentación sea comprensible, para los niños sordos se puede usar retroalimentación basada en lengua de señas, marcas de verificación y caras sonrientes.



**Figura 98.** Interfaces de prototipo retroalimentando las acciones del niño

- Se debe incluir una pantalla al finalizar una actividad o un nivel dentro de la aplicación que indique si desea ir a la siguiente actividad, repetir la actividad o regresar al menú principal, todo esto con el apoyo de la lengua de señas.



**Figura 99.** Interfaz de pantalla al finalizar actividad

- **Notificaciones**
  - Proporcionar notificaciones de los logros alcanzados por sus compañeros en texto y lengua de señas.
  - Evitar el uso de sonidos para la información importante (Advertencia, errores, etc), ya que los niños sordos pueden pasar por alto estas advertencias y cometer errores.
- **Selección**
  - Resaltar las opciones predeterminadas cuando se requiere que los niños sordos realicen selecciones en el juego.
  - Resaltar los elementos seleccionados con un contraste notable con su color de fondo.
- **Configuración**
  - Asegurar que las configuraciones que existen en la aplicación y los objetivos de aprendizaje estén relacionadas con el propósito de la aplicación.
  - Permitir al niño realizar ajustes personalizables sobre la aplicación.

#### Aprendizaje

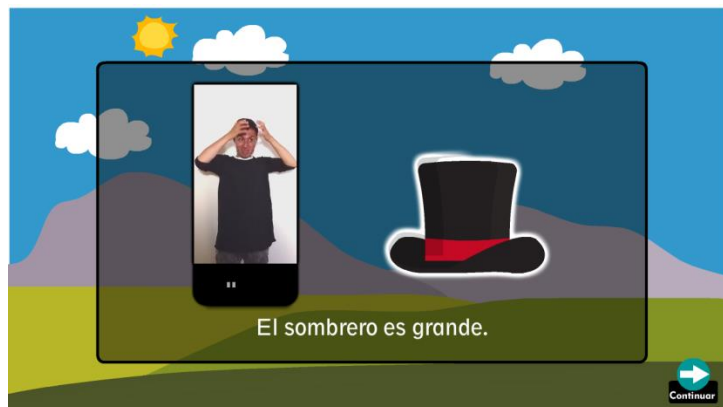
- **Introducción a la aplicación**
  - Explicar el uso de la aplicación de manera bilingüe acompañada de imágenes y videos para guiar al niño.
- **Descubrimiento futuro**
  - Hacer que las reglas e instrucciones de las actividades sean claras y de fácil acceso en cualquier etapa de la actividad.

## Contenido

- Contenido
  - Las actividades deben ser organizadas por niveles según su complejidad.
  - Las actividades no deben tener límites de tiempo a menos de que sean para la valoración del aprendizaje.
  - Las actividades deben ser cortas logrando así que el niño no pierda la concentración y el interés por la aplicación
  - Utilizar formas geométricas básicas, evitar formas complejas.
  - En las actividades de memoria no exceder la cantidad de elementos, lo ideal son entre 6 y 10.
  - Incluir actividades donde se presenten animales y su correspondiente interpretación en lengua de señas.
  - Diseñar las actividades de tal forma que los usuarios puedan realizarlas de forma totalmente autónomas.
  - Si se desean diseñar juegos, deben tener diferentes niveles de dificultad, ya que los niños no tienen el mismo nivel de aprendizaje. Se debe proporcionar nuevos desafíos a un ritmo adecuado.
  - Diseñar contenido bien estructurado y bien organizado.
  - Hacer que la aplicación sea agradable y llamativo, usando historias, juegos de rol y actividades para captar la atención y mantener la motivación en los niños.
  - Asegurarse que los objetos de la aplicación funcionen de manera similar al mundo real.
  - Se recomienda el uso de un modelo para las actividades de coloreado, el cual servirá como referencia para que los niños pinten el objeto de manera adecuada.
  - Para las actividades de completar frases, se recomienda el uso de pictogramas que sirva como apoyo para realizar dicha acción.
  - Incluya actividades que requieren que los niños mentalmente inviertan acciones tales como combinar, ordenar, separar y recombinar elementos.
  - Se debe tener en cuenta la lengua de señas perteneciente a la región para la cual va a estar disponible la aplicación.
  - El contenido del texto en la aplicación debe ser simple ya que, las habilidades de alfabetización de los niños sordos son bajas en comparación con las personas oyentes.
  - Reconocer el hecho de que los niños pequeños tienen dificultades para traducir entre el sistema formal de símbolos de las matemáticas

y las cantidades, operaciones y conceptos que representan. Es decir, no haga suposiciones acerca de la comprensión de los niños sobre el número y símbolos de operación.

