



## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA**

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ BASADA EN LA METODOLOGÍA DE  
DISEÑO CENTRADA EN EL USUARIO PARA LA PRÁCTICA DE LA LENGUA  
DE SEÑAS MEXICANA

### **TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRO EN MEDIOS INTERACTIVOS**

PRESENTA

**GERARDO CRUZ GONZÁLEZ**

DIRECTOR DE TESIS

**DR. CARLOS ALBERTO FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ**

CO-DIRECTOR

**DR. FELIPE DE JESÚS TRUJILLO ROMERO**

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. DICIEMBRE DE 2019



# Índice general

<b>Índice de figuras</b>	<b>V</b>
<b>Índice de cuadros</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del Problema . . . . .	3
1.2. Trabajos relacionados . . . . .	5
1.3. Hipótesis . . . . .	15
1.4. Descripción de la Solución del Problema . . . . .	15
1.4.1. Definición de usuarios . . . . .	16
1.4.2. Definición de tareas . . . . .	16
1.4.3. Definición del contexto . . . . .	17
1.5. Objetivos . . . . .	17
1.5.1. Objetivo General . . . . .	17
1.5.2. Objetivos Particulares . . . . .	17
1.5.3. Metas . . . . .	17
1.6. Delimitaciones y limitaciones . . . . .	18
1.7. Metodología . . . . .	19
1.8. Estructura del documento de tesis . . . . .	20
<b>2. Marco teórico</b>	<b>23</b>
2.1. Diseño centrado en el usuario . . . . .	23
2.2. Usabilidad . . . . .	24
2.3. Experiencia de usuario . . . . .	26

2.3.1. Vínculo entre UX y usabilidad . . . . .	28
2.3.2. Caracterización de la experiencia de usuario . . . . .	30
2.4. Guías o heurísticas de diseño . . . . .	31
2.5. Animación por computadora . . . . .	35
<b>3. Estudio contextual</b>	<b>37</b>
3.1. Sitio del estudio contextual . . . . .	39
3.2. Planeación . . . . .	39
3.2.1. Cuestionario a profesoras . . . . .	40
3.2.2. Lugar físico de observación . . . . .	41
3.3. El estudio contextual . . . . .	42
3.3.1. Periodo de aplicación y datos del curso . . . . .	43
3.3.2. Descripción de los usuarios . . . . .	43
3.4. Resultados del estudio contextual . . . . .	46
3.4.1. Personas . . . . .	46
3.4.2. Tareas en el aula para el aprendizaje . . . . .	50
3.5. Conclusiones del estudio contextual . . . . .	50
3.6. Alternativas de solución . . . . .	52
3.7. Contexto de uso de la interfaz . . . . .	53
<b>4. Diseño conceptual de la solución</b>	<b>55</b>
4.1. Diseño de prototipos de baja fidelidad . . . . .	55
4.2. Propuesta de personajes . . . . .	56
4.2.1. Propuesta de personajes femeninos infantiles . . . . .	57
4.2.2. Propuesta de personajes masculinos infantiles . . . . .	58
4.2.3. Propuesta de personajes para profesoras . . . . .	59
4.2.4. Propuesta de personajes para profesores . . . . .	60
4.3. Propuesta de interfaz de usuario . . . . .	61
4.4. Evaluación de baja fidelidad . . . . .	66
4.4.1. Evaluación de los personajes . . . . .	66
4.4.2. Evaluación de la interfaz . . . . .	71
4.4.3. Comentarios por parte de la evaluadora . . . . .	73

4.4.4. Cuestionario de satisfacción de usuario . . . . .	74
<b>5. Implementación de la funcionalidad</b>	<b>77</b>
5.1. Herramientas de desarrollo . . . . .	77
5.2. Corpus de LSM . . . . .	79
5.3. Animación de los personajes . . . . .	80
5.4. Ficha técnica de la aplicación . . . . .	80
5.5. Diagrama de bloques de la aplicación . . . . .	81
5.6. Implementación de la interfaz de usuario . . . . .	82
<b>6. Pruebas de usabilidad</b>	<b>87</b>
6.1. Heurísticas de diseño para pruebas de HCI y UX . . . . .	87
6.2. Consideraciones para la prueba de usabilidad y de la experiencia de usuario . . . . .	88
6.3. Evaluación de los personajes . . . . .	90
6.3.1. Diseño de la evaluación de los personajes . . . . .	90
6.3.2. Evaluación de los personajes . . . . .	90
6.4. Análisis de resultados de la evaluación de los personajes . . . . .	93
6.4.1. Resumen de la evaluación de los personajes . . . . .	97
6.5. Planeación de la evaluación de la interfaz . . . . .	98
6.5.1. Aplicación de la prueba de usabilidad . . . . .	101
6.6. Análisis de resultados de la prueba de usabilidad . . . . .	103
6.6.1. Tarea elegir personaje . . . . .	104
6.6.2. Tarea identificar y seleccionar campos semánticos . . . . .	105
6.6.3. Tarea valorar calidad de la animación . . . . .	107
6.6.4. Tarea observar y opinar acerca de la velocidad de la animación	108
6.6.5. Tarea cambiar de personaje . . . . .	109
6.6.6. Tarea cambiar grupo de palabras . . . . .	110
6.7. Evaluación de la experiencia de usuario . . . . .	112
6.8. Resumen de resultados de las pruebas de usabilidad . . . . .	114
6.8.1. Efectividad, eficacia y satisfacción durante las pruebas de HCI .	115
6.9. Mejoras de usabilidad y sugerencias de cambio . . . . .	116

6.10. Ajustes a la interfaz . . . . .	117
<b>7. Conclusiones y trabajos a futuro</b>	<b>121</b>
7.1. Conclusiones . . . . .	121
7.2. Trabajos a futuro . . . . .	122
<b>A. Cuestionario del estudio contextual</b>	<b>131</b>
<b>B. Estudio contextual: preguntas y respuestas</b>	<b>133</b>

# Índice de figuras

1.1. Dilo en señas. . . . .	9
1.2. Dímelo Pro. . . . .	9
1.3. Diccionario Lengua de Signos ESP. . . . .	10
1.4. Enséñame. . . . .	10
1.5. Kitsord: Lenguaje de señas. . . . .	11
1.6. ASL Keyboard. . . . .	12
1.7. BSL British Sing Lenguaje. . . . .	12
1.8. Comunitytec. . . . .	13
2.1. Diseño Centrado en el Usuario (DCU). . . . .	24
2.2. Framework ISO 9241 de usabilidad. . . . .	26
2.3. Vínculo entre HCI y UX. . . . .	28
2.4. Arquitectura de una interfaz con UX. . . . .	29
3.1. Aspecto de un salón de clase. . . . .	41
3.2. Condiciones de un salón de clase. . . . .	42
3.3. Interactuando con los alumnos. . . . .	44
3.4. Enseñando LSM. . . . .	44
3.5. Persona Maestra. . . . .	48
3.6. Persona Alumno. . . . .	49
3.7. Interacción alumno–profesora. . . . .	50
4.1. Personajes femeninos infantiles. . . . .	57
4.2. Personajes masculinos infantiles. . . . .	58

4.3. Personajes de profesoras. . . . .	59
4.4. Personajes de profesores. . . . .	61
4.5. Menú principal. . . . .	62
4.6. Personajes disponibles. . . . .	63
4.7. Campos semánticos disponibles. . . . .	63
4.8. Niveles de complejidad. . . . .	64
4.9. Practicando la LSM. . . . .	65
4.10. Créditos institucionales. . . . .	65
4.11. Alumnas alta fidelidad . . . . .	68
4.12. Alumnos alta fidelidad . . . . .	69
4.13. Maestras alta fidelidad . . . . .	70
4.14. Maestros alta fidelidad . . . . .	71
4.15. Pantalla principal de la interfaz . . . . .	73
4.16. Respuestas de usuario experto. . . . .	75
4.17. Respuestas de usuario experto (continuación). . . . .	76
5.1. Modelaje tridimensional en DAZ 3D. . . . .	78
5.2. Escena de un videojuego programado en Unity. . . . .	78
5.3. Diagrama de bloques. . . . .	82
5.4. Pantalla de bienvenida. . . . .	84
5.5. Personajes disponibles. . . . .	85
5.6. Campos semánticos. . . . .	85
5.7. Personaje ejecutando la LSM. . . . .	86
6.1. Caras para evaluación. . . . .	90
6.2. Personajes infantiles evaluados. . . . .	91
6.3. Personajes adultos evaluados. . . . .	91
6.4. Niño evaluando personaje. . . . .	92
6.5. Niña evaluando personaje. . . . .	92
6.6. Personajes infantiles atractivos. . . . .	94
6.7. Personajes infantiles más desagradables. . . . .	95
6.8. Personajes adultos más atractivos. . . . .	96



6.9. Personajes adultos más feos. . . . .	97
6.10. Interfaz de la aplicación . . . . .	101
6.11. Niño durante la prueba de Ux. . . . .	103
6.12. Niña durante la prueba de Ux. . . . .	103
6.13. ¿te gusta lo que ves? . . . . .	104
6.14. ¿es fácil elegir personaje? . . . . .	105
6.15. Evaluación íconos campos semánticos. . . . .	106
6.16. Resultados gráficos de la calidad de la animación. . . . .	107
6.17. ¿Cómo es la velocidad de animación? . . . . .	109
6.18. Resultados evaluación cambiar personaje. . . . .	110
6.19. Gráfica evaluación cambiar grupo de palabras. . . . .	111
6.20. Gráfica de atracción por el juego. . . . .	113
6.21. Gráfica Deseo de posesión. . . . .	114
6.22. Botones de navegación . . . . .	116
6.23. Botones de navegación modificados. . . . .	118
6.24. Interface modificada. . . . .	119