- Para enseñar un nuevo concepto es importante usar el texto, la imagen y la seña como un todo.
- Se recomienda utilizar más de una imagen para representar un color.



**Figura 100.** Interfaz de prototipo enseñando concepto

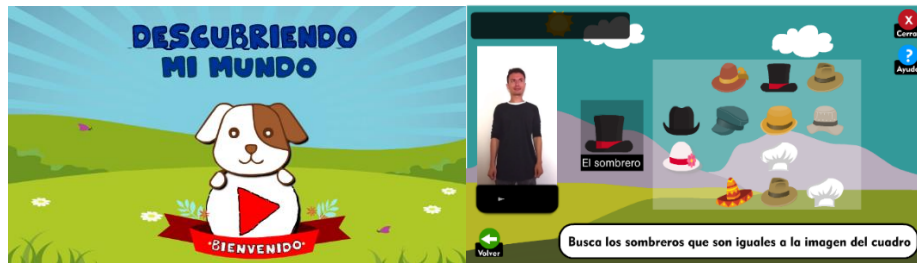
- Interacción
  - Incluir la exploración interactiva y manipulación de diferentes tipos de representación dentro de las aplicaciones.
  - Limitar con reglas las acciones del niño sordo sobre la aplicación. Estas reglas tienen que ser explícitas y sin ambigüedad.
  - Permitir al niño sordo que controle la reproducción de video o elementos multimedia.
  - Las actividades deben presentar una sola tarea a la vez por pantalla.
- Estímulos y recompensas
  - Recompensar a los niños sordos con estímulos a través de videos, texto o animaciones una vez hayan realizado satisfactoriamente la actividad.
  - Para la estimulación por logros se recomienda el uso de símbolos como medallas, trofeos, estrellas, entre otros, ya que para los niños sordos es más estimulante ver una cantidad de elementos acumulados que simplemente ver un número como puntuación.

- Para los mensajes de felicitaciones se recomienda el uso de rostros felices o pulgares arriba, ya que estos elementos son usados frecuentemente dentro de la interacción con los niños sordos. Debe ir acompañado de videos con la lengua de señas.



**Figura 101.** Interfaces de prototipo con estimulación

- **Elementos en pantalla**
  - Evitar estímulos distractores para el campo visual periférico del niño. Se recomienda el uso de objetos y estímulos de movimiento al borde de la pantalla que no distraigan al niño de su tarea principal.
  - Se debe tener interfaces completas y con buena organización.
  - Se debe tener un panel por cada categoría, con un color de fondo asociado para diferenciarla de las demás.
  - Los elementos que tengan el mismo significado o realicen la misma acción en cada pantalla deben ir organizados en la misma posición y orden para ayudar a recordar a los niños sordos.
  - La pantalla de la aplicación debe adaptarse a la pantalla del dispositivo móvil, evitando así el desplazamiento.
  - Usar cajas para resaltar información importante dentro de la aplicación.
  - Se recomienda que la pantalla de bienvenida de la aplicación no esté sobrecargada de muchos elementos, ya que el niño espera poder realizar una acción sobre dichos elementos y puede confundirse.
  - Se recomienda que los videos se ubiquen al lado izquierdo de la pantalla, al igual que las imágenes modelo de la actividad ya que la atención del niño se enfoca principalmente en esta área.
  - La opción de volver atrás se debe colocar en la parte inferior, ya que los niños que han utilizado dispositivos móviles están familiarizados con la ubicación de dicho botón en esa posición.



**Figura 102.** Interfaces del prototipo con elementos necesarios en pantalla

#### Otros aspectos

- Los controles de la aplicación deben ser fáciles de aprender, intuitivos y deben seguir las convenciones estándar de aplicaciones similares.
- las aplicaciones para niños sordos podrían usar la retroalimentación de la vibración o el movimiento de objetos para (re) dirigir la atención del niño sordo hacia objetivos específicos, por ejemplo, la resolución correcta o incorrecta de una actividad.
- Utilizar objetos dentro de la aplicación que sean claros en cuanto a su funcionalidad y que proporcionen pistas sobre su propósito.
- El ritmo de presentación de la información debe ser lento para una comprensión clara de los textos y la información en general.
- La interfaz de usuario debe ser eficiente y flexible.
- Para el diseño de aplicaciones móviles para niños sordos, es esencial hacer uso de representaciones de la lengua de señas, ya que es su lengua materna.
- Jerarquizar los textos y las imágenes, facilitando así la comprensión.