# Índice de cuadros

1.1. Centros de Atención Múltiple en el estado de Oaxaca . . . . .	3
1.2. Comparativa de aplicaciones que enseñan LSM. . . . .	14
3.1. Cuadro comparativo de las soluciones propuestas. . . . .	53
5.1. Clasificación de palabras . . . . .	79
5.2. Ficha técnica de la aplicación . . . . .	81
6.1. Evaluación de los personajes infantiles atractivos. . . . .	94
6.2. Evaluación de los personajes infantiles desagradables. . . . .	95
6.3. Evaluación de los personajes adultos atractivos. . . . .	96
6.4. Evaluación de los personajes adultos desagradables. . . . .	97
6.5. Resumen de la evaluación de los personajes . . . . .	98
6.6. Resultados evaluación selección personaje. . . . .	104
6.7. Evaluación íconos campos semánticos. . . . .	106
6.8. Resultados calidad de la animación. . . . .	107
6.9. Resultados evaluación de la velocidad de animación. . . . .	108
6.10. Resultados evaluación cambiar personaje. . . . .	110
6.11. Resultados evaluación cambiar grupo de palabras. . . . .	111
6.12. Atracción por el juego. . . . .	112
6.13. Deseo de posesión. . . . .	113
6.14. Resumen de las pruebas de usabilidad . . . . .	114



# Reconocimientos

Gracias a dios por darme a la vida, a mis padres y hermanas por cuidarme y educarme. Gracias a mi compañera de vida, a mi hija y a mi hijo por el amor y la paciencia que me han brindado.

Reconozco y aprecio la dirección del Dr. Carlos Alberto Fernández y Fernández y la codirección del Dr. Felipe de Jesús Trujillo Romero quienes dedicaron su tiempo y sus conocimientos a fin de que este proyecto terminara exitosamente. De igual modo aprecio y agradezco las sugerencias de los profesores Dr. José Aníbal Arias Aguilar, M.C. María de la Luz Palacios Villavicencio, M.I.S. Hugo Enrique Martínez Cortés y M.T.I. Mario Alberto Moreno Rocha, quienes supervisaron y evaluaron el desarrollo de este trabajo de tesis. Gracias también a los profesores que me brindaron sus conocimientos durante los cursos de la maestría.

Mi reconocimiento y gratitud para la Maestra Doricel Aguirre Ramírez y para los niños que participaron en el estudio contextual y en las pruebas de baja y de alta fidelidad. También a la Maestra María Teresita Ramírez Rosario, quien es directora del CAM No. 4 de Huajuapán de León, que permitió el acceso a los niños y profesoras del CAM. Además le agradezco a la maestra Sabrina Acevedo Santiago el haberme enseñado la LSM y que acompañó a los niños a la Universidad para realizar las pruebas finales de usabilidad.

Mi especial agradecimiento a la Universidad Tecnológica de la Mixteca, al Rector Dr. Modesto Seara Vázquez, al Vice-rector académico Dr. Agustín Santiago Alvarado y al Vice-rector de Administración Javier José Ruiz Santiago, por brindarme su apoyo durante mis estudios de maestría.



# Capítulo 1

## Introducción

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010 [19], en México viven 5,739,270 personas con algún tipo de discapacidad, de ellas 694,451 (12.1%) son sordos. Únicamente el 21% de las personas con sordera de entre tres y veintinueve años de edad va a la escuela; de este grupo solamente el 48% alcanza el cuarto año de primaria, lo que provoca que sea un grupo social marginado en el ámbito educativo, social y económico. En el estado de Oaxaca existen 81.5 sordos por cada diez mil habitantes, lo que ubica al estado en tercer lugar a nivel nacional.

A partir de estos datos estadísticos se hace patente que en nuestro país ser sordo significa pertenecer a un grupo social excluido y sin muchas oportunidades de salir de él. Por un lado, existen pocas escuelas de educación básica y media superior con profesores habilitados para trabajar con niños y jóvenes sordos y, por otro, pocas empresas ofrecen trabajos o empleos a los sordos adultos. Las explicaciones para estos dos fenómenos son, entre otras:

1. Prejuicios: socialmente se considera que las personas con discapacidades físicas, también lo son intelectualmente, aunque esto no es cierto.
2. Económicos: capacitar a los profesores o empleados para trabajar con discapacitados es costoso.

3. Seguridad: las personas con discapacidad no son capaces de cuidarse a sí mismas. Por ejemplo, los sordos no escuchan voces o sonidos de alarma y no pueden expresar fácilmente una idea a alguien que no sepa cómo comunicarse con ellos. En el caso específico de los sordos, ellos trabajan bien en lugares con ruido intenso o molesto sin sufrir daños o incomodidades, pero para recibir instrucciones se requiere de un supervisor que pueda comunicarse con ellos y cuide de su seguridad.

Las discapacidades físicas no implican discapacidades intelectuales, por lo tanto, una persona con discapacidad es capaz de recibir educación y capacitación para el trabajo acorde a sus limitaciones físicas. En el caso de los sordos, existe la Lengua de Señas Mexicana (LSM) que los sordos deben aprender para comunicarse con cualquier otra persona que también la domine, pero por su propia marginación y por el desconocimiento de su existencia es difícil que lo hagan.

El artículo IX de la Ley General de Personas con Discapacidad, define la Lengua de Señas Mexicana como *“Lengua de una comunidad de sordos, que consiste en una serie de signos gestuales articulados con las manos y acompañados de expresiones faciales, mirada intencional y movimiento corporal, dotados de función lingüística, forma parte del patrimonio lingüístico de dicha comunidad y es tan rica y compleja en gramática y vocabulario como cualquier lengua oral”* [17].

Como se puede observar, la LSM forma parte de la lengua nacional mexicana, y tiene reglas gramaticales y de sintaxis como las lenguas o idiomas hablados [14]. El propósito de este lenguaje es permitir que las personas con limitaciones auditivas puedan comunicarse adecuadamente con las personas de su entorno. Este lenguaje no es universal, esto es, en el mundo existen diferentes lenguas de señas como el American Signal Language (ASL) propio de los Estados Unidos de Norte América, y el que una persona pueda comunicarse utilizando uno de ellos, no significa que lo pueda hacer en otras lenguas de signos.



## 1.1. Descripción del Problema

En los seres humanos la pérdida total del sentido del oído recibe el nombre de “cofosis” o “anacusia”, mientras que a la disminución del sentido del oído se le conoce como “hipoacusia”. Este padecimiento se puede adquirir a consecuencia de una enfermedad, por accidente o nacer con ella. En México a las personas con este padecimiento se les considera discapacitadas lo que las obliga a asistir a escuelas de educación especial en donde aprenden, entre otras habilidades, a comunicarse por medio de la LSM.

Aunque la LSM es lengua nacional mexicana, su difusión es mínima y no mucha gente la conoce, y a menos que se tenga la necesidad de utilizarla, son pocas las personas interesadas en aprenderla, además de que los profesores y las escuelas especializadas son insuficientes para enseñar este medio de comunicación. En nuestro país solamente existen 40 profesores certificados en la enseñanza de la LSM y once de ellos se localizan en la ciudad de México [38]. Así que considerando la cantidad de sordos y la de profesores certificados, se establece que la relación es de 17,361 alumnos por profesor, lo cual refleja la necesidad de crear estrategias que ayuden a los interesados a aprender la LSM.

Las condiciones para el aprendizaje de la LSM en el estado de Oaxaca no son las idóneas. A nivel estatal existen 40 Centros de Atención Múltiple (CAM) [39] instalados como se muestra en el Cuadro 1.1, en donde se enseña esta lengua.

Cuadro 1.1: Centros de Atención Múltiple en el estado de Oaxaca

No.	Región	Cantidad
1	Valles Centrales	11
2	Istmo	8
3	Costa	6
4	Mixteca	4
5	Sierra Norte	4
6	Papaloapan	3
7	Cañada	2
8	Sierra Sur	2

Estos centros están instalados principalmente en la región de los Valles Centrales y en la región del Istmo, lo que implica que las personas que viven en otras regiones tengan dificultades para llegar a estas escuelas. Además, se debe considerar que no todas disponen de profesores que enseñen LSM. También es importante señalar que la orografía del estado de Oaxaca dificulta viajar de una localidad a otra, porque implica varias horas de traslado y consumo de recursos económicos que no todas las familias pueden costear.

Además de los CAMs, también existen las Unidades de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER), los cuales tienen como objetivo *Apoyar la atención de alumnos que presenten necesidades educativas especiales, prioritariamente a los que presentan discapacidad, que cursan la educación inicial o básica en la escuela regular, para lograr su plena integración educativa a través de adecuaciones de acceso y curriculares* [40]. En la zona de la Mixteca Oaxaqueña existen siete centros USAER y de ellos, cuatro se localizan en la ciudad de Huajuapán de León.

En cuanto a las aplicaciones de computadora de uso libre disponibles para el aprendizaje de la LSM solamente se han identificado cuatro, de las cuales tres utilizan grupos semánticos y dactilología, una solamente enseña dactilología y ninguna de ellas enseña conversaciones ni multidimensionalidad de las palabras.

De acuerdo con la Maestra con especialidad en psicopedagogía clínica Doricel Aguirre Ramírez, quien es profesora de LSM en el CAM número cuatro instalado en la ciudad de Huajuapán de León, los campos semánticos enseñan sustantivos, es decir, enseñan la seña que se emplea para referirse a un objeto, lo que básicamente consiste en un trabajo de memorización, pero no refleja el grado de comprensión de la LSM. Para ello, Aguirre Ramírez afirma que es fundamental que el estudiante participe en conversaciones para así determinar su nivel de comprensión y de dominio de la LSM.

Aguirre Ramírez también asevera que algunas palabras son multidimensionales, es decir, dependiendo del contexto, cambia el significado de la palabra. Por ejemplo, en las frases “tomar una muestra de sangre” y “tomar un vaso de agua”, la palabra “tomar” tiene significados diferentes y no relacionados, lo que representa

un obstáculo fuerte en la enseñanza de la LSM. De acuerdo con la especialista, el proceso de aprendizaje de la LSM inicia con la dactilología, después se enseñan campos semánticos, narración de cuentos y conversaciones.

## **1.2. Trabajos relacionados**

A continuación, se presentan diversos trabajos académicos y comerciales que se utilizaron como marco de referencia para la realización de este proyecto de investigación.

El trabajo de investigación que se presenta en [7], es interesante porque permite entender la importancia de las lenguas de señas desde el punto de vista social. Además, hace una crítica acerca de la imposibilidad que tienen las personas con deficiencia auditiva a recibir una educación en su propia lengua y señala que, “El uso de la lengua de señas para la educación del sordo responde no sólo a los derechos inalienables del hombre [personas], sino además al reconocimiento del valor de la enseñanza de la lengua materna para el desarrollo de las capacidades cognitivas, sociales y emocionales del educando” y concluye afirmando que “la cotidianidad que se vive en la escuela con los alumnos sordos nos permite observar cómo se les ha privado de este derecho al excluir el uso de su lengua materna para la enseñanza”. Además, la LSM tiene todos los requisitos para ser considerada una lengua completa, es decir, posee una gramática y una sintaxis que le dan orden y significado [14].

En el estudio que se presenta en [11], se muestra un sistema diseñado para ayudar a los niños con deficiencia auditiva a oralizar el español, donde el alumno puede practicar la pronunciación de vocales, palabras o frases. La asistencia la proporciona un personaje que realiza la función de tutor animado. Este sistema graba la voz del aprendiz y mediante un reconocedor de voz evalúa su avance.

Otra investigación que tiene por objetivo la enseñanza de la lengua de signos es el que se presenta en [18]. Este es una interfaz que tiene como propósito enseñar la LSM por medio de un videojuego. Se centra en niños de 8 a 11 años de edad sin

deficiencias auditivas y asume que los niños saben leer y escribir. De los trabajos encontrados, es el único que realiza pruebas de usabilidad.

En la investigación expuesta en [9], se plantea una aplicación para teléfono celular que realiza dos tareas: traduce mensajes escritos en lengua de señas a español y los envía como mensajes de texto vía celular, y por otro lado, recibe mensajes de texto, los traduce a lengua de signos y los presenta en la pantalla del dispositivo. En ese artículo se presenta una breve introducción a la fonología de las lenguas de señas, se pone de manifiesto la importancia de las variaciones lingüísticas de una misma lengua dependiendo de la zona geográfica o grupo social y deja en claro cuando usar el alfabeto dactilológico en lugar de un alfabeto ideográfico.

La exposición [10], tiene por objetivo enseñarle al usuario cómo colocar los dedos de las manos para representar el abecedario dactilológico, es decir, cómo representar manualmente cada una de las letras que componen el alfabeto de la LSM. Esta aplicación contiene un componente de software y otro de hardware. El sistema consta de un guante de tela instrumentado con sensores de flexión, una etapa de acondicionamiento de señales y una tarjeta de adquisición de datos, que en su conjunto constituyen el hardware. El software está formado por un programa de adquisición de datos y una interfaz de usuario. El sistema funciona así: a) elegir una letra para la cual ya han sido determinados los valores correspondientes a la posición de los dedos, b) el sistema adquiere datos correspondientes a la flexión de las falanges y la muñeca, c) se comparan los valores adquiridos con los establecidos en el sistema, d) se evalúa, es decir se establece si todas las falanges y la muñeca están en la posición correcta para la letra seleccionada, e) se muestran los resultados en la interfaz, de tal modo que el usuario verifica cuál falange se encuentra en una posición incorrecta, permitiendo su corrección.

Otro proyecto que tiene que ver con el reconocimiento de la LSM es el que se presenta en [6]. En este proyecto se desarrolla un robot que reconoce comandos en LSM y los ejecuta. El software detecta el comando mediante algoritmos de segmentación, reconocimiento de patrones y entrenamiento de redes neuronales. Este sistema reconoce 23 símbolos de la LSM, pero solamente 8 de ellos se interpretan

como comandos. En esta misma línea de investigación está la propuesta hecha en [5], cuyo propósito es controlar un robot móvil por medio de dos sistemas independientes: un sensor acústico que recibe y reconoce comandos hablados y un sensor visual que percibe e identifica comandos basados en la LSM. La interfaz del robot es capaz de determinar la contribución de cada sistema en la ejecución de una tarea en particular. Para lograr este objetivo, el sistema hace uso de algoritmos de reconocimiento de patrones que evalúan cada sistema por separado y en conjunto.

Otra propuesta que complementa las dos anteriores es el que se expone en [4], la cual consiste en desarrollar un traductor de voz a LSM con el propósito de ayudar a las personas sin afectación en el oído a comunicarse con personas que si lo están. El sistema tiene un reconocedor automático del español mexicano y un vocabulario de LSM que se utiliza para representar las oraciones reconocidas. La traducción de español a LSM se presenta en una interfaz para que sea recibido y entendido por un signante de LSM.

En la exposición que se realiza en [16], se presentan varias características de las lenguas de señas. Estas son: a) los lenguajes de señas son lenguajes que usan un sistema manual, facial y otros movimientos del cuerpo como un medio de comunicación entre personas con deficiencias auditivas y de habla; b) en los lenguajes hablados se utilizan sonidos (articulación de fonemas) para crear palabras, pero los lenguajes de señas utilizan gestos y movimientos corporales; c) los elementos importantes de las lenguas de señas son la configuración de las manos, las expresiones faciales y corporales y la escritura de los signos; d) la configuración de las manos son posiciones hechas con las manos para crear signos; e) algunas palabras son hechas con solamente una mano, mientras que otras se deben realizar con ambas manos; f) disponen de un alfabeto dactilológico, en la cual una determinada configuración de la mano, representa una letra del alfabeto español. Este alfabeto se utiliza para “deletrear” palabras de lenguajes hablados que no tienen representación en los lenguajes de señas. Además de lo anterior, también se debe considerar el tiempo que se requiere para aprender este tipo de lenguajes. Para facilitar esta tarea, la aplicación dispone de un sistema reconocedor de voz y de

una rutina que hace que un avatar muestre los mensajes en la interfaz utilizando la LSM. La interfaz tiene la opción de presentar la interpretación del mensaje por medio de un video pregrabado por un intérprete humano.

La investigación expuesta en [3], tiene por objetivo reconocer el alfabeto dactilológico que se emplea en la LSM y está dirigido a cualquier tipo de persona. El proyecto desarrolla una herramienta computacional que procesa imágenes obtenidas mediante un Kinect y es capaz de reconocer las 21 señas estáticas del alfabeto de la LSM y la base inicial de cuatro señas dinámicas. El reconocimiento se realiza mediante la comparación de los patrones que se obtienen en la segmentación de las imágenes contra los patrones almacenados en la base de conocimientos de la aplicación.

La interfaz que se presenta en [12] reconoce y traduce a voz y texto en tiempo real los signos LSM de diez palabras a español, las letras A la Z y los números 1 a 10. Uno de los objetivos de este trabajo es detectar y representar el movimiento de las manos, aplicar un algoritmo de reconocimiento de patrones y determinar si corresponde a una seña del LSM, y si es así, traducirlo a voz y texto.

Otra investigación relacionada con el reconocimiento de la LSM y su traducción al español es la que se presenta en [15]. Este desarrollo se centra en detectar los movimientos de un signante, extraer los descriptores correspondientes y traducirlos a audio y texto en español. Una limitante importante de este proyecto es que su base de datos solamente dispone de 20 palabras.

Por el lado de las aplicaciones, se han encontrado varias de ellas para dispositivos móviles. A continuación, se hace un breve análisis acerca de sus características y enfoques.

Para aprender LSM está disponible la interfaz *Dilo en señas* [41] (Figura 1.1), que es una aplicación lúdica que enseña la LSM. Está diseñada especialmente para niños sordos, aunque cualquier persona puede jugarlo. Utiliza una interfaz en la cual un humano muestra cómo mover el cuerpo para transmitir un mensaje. Se enfoca principalmente a enseñar sustantivos de los campos semánticos relacionados con la familia, el hogar, los alimentos y los números. También, para aprender la



Figura 1.1: Dilo en señas.

LSM está la aplicación *Dímelo pro* [46] (Figura 1.2), la cual es una interfaz dise-

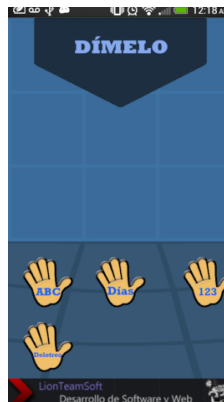


Figura 1.2: Dímelo Pro.

ñada para que la utilicen personas que quieran aprender dicha lengua y de esta manera, poder comunicarse con mayor fluidez utilizando las manos. De acuerdo con la información publicada, es capaz de enseñar los movimientos correspondientes a las letras del abecedario español, enseña los diez primeros números y los días de la semana. Además, tiene la opción de deletrear palabras para formar nombres propios. La ventaja de *Dímelo Pro* es que la pueden usar personas con o sin deficiencia auditiva.