# Capítulo 7

## 7. Resultados, conclusiones y trabajo futuro

El presente capítulo se describe los principales resultados y conclusiones obtenidos en el desarrollo de la presente investigación, así como el trabajo futuro que puede desarrollarse a partir de la misma.

### Contenido

- 7.1. Resultados.
- 7.2. Conclusiones.
- 7.3. Trabajo futuro.





## 7.1. Resultados

- La presente monografía condensa la información recopilada durante todo el proceso de investigación.
- Guía de Diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigido a niños sordos, el cual contiene un conjunto de lineamientos que son el resultado de la presente investigación.
- Descubriendo mi mundo, un prototipo que ha sido diseñado teniendo en cuenta la guía de diseño resultante de esta investigación, el cual es entregado como un instalador ejecutable del Sistema Operativo Android (ANEXO N).
- Un artículo denominado "Graphical User Interface Design Guide for Mobile Applications Aimed at Deaf Children", el cuál será publicado en días posteriores a la entrega de este documento.
- Sitio web en el cual se publica la Guía de Diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigido a niños sordos a disposición del público en <https://www.guiaappssordos.com/>

## 7.2. Conclusiones

- Las aplicaciones móviles existentes revisadas y las brechas existentes identificadas durante el proceso de revisión documental, muestran que la mayoría de las aplicaciones que están dirigidas a niños sordos, han sido desarrolladas sin tener en cuenta las necesidades específicas de ellos, además de que el contenido que se muestra no están orientado a la enseñanza o refuerzo de en el aprendizaje, ya que son solo en su mayoría solo muestran imágenes y texto, sin que esto represente algún significado para ellos.
- Se desarrolló el proceso de investigación cualitativa para la identificación de las necesidades de los niños sordos en cuanto a las necesidades de diseño de interfaces gráficas de usuario de las aplicaciones móviles dirigidas ellos. En el capítulo 4 a través de las recomendaciones de expertos, observación de la interacción del caso de estudio con las aplicaciones móviles y revisión de trabajos relacionados, se consignan necesidades de los niños sordos en el capítulo 4, en donde a grandes rasgos en el ámbito cultural y social exista la necesidad de inclusión, esto en el campo de las nuevas

tecnologías se puede apreciar en la notable falta de disponibilidad de aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos.

En el ámbito educativo las aplicaciones educativas pueden ser potencialmente significativas en el proceso adquisición de nuevo conocimiento siempre y cuando el contenido sea adecuado y sus interfaces gráficas estén diseñadas para romper las barreras de comunicación entre el niño y la aplicación.

- Existe la necesidad de un artefacto para los desarrolladores y diseñadores de aplicaciones móviles quienes deseen desarrollar aplicaciones/juegos para niños sordos, el cual les permita cubrir las necesidades de los niños sordos, por lo cual la guía de diseño que se propone en esta investigación está orientada a cubrir esta necesidad.
- Se diseñó y desarrollo un prototipo de una aplicación con base a la guía de diseño propuesta para el aprendizaje o refuerzo de algunos temas como animales, objetos de la casa y objetos de la casa, a través de mini juegos. La validación del prototipo realizada con el estudio de caso arrojó conceptos de aprobación muy positivos, así mismo por la validación de los expertos.
- Se realizó la validación de la guía de diseño presentado en el capítulo 4, el cual involucra a los docentes y estudiantes, considerando criterios de identidad, diseño, accesibilidad, navegación y de operación. A partir de los resultados obtenidos y que se consignan en el capítulo 5 puede afirmarse que hubo aceptación de todos los aspectos relacionados con los criterios evaluados. Lo anterior permite concluir que la presente investigación permitió cumplir con los objetivos planteados, demostrando así que la Guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones móviles dirigidas a niños sordos, es una herramienta que puede servir a desarrolladores y diseñadores de aplicaciones móviles crear nuevas aplicaciones que en consecuencia permitan la inclusión de esta población en el uso de estas nuevas tecnologías.