Para aprender la Lengua de Signos de España (LSE), se dispone de la aplicación *Diccionario Lengua Signos ESP* [42] (Figura 1.3), que básicamente es un diccionario para traducir de LSE español de España. La aplicación muestra a una persona ejecutando una seña y despliega la traducción textual en la pantalla del dispositivo. Junto a la traducción textual se presenta una opción que permite escuchar la tra-



Figura 1.3: Diccionario Lengua de Signos ESP.

ducción. También para aprender la LSE estaba la *Aplicación móvil para discapacidad auditiva*<sup>1</sup>, la cual se dividía en tres secciones: la primera estaba dedicada a enseñar el abecedario de señas, la segunda enseñaba palabras de uso común que correspondían a frutas y vestimentas, y la tercera se utilizaba para capturar palabras textuales y emitía el sonido correspondiente en inglés o español de España.

Para el aprendizaje de la Lengua de Señas de Nicaragua (LSN), se dispone de *Enseñame* [43] (Figura 1.4), que es parecida a la *Aplicación móvil para discapacidad au-*

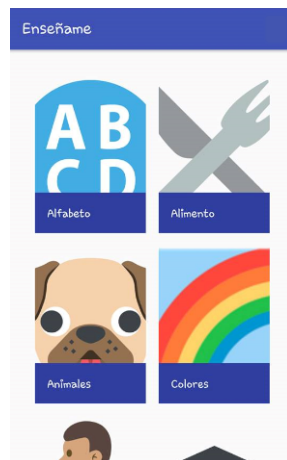


Figura 1.4: Enseñame.

*ditiva*. Se divide en cuatro secciones: la primera para la enseñanza del abecedario,

<sup>1</sup>La aplicación ha sido retirada de internet



la segunda es para aprender el nombre de los alimentos, la tercera está dedicada al nombre de animales (mascotas), y la última a los colores. También incorpora un diccionario de preguntas básicas y de sustantivos.

En cuanto a la Lengua de Signos Guatemalteca (LSG), está disponible *Kitsord: Lenguaje de señas* [44] (Figura 1.5). La interfaz utiliza un personaje humano para ense-

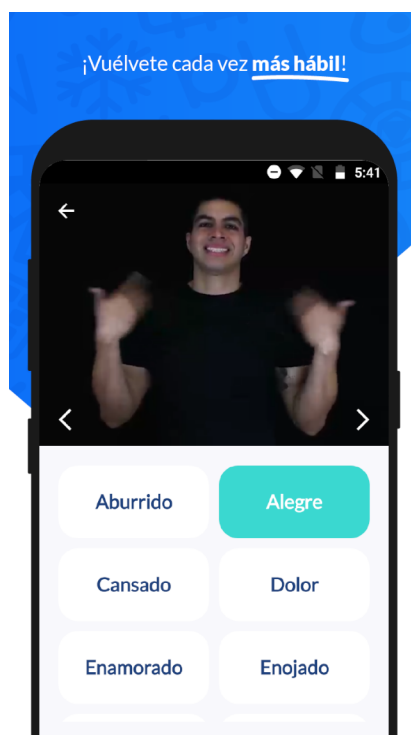


Figura 1.5: Kitsord: Lenguaje de señas.

ñar los movimientos de la LSG, tiene un módulo de enseñanza y otro de evaluación, enseña verbos y sustantivos y tiene un sistema de puntaje para avanzar niveles.

Para el idioma inglés está la interfaz *ASL Keyboard* [45] (Figura 1.6) y la *BSL British Sign Language* [47] (Figura 1.7).

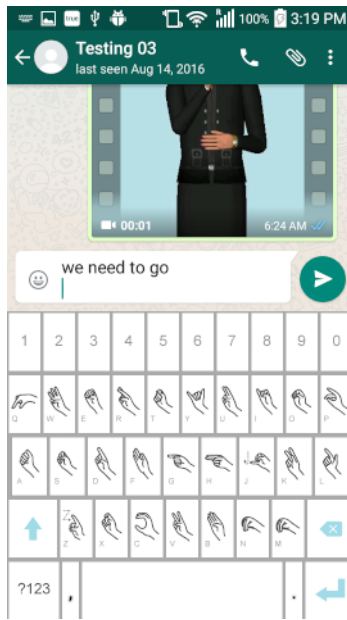


Figura 1.6: ASL Keyboard.

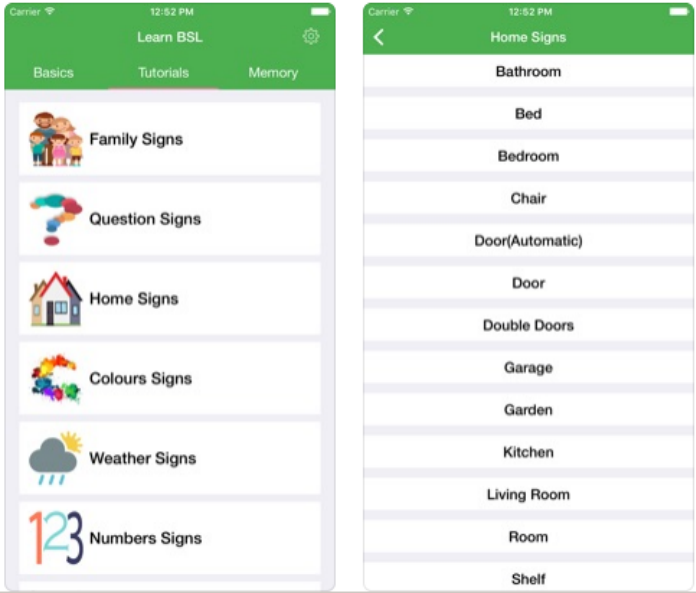


Figura 1.7: BSL British Sing Language.

La ASL Keyboard está enfocada a la American Sign Language (ASL) o Lengua de Señas Americana (LSA), sirve como apoyo en la comunicación entre personas con deficiencia auditiva y personas que no lo son. La interfaz adapta el teclado querty para que en él aparezca la seña correspondiente al carácter y facilitar la escritura de mensajes que luego un avatar traducirá a ASL. La interfaz también dispone de un reconocedor de voz que captura mensajes hablados que traducirá a ASL. La *BSL British Sing Language*, se divide en cuatro secciones: la primera se utiliza para nombrar parentesco, la segunda indica las señas que representan preguntas de uso común, la tercera muestra las señas para nombrar los lugares de la casa, y la cuarta enseña el nombre de los colores. Una característica destacable de esta aplicación es que tiene un contador de tiempo y un medidor de avance, lo que permite la retroalimentación del usuario, y finalmente esta *Comunytec LSM* [48] (Figura 1.8), que es una aplicación que reúne enlaces a videos de youtube.



Figura 1.8: Comunytec.

En conclusión, no es simple determinar la utilidad que proporcionan estas aplicaciones, porque no se sabe cuántas personas o cuántas instituciones las utilizan, sin embargo, sí es factible presentar el Cuadro 1.2, en dónde se resumen sus características.

Cuadro 1.2: Comparativa de aplicaciones que enseñan LSM.

No.	Interfaces	Dactilológico	Campos semánticos	Conversaciones o diálogos	Dimensionalidad de la palabra
1	Dilo en Señas	sí	sí (7)	no	no
2	abcLSM	sí	no	no	no
3	Dímelo Pro	sí	sí (3)	no	no
4	Comunytec LSM	sí	si (3)	no	no

Por otro lado, si bien es cierto que estas aplicaciones se pueden descargar y ejecutar libremente en el equipo del usuario, su código fuente y la metodología empleada en su desarrollo no están abiertas para su estudio y análisis o modificación.

En base a lo anterior y a los datos que se presentan en el Cuadro 1.2, se observa que las interfaces que enseñan LSM no consideran los diálogos ni las palabras multidimensionales, lo que abre una oportunidad para desarrollar una interfaz que sí tome en cuenta esas necesidades.

Por lo tanto se justifica la necesidad de desarrollar un prototipo de interfaz que se utilice en la práctica de los componentes de la LSM como lo son los campos semánticos, los diálogos y la comprensión de las palabras multidimensionales.

En este sentido, se han llevado a cabo diversas investigaciones enfocadas en el desarrollo de interfaces de computadora que tienen por objetivo ([16], [15], [18], [12], [10], [6], [3], [4], [5]), la captura, identificación, reconocimiento y la reproducción de las lenguas de signos, pero no así en la usabilidad o la experiencia de usuario. En los resultados expuestos, solamente en [18] se percibe un interés por la usabilidad de la interfaz.

En cuanto a las interfaces para la LSM de uso libre disponibles en internet, se pueden clasificar en dos grupos principalmente: en diccionarios que traducen palabras de una lengua hablada a una lengua de señas y en aplicaciones que se enfocan en enseñar nombres de objetos de uso cotidiano, parentescos, números y colores, además de que ninguna de ellas considera los diálogos, ni el uso de las palabras multidimensionales.

Lo anterior pone de manifiesto la conveniencia de desarrollar una interfaz que ayude en la práctica de la LSM utilizando la metodología UCD ya que esta es una metodología que se utiliza para garantizar la satisfacción del usuario.

Además, la interfaz que se propone es relevante desde las siguientes perspectivas:

- Desde el punto de vista social se considera importante, porque su propósito es colaborar para que las personas con deficiencia auditiva, sus familias y cualquier persona interesada pueda practicar la LSM y que los profesores de LSM, dispongan de una herramienta más en su trabajo de enseñanza.
- Desde el punto de vista de la usabilidad y para que la experiencia de usuario sea satisfactoria, el diseño de la interfaz se sustentó en una investigación que permitió descubrir las características únicas que definen al grupo de usuarios al cual va dirigida la interfaz. Estos resultados pueden utilizarse como punto de partida en otros trabajos de investigación relacionados con este grupo de personas.
- Como contribución a la investigación, el desarrollo de este proyecto presenta un caso de estudio de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) o User Centered Design (UCD) que tiene como objetivo crear productos que resuelven problemas concretos de usuarios específicos [8].

### **1.3. Hipótesis**

Con base en la justificación del problema, se establece la hipótesis de este proyecto de tesis: *Mostrar que utilizando la metodología UCD es posible desarrollar una interfaz para la práctica de la LSM cuya experiencia de uso sea satisfactoria para el usuario.*

### **1.4. Descripción de la Solución del Problema**

Este proyecto propone el desarrollo de una interfaz interactiva para que las personas practiquen la LSM. La interfaz deberá satisfacer métricas de usabilidad y de UX en términos del tipo de usuario al cual está dirigida. Para ello, el desarrollo de

la interfaz se realizará conforme a las fases que indica la metodología UCD, la cual señala cómo lograr usabilidad en las aplicaciones.

Considerando que el aprendizaje de la LSM se basa en la observación y en la repetición de la ejecución de las señas, esta interfaz integra ocho personajes animados, encargados de mostrarle al usuario cómo se ejecutan cada una de las señas disponibles dentro de la aplicación. Para una mejor apreciación de la ejecución, el usuario puede graduar la velocidad a la que se mueve el personaje, así como alejarlo, acercarlo o girarlo de acuerdo con sus preferencias o necesidades. Por conveniencia, las señas están sindicadas en grupos semánticos, de tal manera que al usuario le sea fácil elegir la clase de palabras que desea practicar. La ventaja de que la interfaz sea interactiva y de que algunos atributos de los personajes sean configurables, es que el usuario puede ajustar su comportamiento de acuerdo a sus requerimientos.

#### **1.4.1. Definición de usuarios**

Los usuarios de la interfaz serán personas con anacusia o hipoacusia:

- Que sean mayores de 6 años.
- Que tengan conocimientos de LSM.
- Que tengan acceso a una computadora (PC o laptop).
- Que deseen practicar la LSM utilizando una interfaz de computadora.

#### **1.4.2. Definición de tareas**

Las tareas que el usuario podrá realizar utilizando la interfaz serán:

- Seleccionar un personaje de ocho disponibles, que le muestre cómo se realizan las señas de la LSM.
- Seleccionar un grupo semántico de cuatro disponibles.
- Aprender cómo se realizan las señas de los sustantivos disponibles en la aplicación, los cuales están clasificados por campos semánticos.

### **1.4.3. Definición del contexto**

El contexto de uso de la aplicación es:

- La interfaz se desarrolló para ejecutarse en una computadora personal o computadora portátil.
- Los usuarios pueden utilizarla en su escuela o en su casa.
- La interfaz es un medio para la práctica asistida de la LSM.

## **1.5. Objetivos**

En base al planteamiento del problema, se enuncia el objetivo general y los objetivos particulares que se trazaron al iniciar el proyecto.

### **1.5.1. Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de interfaz utilizando la metodología UCD para la práctica de la LSM cuya experiencia de usuario sea satisfactoria.

### **1.5.2. Objetivos Particulares**

Los objetivos particulares que permiten alcanzar el objetivo particular son:

1. Desarrollar el módulo de la GUI.
2. Desarrollar el módulo de control y presentación de los personajes.
3. Desarrollar el módulo de retroalimentación del usuario.

### **1.5.3. Metas**

Las metas establecidas para la realización del proyecto son:

1. Realización del estudio contextual con personas sordas de la ciudad de Huajuapán de León.

2. Realización de pruebas de baja fidelidad para determinar el aspecto y la funcionalidad de la GUI.
3. Adecuación de los personajes de acuerdo con la opinión de los usuarios.
4. Desarrollo en Unity de la interfaz.
5. Integración de los personajes en la GUI.
6. Implementación de la funcionalidad de la interfaz de usuario.
7. Desarrollo del módulo de animación de los personajes.
8. Desarrollo del módulo de evaluación del aprendizaje de la LSM.
9. Aplicación de pruebas finales de usabilidad.
10. Realización de los ajustes finales.

## **1.6. Delimitaciones y limitaciones**

Las delimitaciones del proyecto son:

- La aplicación es específica de la LSM.
- La interfaz no abarca el 100 % de la LSM.
- La aplicación se desarrolló para ejecutarse en el sistema operativo Windows 10 de Microsoft, utilizando DAZ Studio versión 4.9, Unity versión 4.7 y Maya en su versión educativa.
- Solamente se asegura la ejecución de la interfaz en Windows 10.

Las limitaciones del proyecto son:

- Las palabras a practicar son las que se incluyen en el *corpus* o base de palabras desarrollado en [66].
- La prueba de usabilidad y de UX de la interfaz, se efectuó con siete usuarios que asistieron al laboratorio de usabilidad de la UTM.



- La evaluación de los personajes se llevó a cabo con la participación de seis niños y una profesora de LSM del CAM de Huajuapán.
- Las pruebas de usabilidad se llevaron a cabo con niños y profesores del CAM No. 4 de la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca.

## 1.7. Metodología

La metodología de desarrollo del proyecto de investigación se dividió en estas tareas:

1. **Estudio de usuario y estudio contextual:** esta sección es fundamental porque permite saber quién es nuestro usuario, cómo es su proceso de aprendizaje y en qué contexto se desarrolla ese proceso. También da la posibilidad de conocer qué tareas debe realizar el usuario y de entender cómo las lleva a cabo. Por lo tanto, el estudio contextual se debe realizar en el lugar donde el alumno aprende la LSM, es decir en el Centro de Atención Múltiple de la ciudad de Huajuapán de León.
2. **Diseño conceptual:** A partir del estudio de usuario y del estudio contextual, ya se está en posibilidad de esbozar el aspecto que tendrá la interfaz. Estos esbozos se conocen como *prototipos de baja fidelidad* que se pueden realizar a lápiz y papel o utilizando alguna aplicación como Power Point.

Las tareas por evaluar son: identificación y selección del personaje, identificación y selección de grupo semántico, calidad y velocidad de la animación, identificación de los controles para cambiar el personaje, para cambiar el grupo de palabras y para salir de la aplicación.

3. **Evaluación de Mago de Oz.** La evaluación por parte de los usuarios de los prototipos de baja fidelidad, reciben el nombre de *evaluación de Mago de Oz*. Esta evaluación tiene como objetivo dejar en claro qué es lo que espera el usuario de la interfaz. Esto es, qué tareas se deben realizar, cómo se deben llevar a cabo, cómo deben ser presentadas en la interfaz, y qué apariencia deben tener la interfaz y los personajes. Con la información que se obtiene

en esta fase, se procede a la personalización de los personajes y se lleva a cabo la programación de la GUI. En esta fase del desarrollo solamente se estará interesado en la apariencia y no en la funcionalidad de la aplicación.

4. **Prototipos de alta fidelidad:** La evaluación de Mago de Oz permite descubrir qué quiere el usuario y cómo lo quiere. Con esta información se programa el prototipo de alta fidelidad, el cual representa detalladamente la parte visible de lo que el usuario desea o necesita. El prototipo de alta fidelidad se presenta a los usuarios para que lo usen y lo prueben con la finalidad de encontrar los aciertos, las fallas y los errores que la interfaz pudiera tener. Con los resultados de esta evaluación, se procede a corregir los fallos de diseño y se lleva a cabo la programación de la funcionalidad de la interfaz y de los personajes. En esta fase se espera que las deficiencias detectadas por los usuarios sean superficiales y que no impliquen cambios drásticos ya que de lo contrario, significaría que las pruebas de baja fidelidad fueron inadecuadas.
5. **Evaluación de la interfaz:** después de concluir la programación de la interfaz y de realizar los cambios solicitados por los usuarios en la evaluación de alta fidelidad, ellos la deben de evaluar una vez más para verificar que cumple con el propósito para el que fue construida y de esa forma, aceptar o rechazar la hipótesis que dio origen a esta investigación.

En el desarrollo de la aplicación, ésta debe pasar por al menos tres pruebas de usabilidad: evaluación de Mago de Oz, evaluación de prototipos de alta fidelidad y evaluación de la interfaz ya terminada.

## **1.8. Estructura del documento de tesis**

A continuación, se describe la estructura del resto de este documento de tesis:

En el capítulo dos se presentan los temas relacionados con la metodología UCD, usabilidad, experiencia de usuario, guías o heurísticas de diseño, caracterización de la experiencia de usuario y animación por computadora.

En el capítulo tres se da a conocer el diseño, la instrumentación y el análisis de resultados del estudio contextual.

En el capítulo cuatro se presentan los diseños de baja fidelidad de los personajes y de la interfaz de la aplicación, y también se dan a conocer los resultados obtenidos en la evaluación experta de baja fidelidad.

En el capítulo cinco se muestra cómo se llevó a cabo la implementación de la interfaz y la animación de los personajes.

El capítulo seis se utiliza para documentar como se diseñaron las pruebas de usuario final, las decisiones de diseño frente a un grupo de usuario con capacidades especiales, la logística que se utilizó para que los usuarios realizaran la prueba y finalmente, el análisis de resultados que produjeron estas pruebas.

Finalmente, en el capítulo siete se analizan los resultados finales que se obtuvieron al concluir este trabajo de tesis y se contrastan con los objetivos que se plantearon al iniciar el proyecto. Al final del capítulo se proponen algunas líneas de investigación que se pueden seguir a partir de los resultados presentados en este documento.