### **7.3. Trabajo futuro**

Gracias al resultado del presente trabajo, se podrá continuar trabajando en las líneas de investigación sobre discapacidad auditiva y HCI, ya que la guía que aquí se plantea permite relacionar estos dos campos obteniendo resultados en beneficio de los niños que presentan dicha discapacidad. La implementación y el uso de la guía de diseño planteada por parte de los desarrolladores de software puede ayudar a que la investigación sobre estas dos líneas se extienda.

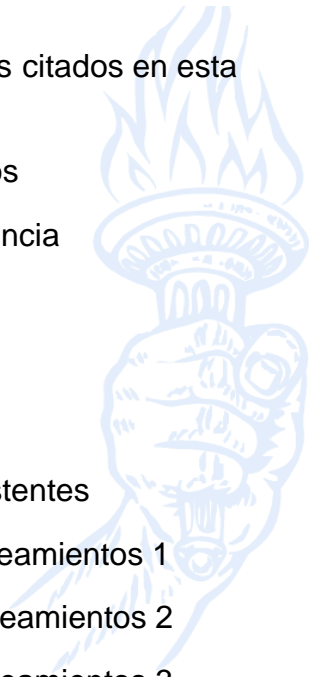
A continuación, se plantea el trabajo que permitirá ampliar este campo de investigación:

- El desarrollo de aplicaciones móviles usando la guía de diseño propuesta en diferentes contextos (educativos, entretenimiento, juegos, apoyo, etc.)
- Validación y complementación de la guía propuesta en diferentes regiones o culturas.
- Validación y complementación de la guía propuesta en el diseño y desarrollo de videojuegos.

## ANEXOS

A continuación se muestra la lista de los diferentes anexos citados en esta investigación.

<b>ANEXO A</b>	CD	– Lineamientos de los documentos
<b>ANEXO B</b>	CD	– Cuadro comparativo y de referencia
<b>ANEXO C</b>	CD	– Clasificación de lineamientos
<b>ANEXO D</b>	CD	– Cronograma de actividades
<b>ANEXO E</b>	CD	– Carpeta de entrevistas
<b>ANEXO F</b>	FISICO	– Evaluación de aplicaciones existentes
<b>ANEXO G</b>	CD	– Formulario de evaluación de lineamientos 1
<b>ANEXO H</b>	CD	– Formulario de Evaluación de lineamientos 2
<b>ANEXO I</b>	CD	– Formulario de Evaluación de lineamientos 3
<b>ANEXO J</b>	CD	– Resultados de evaluación 1, 2 y 3
<b>ANEXO K</b>	CD	– Videos interacción prototipo final
<b>ANEXO L</b>	CD	– Evaluación prototipo final
<b>ANEXO M</b>	CD	– Evaluación prototipo final
<b>ANEXO N</b>	CD	– Prototipo descubriendo mi mundo
<b>ANEXO O</b>	FISICO	– Consentimientos
<b>ANEXO P</b>	FISICO	– Guiones de entrevistas