## Capítulo 2

# Marco teórico

Las bases teóricas requeridas para el desarrollo del proyecto de tesis se explican en este capítulo.

### 2.1. Diseño centrado en el usuario

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) o User Centered Design (UCD) es un enfoque para el diseño y desarrollo de sistemas que tiene como objetivo hacer sistemas interactivos más útiles y usables centrándose en los usuarios, sus necesidades y requerimientos, y aplicando factores humanos/ergonómicos, así como los conocimientos y técnicas de usabilidad. El proceso del UCD (ver Figura 2.1) se divide en [8]:

1. Entender y especificar el contexto de uso.
2. Especificar las necesidades o requisitos de los usuarios.
3. Producir soluciones de diseño que satisfagan las necesidades de esos usuarios.
4. Evaluar los diseños en cuanto a los requerimientos o necesidades de los usuarios.

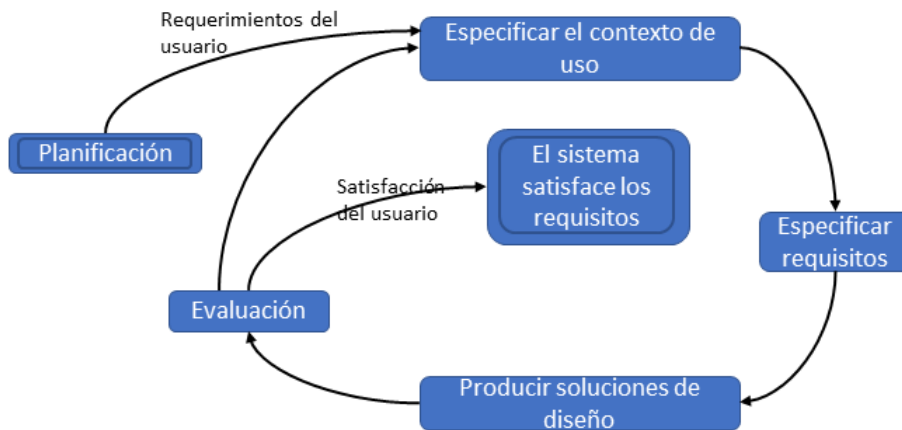


Figura 2.1: Diseño Centrado en el Usuario (DCU).

Como se puede observar en la Figura 2.1, UCD es un proceso cíclico que gira alrededor de lo que el usuario necesita o desea. Los principios en los que se basa el UCD son:

1. El diseño se basa en una comprensión explícita de los usuarios, sus tareas y su contexto.
2. Los usuarios participan en todo el diseño y desarrollo.
3. El diseño es impulsado y refinado por la evaluación centrada en el usuario.
4. El proceso de diseño centrado en el usuario es iterativo.
5. El diseño se ocupa de toda la experiencia del usuario.
6. El equipo de diseño incluye habilidades y perspectivas multidisciplinarias.

## 2.2. Usabilidad

Para Norman [1] y Nielsen [2], la usabilidad es un atributo de calidad que evalúa la facilidad con la que se utilizan las interfaces de usuario. La palabra usabilidad también se refiere a métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño. Para Jakob Nielsen, la usabilidad se define en función de cinco atributos de calidad [49], los cuales son:

1. **Aprendizaje:** ¿qué tan fácil es para los usuarios realizar tareas básicas la primera vez que se encuentran con el diseño?
2. **Eficiencia:** una vez que los usuarios han aprendido o entendido el diseño, ¿con qué rapidez pueden realizar tareas?
3. **Memorable:** cuando los usuarios vuelven al diseño después de un período de no usarlo, ¿con qué facilidad pueden restablecer su nivel competencia?
4. **Errores:** ¿cuántos errores cometen los usuarios?, ¿qué tan graves son estos errores y qué tan fácil es la recuperación de los errores?
5. **Satisfacción:** ¿qué tan agradable es usar el diseño?

Otros atributos de calidad son la **usabilidad** y la **utilidad** [2] ya que juntos determinan si algo es útil: no importa que un producto sea fácil de utilizar si no es lo que el usuario quiere y, tampoco es bueno si es eficiente realizando una tarea, pero con una interfaz difícil de utilizar. En este contexto la palabra *utilidad* significa que proporciona las características que se necesitan. La palabra *usabilidad* significa lo fácil y agradable que estas características son para usar y la palabra *funcional* significa que la interfaz sea útil, fácil y agradable.

Conforme a la especificación ISO 9126 [35], la usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario en condiciones específicas de uso. Para la norma ISO 9241 [36], la usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico. Las metas de la usabilidad son:

1. **Eficacia:** es la exactitud e integridad con la que los usuarios logran los objetivos especificados.
2. **Eficiencia:** Los recursos utilizados son mínimos en relación con la exactitud y la integridad con la que los usuarios alcanzan sus objetivos.
3. **Satisfacción:** Es el grado en que las necesidades de los usuarios se satisfacen cuando utilizan un producto o sistema en un contexto de uso específico.

4. **Seguridad:** Es el grado en que un producto o sistema minimiza el riesgo potencial para la situación económica, la vida humana, la salud de las personas y el cuidado del medio ambiente.
5. **Cobertura del contexto:** Es el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado con eficacia, eficiencia, seguridad y satisfacción en su contexto y fuera de él.

En la Figura 2.2, se muestran los componentes de la usabilidad y las relaciones entre ellos.

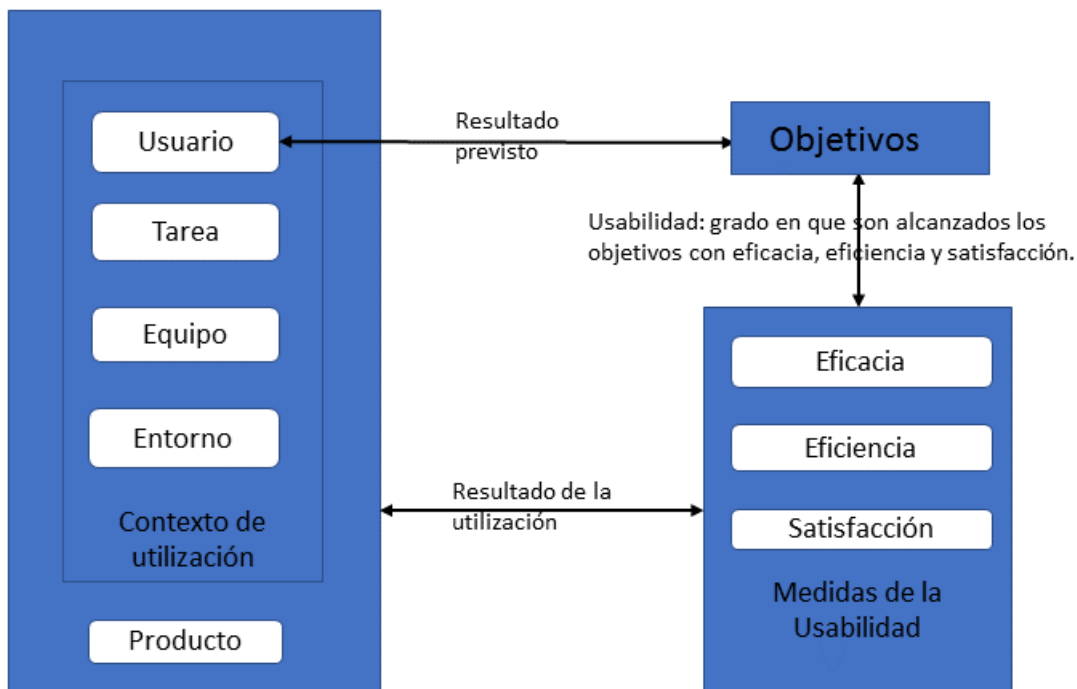


Figura 2.2: Framework ISO 9241 de usabilidad.

### 2.3. Experiencia de usuario

Para el *Nielsen Norman Group* [49], [2], la UX abarca todos los aspectos de la interacción del usuario final con la empresa, sus servicios y sus productos. Para el grupo *User Experience Professionals Association (UXPA)* [52] la UX son todos los aspectos de la interacción del usuario con un producto, servicio o empresa que conforman



las percepciones del usuario sobre el conjunto. El diseño de la UX como disciplina se ocupa de todos los elementos que componen esa interfaz, el diseño visual, el texto, la marca, el sonido y la interacción.

De acuerdo con la norma ISO 9241-210 [36], UX es el conjunto de percepciones y respuestas de una persona, resultantes del uso y/o el uso esperado de un producto, sistema o servicio. Esta norma hace las siguientes observaciones:

1. La experiencia del usuario incluye todas las emociones de los usuarios, creencias, preferencias, percepciones; las respuestas físicas y psicológicas; y los comportamientos y logros que ocurren antes, durante y después de su uso.
2. La experiencia del usuario es una consecuencia de la experiencia de marca, la presentación, la funcionalidad, el rendimiento del sistema, el comportamiento interactivo y capacidades de asistencia del sistema, el estado físico e interno del usuario como resultado de experiencias previas, actitudes, habilidades y personalidad, y el contexto de uso.
3. La usabilidad, si se interpreta desde la perspectiva de las metas personales de los usuarios, puede incluir el tipo de aspectos perceptivos y emocionales típicamente asociados con la experiencia del usuario. Los criterios de usabilidad pueden ser usados para evaluar los aspectos de la experiencia de usuario.

La experiencia de usuario tiene que ver con lo que el usuario siente antes, durante y después de interactuar con un producto (interfaz, dispositivo, herramienta, servicio al cliente, etc.). Si un producto no incorpora las motivaciones y las necesidades de los usuarios en su diseño, las probabilidades de que sea atractivo para los consumidores serán bajas porque la experiencia de uso no será satisfactoria. En este sentido es interesante conocer los recursos que invierten las empresas para conocer los colores que estarán de moda tres años en el futuro; el olor que deben tener los edificios de una cadena hotelera; el sonido que deberá tener un nuevo tipo de aspiradora que será lanzada al mercado próximamente; el aspecto que debe tener una máquina expendedora de café; o el olor, sonido e iluminación de una tienda de autoservicio. Lo que importa es que los usuarios o los consumidores se sientan felices al consumir un producto, cualquiera que este sea [62], [53].

### 2.3.1. Vínculo entre UX y usabilidad

La relación que existe entre la usabilidad y la UX se muestra en la Figura 2.3, la

Fuente: User Experience 2008, nnGroup conference Amsterdam



Figura 2.3: Vínculo entre HCI y UX.

cual dice que las condiciones para lograr una experiencia de marca o de producto positiva son la *utilidad*, la *usabilidad* y la *deseabilidad*, lo que tendrá como resultado una *experiencia de marca* atractiva para el usuario. En este contexto, a los términos utilizados se les da este significado:

- Utilidad: El producto debe ser útil para el usuario.
- Usabilidad: el producto debe ser funcional. Los usuarios deben ser capaces de utilizarlo.
- Deseabilidad: La forma en que se ve y se siente el producto debe ser agradable.

- **Experiencia de marca:** es la emoción que un usuario percibe como resultado de la acción que realiza una marca, de forma que él se sienta involucrado en esa experiencia. Cuando la marca consigue que el usuario se sienta exclusivo y único, la experiencia queda en su recuerdo, y desea experimentarla una vez más [64].

Por eso, los diseñadores de productos también deben ocuparse de diseñar la experiencia de usuario: qué *interfaz*, qué *contenidos* y qué *interacciones* lograrán el resultado buscado, verificando en todo momento la respuesta de los usuarios, es decir, el diseño debe estar centrado en el usuario. Para conseguirlo se debe saber qué hacen los usuarios y por qué lo hacen. En la Figura 2.4 [54], se muestra la arquitectura de un producto que considera la experiencia de usuario en su diseño. La Figura 2.4, se puede deducir de los elementos que participan en la producción

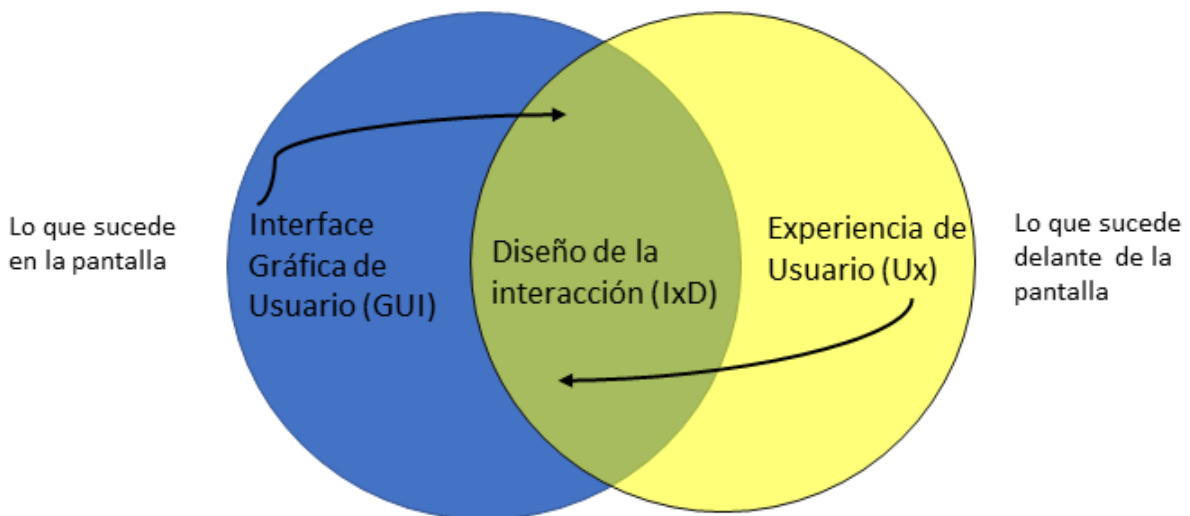


Figura 2.4: Arquitectura de una interfaz con UX.

y el consumo de las interfaces [13]:

1. El programador que crea el mecanismo de la interfaz, es decir qué componentes utilizar, cómo representar los datos y qué algoritmos se deben utilizar.
2. La dinámica de la interfaz que describe en tiempo de ejecución, el comportamiento del mecanismo sujeto a la interacción con el usuario.

3. La experiencia de usuario, que describe la respuesta emocional deseable del usuario cuando interactúa con el sistema.

### 2.3.2. Caracterización de la experiencia de usuario

Para caracterizar la UX se utilizarán los siguientes parámetros [32],[33], [34]:

1. **Facilidad de aprendizaje** que se mide por la velocidad con que el usuario descubre cómo realizar una tarea, cuántos errores comente y por la satisfacción del usuario que lo utiliza.
2. **Facilidad de uso**, es decir, si el usuario realiza la tarea de una manera cómoda, eficiente e intuitiva.
3. **Capacidad de recreación de un mundo virtual** que resulte creíble y atractiva para el jugador.
4. **La historia que se cuenta** y la manera en que la historia es narrada, ya que una historia mal contada alejará al jugador del juego.
5. **El diseño de los personajes** que incluye la aplicación debe ser creíble y deben integrarse con el entorno del mundo virtual en el que existen.
6. **Los sentimientos** de afinidad que el juego, en su conjunto, despierta en el jugador.
7. **Las reglas del juego** que incluyen cómo determinar el estatus del jugador dentro de la comunidad de jugadores.
8. **El hardware** del equipo de cómputo debe permitir la ejecución del juego sin restricciones para ayudar a que la experiencia de usuario sea óptima.

Esta serie de propiedades definen la “jugabilidad” de un videojuego y su grado de usabilidad como sistema interactivo. La **Jugabilidad** [32], se define como el *conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador ante un sistema de juego determinado cuyo principal objetivo es divertir y entretener de forma “satisfactoria y creíble” ya sea como jugador individual o en grupo*. Los atributos que se proponen en [32] para caracterizar la jugabilidad son:

1. **Satisfacción:** Agrado o complacencia del jugador ante el videojuego.
2. **Aprendizaje:** Facilidad para comprender los objetivos, reglas y formas de interactuar con el videojuego.
3. **Eficiencia y Efectividad:** Tiempo y recursos necesarios para lograr los objetivos propuestos en el videojuego.
4. **Inmersión:** Capacidad del juego para lograr que el jugador se sienta dentro del juego y se integre en el mundo virtual mostrado en el juego.
5. **Motivación:** Es la característica del videojuego que incita al jugador a seguir jugando y realizar determinadas acciones y persistir en ellas para su culminación.
6. **Emoción:** Impulso o reacción involuntaria que experimenta el jugador, originado como respuesta a los estímulos del videojuego, que induce sentimientos y que desencadena conductas de reacción automática.
7. **Socialización:** Atributos que hacen apreciar el videojuego de distinta manera al jugarlo en compañía (multijugador) ya sea de manera competitiva, colaborativa o cooperativa.

## 2.4. Guías o heurísticas de diseño

Como se mencionó en la sección anterior, las aplicaciones de computadoras están dirigidas a diferentes tipos de usuarios como hombres, mujeres, niños, jóvenes, adultos de diferentes razas, culturas, condición social y económica, además de distinta capacidad cognitiva y sensorial, lo cual hace necesario definir y utilizar guías de diseño para cada tipo de usuario al que está dirigida una aplicación en particular. Una guía de diseño general la propuso Jakob Nielsen [50] [30] y considera los siguientes aspectos:

1. **Visibilidad del estado del sistema:** en todo momento el usuario debe saber lo que el sistema está haciendo. Esto es particularmente importante cuando la seguridad del usuario está en riesgo. Por ejemplo, cuando el usuario está

realizando una transacción bancaria y el sistema se queda estático durante varios segundos o incluso más de un minuto. En esta situación el usuario no sabe si el sistema se ha detenido o simplemente está ocupado realizando la operación bancaria.

2. **Similitud entre el sistema y el mundo real:** se debe establecer una analogía entre los objetos y tareas que se realizan en el sistema con tareas y objetos de la vida cotidiana de los usuarios para que el entorno le resulte familiar al usuario y éste no se sienta sorprendido o extraviado al usar la aplicación. Por ejemplo, el cesto de basura que se utiliza para la eliminación de archivos transmite una idea clara de cuál es su funcionalidad.
3. **Control por parte del usuario y libertad:** el usuario en todo momento debe tener el control de la interfaz y la libertad de elegir qué hacer. Los sistemas rígidos que no le permiten interrumpir tareas o establecer cursos de acción son poco prácticos y frustran al usuario.
4. **Consistencia y cumplimiento de estándares:** los estándares son importantes porque definen la forma, el orden y la manera de presentar una interfaz de usuario. Esto se hace con el propósito de que las interfaces de diferentes aplicaciones, tengan elementos en común que faciliten su uso por parte de los usuarios. No hacerlo de esta manera aumentaría la curva de aprendizaje de los usuarios y limitaría sus probabilidades de éxito.
5. **Prevención de errores:** una interfaz de computadora debe notificar que el usuario ha cometido un error justo en el momento en que éste se ha cometido, no cuando la aplicación ya no pueda continuar por culpa del error. Para un usuario es frustrante llenar un formulario de diez pantallas, cometer un error en la primera pantalla y que el programa le avise cuando ha llegado a la novena pantalla. El programa tuvo que hacer la validación justo cuando el usuario cometió el error, no después.
6. **Preferencia al reconocimiento frente a la memorización:** forzar la memorización de cómo funciona una interfaz ocasiona fatiga mental. Por ello, se prefieren formas similares para actividades parecidas. Un ejemplo es la op-

ción “archivo” o “file” que siempre aparece en la parte superior izquierda de cualquier aplicación en prácticamente todas las aplicaciones en diversos sistemas operativos.