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Organización Mundial de la Salud, «Discapacidad y salud», *Organización Mundial de la Salud*, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/>. [Accedido: 01-nov-2015].
- [2] Organización Mundial de la salud, «Pérdida de audición en la niñez», *Organización Mundial de la Salud*, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/0eWSkW>. [Accedido: 14-oct-2016].
- [3] I. N. para sordos) INSOR, «Estadísticas básicas población sorda colombiana», 2016, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/jNKpRa>. [Accedido: 20-nov-2017].
- [4] E. M. Andrade Sánchez, «Diseño e implementación de un prototipo para un Centro de Relevo enfocado a personas con discapacidad auditiva», Universidad Politécnica Salesiana, 2015.
- [5] E. Ruiz Linares, «El aprendizaje de la lectoescritura en los niños y niñas sordos», *Caleidoscopio, Rev. Digit. contenidos Educ.*, n.º 2, 2009.
- [6] S. Cano, J. M. Arteaga, C. A. Collazos, y V. Bustos, «Aplicación móvil para el aprendizaje de la lectoescritura con FitzGerald para Niños con Discapacidad Auditiva», 2015.
- [7] M. Andrade Reyes y R. E. Castro Avendaño, «Lectura y discapacidad auditiva: guía para trabajar con niños», *XIV Conf. Int. Bibl. "Información y Ciudad. desafíos públicos y Priv.*, vol. 161, pp. 1-13, 2009.
- [8] B. Salvador, Moya, «Aprendizaje de la lectoescritura en el alumnado con hipoacusia», Universidad de Granada, 2015.
- [9] V. Herrera Tirado, «GANAS: Generador Automático del Lenguaje de Signos», Universidad de Castilla-La Mancha Escuela Superior de Informática, 2007.
- [10] J. Alegría y B. A. Domínguez, «Los alumnos sordos y la lengua escrita», *Rev. Latinoam. Educ. inclusiva*, vol. 31, n.º 1, pp. 95-111, 2009.
- [11] C. Y. Wong, C. W. Khong, y H. Thwaites, «Applying User Interface Design Process Model for a Mobile Community Project for the Deaf», *iJIM*, vol. 2, n.º 4, pp. 30-37, 2008.
- [12] J. Smith, «Tecnología móvil para personas sordas y con discapacidad auditiva», *IQ de Intel*, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/ov0Mbi>. [Accedido: 01-nov-2016].
- [13] C. Vettori y O. Mich, «Supporting deaf children's reading skills: The many challenges of text simplification», en *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, 2011, pp. 283-284.
- [14] S. MONTENEGRO, G. SAENZ, y E. ALVAREZ, «La importancia de evaluación de software educativo en Panamá», *EDESIGN*, 2008. [En línea]. Disponible en: <http://emecs.blogspot.com.co/>. [Accedido: 21-oct-2016].
- [15] A. B. Martínez y J. M. Cueva, *Estándares y guías*. España: Universidad de

- Oviedo, 2009.
- [16] S. Ortega Santamaria, *Introducción a la usabilidad y su evaluación*. España: Universitat Oberta de Catalunya, 2011.
- [17] M. Malzkahn y M. Herzig, «Bilingual Storybook App Designed for Deaf and Hard of Hearing Children Based on Research Principles», *12th Int. Conf. Interact. Des. Child.*, pp. 499-502, 2013.
- [18] D. Zappalá, A. Köppel, y M. Suchodolski, *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos sordos e hipoacúsicos*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación, 2011.
- [19] A. Fernandez López, M. J. Rodríguez Fórtiz, M. L. Rodríguez Almendros, y M. J. Martínez Segura, «Mobile learning technology based on iOS devices to support students with special education needs», *Comput. Educ.*, vol. 61, n.º 1, pp. 77-90, 2013.
- [20] S. Balci, «The Bilingual English/ASL Multimedia “BEAM” Kids Tool», *Unpubl. Master’s Thesis. Univ. Illinois Urbana-Champaign*, 2009.
- [21] T. Di Mascio, R. Gennari, A. Melonio, y P. Vittorini, «Designing games for deaf children: first guidelines», *Int. J. Technol. Enhanc. Learn.*, vol. 5, n.º 3-4, pp. 223-239, 2013.
- [22] C. A. Monje Álvarez, «Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica.», *Univ. Surcolombiana*, pp. 1-216, 2011.
- [23] T. Granollers, «MPlu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares», *Universitat de Lleida*, 2004.
- [24] División de Educación General del Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC), *Guía de apoyo técnico-pedagógico: Necesidades educativas especiales en el nivel de educación parvularia*, 1.ª ed. Santiago de Chile: Editorial Atenas, 2007.
- [25] S. Cano, V. Peñeñory, C. A. Collazos, H. M. Fardoun, y D. M. Alghazzawi, «Training with Phonak: Serious game as support in Auditory - Verbal Therapy for Children with Cochlear Implants», 2015.
- [26] P. A. Delgado Sanchez, «Estudio sobre la Actitud de los Empleadores hacia la Inclusión de Personas Sordas al Campo Laboral», *Universidad Autónoma de Nuevo Leon*, 2012.
- [27] J. Lobera Gracida, «Discapacidad auditiva. Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica», 2010.
- [28] Confederación Estatal de Personas Sordas (CNSE), *Alumnado sordo en secundaria*. Madrid: CNSE, 2010.
- [29] Ministerio de Cultura y Educación, «El aprendizaje en alumnos con necesidades educativas especiales», *Minist. Cult. y Educ.*, 1999.
- [30] J. F. Sandoval Cañón, «Elaboración de un prototipo para sordos en el Colegio Manuela Beltrán que permita reconocer, entender y memorizar los códigos escritos mediante aprendizaje visual», *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 2016.
- [31] J. Correro Aragón, *¿Cómo adquiere el lenguaje oral una persona con discapacidad auditiva?* 2011.

- [32] Agrupación de personas sordas de Zaragoza y Aragón, «Estrategias, Recursos y Conocimientos para poner en práctica con alumnos sordos y/o con discapacidad auditiva. Guía para profesores», 2010.
- [33] J. D. Meneses Sánchez y E. C. Laveriano Meca, «Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima», Universidad nacional mayor de San Marcos, 2016.
- [34] Mobile Marketing Association, «Libro Blanco de apps / Guía de apps móviles 2011», *Mob. Mark. Asoc.*, vol. 1, pp. 1-90, 2011.
- [35] T. Medina Vásquez, «Análisis de la utilización de la computación móvil en diferentes procesos y actividades empresariales», Universidad EAFIT, 2012.
- [36] P. G. Sáenz de Viguera, «Análisis de la calidad de aplicaciones educativas para dispositivos móviles», Universidad de Rioja, 2014.
- [37] I. S. M. Martín, M. G. Fernández, y L. C. Yurrita, «Aplicaciones móviles en nutrición, dietética y hábitos saludables; análisis y consecuencia de una tendencia a la alza», *Nutr. Hosp.*, vol. 30, n.º 1, pp. 15-24, 2014.
- [38] A. M. Claudia, E. Miranda, y M. Berón, «Evaluación de Interfaces Gráficas de Usuario Usando LSP», *I Congr. Nac. Ing. Informática Sist. Inf. Córdoba, Argentina*, 2013.
- [39] L. Alegsa, «Definición de GUI (Interfaz Gráfica de Usuario)», 2016. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/Yv4jC>. [Accedido: 05-jun-2017].
- [40] R. S. Pressman, *Software Engineering - A Practitioner's Approach*, 5.ª ed. McGraw Hill, 2001.
- [41] J. M. Gómez Reynoso y Echavarría Álvarez. Erika G., «Midiendo el Impacto de las Teorías Gestalt en el Diseño de Interfaces Gráficas de Usuario», *Proc. Seventeenth Am. Conf. Inf. Syst.*, p. Paper 59., 2011.
- [42] W. O. Galitz, *The Essential Guide to User Interface Design Second Edition An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*, 2.ª ed. Robert Ipsen, 2002.
- [43] J. Nielsen, «Usability Engineering.», *Elsevier*, vol. 1, 1994.
- [44] E. Mor, M. Garreta, y M. Galofré, «Diseño centrado en el usuario en entornos virtuales de aprendizaje, de la usabilidad a la experiencia del estudiante», en *CEUR Workshop Proceedings*, 2007, vol. 318.
- [45] J. Lorés y T. Granollers, «La ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad aplicada al diseño y desarrollo de sitios web», Universidad de Lleida, 2009.
- [46] International Organization for Standardization, «Usabilidad», 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/nnt1Xd>. [Accedido: 08-jun-2017].
- [47] M. de J. Díaz Quintero, «Guía De Estilo Orientada Al Diseño De Interfaces De Sistemas Interactivos Como Apoyo A La Reeducción De Las Dificultades En El Aprendizaje Que Presentan Los Niños Con Dislexia Aplicando El Modelo De Proceso De La Ingeniería De La Usabilidad Y De La Acces», Universidad Tecnológica de Panamá, 2013.
- [48] Y. H. Montero y F. J. Martín Fernández, «Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles», *Rev. Española Doc. Científica*, vol. 27, 2004.

- [49] M. Pender, L. Wotherspoon, N. M. Sa'Don, y R. Orense, «Macro Element for Pile Head Cyclic Lateral Loading», *Geotech. Geol. Earthq. Eng.*, 2012.
- [50] Y. H. Montero, «Experiencia de Usuario: Principios y Métodos», *ASIN*, 2015.
- [51] J. A. Pérez Rojas, «Diseño y desarrollo de una aplicación Android para la enseñanza de la lengua de señas colombiana en niños sordos de 3 a 6 años de edad», Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.
- [52] S. Patricia y C. Mazuera, «Propuesta Metodológica para el Diseño de Juegos Serios para Niños con Implante Coclear», Universidad del Cauca, 2016.
- [53] J. H. Gelderblom, «Designing technology for young children: Guidelines grounded in a literature investigation on child development and children's technology», Universidad de Sudáfrica, 2008.
- [54] T. Siti, M. Tengku, y S. S. Salim, «Guideline for the graphic design of web application for children's interface», *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 11, n.º 6, pp. 3130-3133, 2013.
- [55] A. Ruiz, A. D. Cortés, y J. I. Gómez, «Guidelines for the development of educational interactive tools for early psychomotor stimulation in children ages 3 to 5 years old, through an experimental prototype.», *Ing. y Compet.*, vol. 16, n.º 1, pp. 283-293, 2014.
- [56] S. Alfadhli y A. Alsumait, «Game-Based Learning Guidelines: Designing for Learning and Fun», *2015 Int. Conf. Comput. Sci. Comput. Intell.*, pp. 595-600, 2015.
- [57] A. Al-Osaimi, H. AlFedaghi, y A. Alsumait, «User interface requirements for e-learning program designed for deaf children», *Proc. First Kuwait Conf. e-Services e-Systems*, 2009.
- [58] S. Cano, C. A. Collazos, C. Manresa, y V. Peñeñory, «Principios de diseño de juegos serios para la enseñanza de lectoescritura para niños con discapacidad auditiva», *Actas del XVII Congr. Int. Interacción Pers. 2016*, 2016.
- [59] F. A. Valenzuela, G. E. Beguerí, y C. A. Collazos, «Propuesta Metodológica Centrada en Usuarios Sordos para el Diseño de Entornos Computacionales», *Conf. LACLO*, vol. 5, n.º 1, pp. 530-539, 2015.
- [60] G. Yeratziotis, *Guidelines for the Design of a Mobile Phone Application for Deaf People*. 2012.
- [61] N. J. Araya, M. Ahumada, y G. Morales, «Diseño y responsabilidad social: Una propuesta multimedial para niños con discapacidad auditiva», en *Actas de Diseño N° 4 II Encuentro Latinoamericano de Diseño 2007 Diseño en Palermo*, 2009, pp. 108-110.
- [62] O. Mich, E. Pianta, y N. Mana, «Interactive stories and exercises with dynamic feedback for improving reading comprehension skills in deaf children», *Comput. Educ.*, vol. 65, pp. 34-44, 2013.
- [63] I. Fajardo, J. J. Cañas, L. Salmerón, y J. Abascal, *Improving deaf users' accessibility in hypertext information retrieval: Are graphical interfaces useful for them?*, vol. 25, n.º 6. 2006.
- [64] I. Fajardo, J. J. Cañas, L. Salmerón, y J. Abascal, «Distancia Semántica e



- Interacción con Interfaces Web Gráficas en usuarios Sordos y Oyentes», 2016.
- [65] F. A. Valenzuela, H. E. Agüero, y G. Beguerí, «Desarrollo de entornos interactivos para usuarios sordos», *XVII Congr. ARGENTINO CIENCIAS LA Comput.*, pp. 1304-1313, 2011.
- [66] R. dos Passos Canteri, L. Sánchez García, T. Amara Felipe de Souza, y C. E. Andrade Iatskiu, «Video Games in Education of Deaf Children - A Set of Pratical Design Guidelines», *ICEIS 2015 - 17th Int. Conf. Enterp. Inf. Syst. Proc.*, n.º 3, pp. 122-129, 2015.
- [67] A. System, «Animate CC», *Adobe Animate CC*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/MxkBZb>. [Accedido: 20-nov-2017].
- [68] A. System, «Adobe Air», 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/3ckD7s>.
- [69] A. System, «Adobe Premiere CC», 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/nR2RhC>. [Accedido: 20-nov-2017].
- [70] VideoLAN, «VLC Player», 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/YzQfzi>. [Accedido: 20-nov-2017].
- [71] FreePick, «FreePick», 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/JmuKVk>. [Accedido: 20-nov-2017].
- [72] Google Inc., «Google Drive», 2017. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/9bCs95>. [Accedido: 20-nov-2017].
- [73] S. Ssemugabi y R. de Villiers, «A comparative study of two usability evaluation methods using a web-based e-learning application», pp. 132-142, 2007.
- [74] W. Barendregt, M. M. Bekker, D. G. Bouwhuis, y E. Baauw, «Identifying usability and fun problems in a computer game during first use and after some practice», *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 64, n.º 9, pp. 830-846, 2006.
- [75] A. Solano, «Metodología para la evaluación colaborativa de la usabilidad de sistemas software interactivos», Tesis doctoral, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca, Popayan, 2014.