7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** en primera instancia, una aplicación debe llevar a cabo adecuada y prontamente las tareas para las que fue desarrollada y además, debe permitir que el usuario la configure de acuerdo con sus gustos y necesidades. La configuración básica incluye el tamaño de la ventana, el tamaño y el tipo de letras y la selección de los colores.
8. **Estética y diseño minimalista:** un diseño minimalista es importante porque elimina los elementos que no son necesarios en la interfaz, por ejemplo, luces parpadeantes, sonidos innecesarios o desagradables y avisos catastróficos hacen que la interfaz sea compleja, intimidante y complicada de utilizar.
9. **Ayuda para reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores:** un aviso de error mediante un número no ayuda ni a detectar el problema ni a corregirlo. Siempre es mejor explicar con palabras de qué se trata el problema de tal manera que el usuario sepa o intuya cómo resolverlo.
10. **Ayuda y documentación:** es claro que la ventana que se utiliza para informar de un error no es lo suficientemente grande para explicar todo lo relacionado con ese error, por eso es necesario proporcionarle al usuario un manual de uso donde se explica cómo utilizar la aplicación en el que se incluya una explicación amplia de todos los errores que pueden ocurrir durante la ejecución del programa.

Sin embargo, no se puede asumir que las heurísticas de Nielsen son efectivas para todos los tipos de usuario. En el caso de los Niños con Deficiencia Auditiva (NCDA) se deben considerar otros aspectos como los que se proponen en [27] y en [28], donde todas las decisiones de diseño relativas a la representación visual, navegación, manipulación de objetos y contenido interactivo se basan en:

1. **Conocimiento de las necesidades físicas, emocionales y cognitivas de los usuarios:** el desarrollador debe estar consiente de cuáles son las habilidades

y limitantes del usuario desde el punto de vista físico y cognitivo y cómo afectan estos aspectos a las emociones del usuario (tristeza, alegría, depresión, ansiedad, desesperación, etc.).

2. **Preferencias de los niños con respecto al estilo visual, el color, la iluminación y la luz en el aprendizaje:** Los sordos son personas visuales, es decir, la falta o disminución de su capacidad auditiva es compensada por el sentido de la vista, por lo cual es importante ocuparse de sus preferencias de iluminación y de color.
3. **Asociación entre colores y emociones de los niños:** los colores desaturados tienen un impacto negativo en la estimulación, mientras que los colores altamente saturados aumentan las ondas alfa en el cerebro que están directamente relacionadas con la conciencia. También se ha descubierto que los niños de cinco a seis y medio años, se sienten especialmente atraídos por colores cálidos y vibrantes, y la mayoría de las respuestas emocionales positivas se asocian con colores muy brillantes. La relación entre la luz y el aprendizaje sugiere que una configuración de iluminación brillante con la presencia de la luz del día, se asocia con un mejor rendimiento de los estudiantes [31].
4. **Diseño de personajes:** se recomienda que las características faciales de los avatares y el tamaño de las manos sean grandes y destacadas para que visualmente los gestos y las señas sean fácilmente distinguibles por los niños sordos.

Otras consideraciones de especial interés son aquellas relacionadas con el espacio físico en el que estudian o trabajan las personas con discapacidad auditiva [29]:

1. **Alcance sensorial:** las personas sordas leen o perciben las actividades en su entorno que pueden no ser evidentes para muchas personas oyentes. Esto lo hacen por medio de una sensibilidad aguda que les permite percibir señales visuales y táctiles como el movimiento de sombras, vibraciones o incluso ligeros cambios en la expresión o posición de las demás personas a su alrededor, por este motivo el entorno físico que los alberga debe estar diseñado y construido de acuerdo con esta característica.



2. **Espacio y proximidad:** los sordos se mantienen a mayor distancia entre ellos que los oyentes porque esto les permite abrir su campo visual y verse claramente, lo que le ayuda a realizar y entender las señas con las que se comunican. Cuanto mayor sea el grupo, mayor será el espacio necesario entre las personas para permitir la conexión visual de todos los integrantes del grupo.
3. **Movilidad y proximidad:** cuando dos signantes caminan juntos, necesitan mantener una distancia adecuada para mantener contacto visual y poder comunicarse entre ellos, por esa razón se recomienda que los corredores por donde transitan este tipo de personas sean amplios para que puedan verse a la cara.
4. **Luz y color:** una iluminación deficiente puede causar fatiga ocular o agotamiento físico y con ello provocar pérdida de concentración en las tareas desempeñadas y también dificultar la comunicación entre los signantes al no poder distinguir adecuadamente las señas de su interlocutor. La luz suave y difusa ayuda con la conversación visual y los colores de las telas, paredes y mobiliario pueden contrastar el tono de la piel para resaltar el lenguaje de señas y ayudar en la comunicación.
5. **Acústica:** el sonido puede ser una distracción o una molestia para las personas sordas que utilizan dispositivos de ayuda auditiva como audífonos e implantes cocleares. Por lo tanto, se debe tener cuidado que en los espacios dedicados a ellos estén libres de ese tipo de ruidos.

## 2.5. Animación por computadora

La palabra *animación* proviene del griego “anima”, del latín “animus” y “animationis”. Significa “dar vida” o “dotar de energía y acción” [65]. Los dibujos animados en el cine y en la informática se consiguen reemplazando una imagen por otra similar repetidamente a una velocidad de 24, 25 o 30 imágenes o fotogramas por segundo.

En esta tesis se utilizarán personajes animados que mostrarán a los usuarios cómo se deben ejecutar los movimientos de la LSM. La velocidad de la animación podrá graduarse de acuerdo al gusto o necesidad de los usuarios.

## Capítulo 3

# Estudio contextual

Un estudio contextual o etnográfico es un método particular o un conjunto de métodos que implica que el observador participe abierta o encubiertamente en la vida cotidiana de las personas durante un período de tiempo prolongado, observando lo que sucede, escuchando lo que se dice, haciendo preguntas y recopilando los datos disponibles para arrojar luz sobre los temas que son el foco de la investigación [21]. En [20] se describe la etnografía como una metodología para experimentar, interpretar y representar una cultura o una sociedad.

Los pasos que se deben seguir en un estudio contextual son:

1. **Planeación**, que implica definir los temas a investigar, los usuarios que participarán en el estudio y los lugares y localidades dónde se llevará a cabo el estudio.
2. **Métodos**, que implica determinar los medios tecnológicos (fotografía, videos, papelería), metodológicos (entrevistas, cuestionarios), y los tiempos necesarios para el desarrollo del estudio.
3. **Estudio piloto**, que significa que antes de realizar el estudio, se debe realizar un ensayo con el fin de disminuir los riesgos de fallos.
4. **Tratamiento ético** del material recopilado para salvaguardar la privacidad de los participantes en el estudio contextual.

5. **Análisis del contexto de uso** que se refiere al análisis de resultados del estudio.

Para el desarrollo de este proyecto, el estudio contextual es una de las partes más críticas y relevantes, porque la interfaz que se pretende desarrollar es para un grupo de personas que padecen la falta o disminución del sentido del oído, lo que obstaculiza que aprendan a hablar, leer y escribir en español. Esta discapacidad de los usuarios hace estrictamente necesario conocer a fondo sus características personales, culturales y contextuales para definir los requerimientos de la interfaz. Para el caso que nos ocupa, el estudio se centró en dos vertientes:

- La importancia de utilizar video y fotografía para documentar la forma en que los usuarios realizan sus tareas en su entorno cotidiano.
- El buen uso que se le debe dar a la información recopilada, ya que en los videos y en las fotografías aparecen imágenes de personas reales que no saben quién o quienes dispondrán de esa información ni que usos se le darán a ella, es decir, siempre existe el riesgo de que la información salga del entorno para el que fue recopilado y sea utilizado en actividades tales como fomento al racismo y la segregación.

Para entender cómo se presenta un estudio contextual, se utilizaron como ejemplos los artículos presentados en [25] y en [26]. En [25] se presenta un estudio contextual de la importancia que le dan las adolescentes a sus web blogs que utilizan como medio para construir sus relaciones sociales en la web y también para darse a conocer masivamente, y en [26] se analiza etnográficamente, el impacto negativo que tiene el turismo en comunidades pequeñas, que se debe entre otras cosas, al desconocimiento de los valores y costumbres de los residentes del lugar ya que estos se sienten ofendidos al sentir que su cultura no es respetada por los visitantes.

### **3.1. Sitio del estudio contextual**

La observación de los usuarios se llevó a cabo en el Centro de Atención Múltiple (CAM) Número 4, localizado en Ejército Nacional S/N de la Heroica Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca. Se eligió esta escuela porque a ella asisten alumnos con discapacidad auditiva, cuenta con profesores graduados en educación especial que dan clase y asesoría de LSM y los alumnos pueden inscribirse al taller de LSM que se ofrece en cada ciclo escolar. En el CAM está una profesora cuya actividad principal es brindar asesoría al público en general acerca de problemas de aprendizaje, y quienes más recurren a ella, son profesores de grupos regulares que han detectado problemas de aprendizaje con sus alumnos y no saben cómo enfrentarlos. Esta maestra también asesora a los padres de familia que han sido canalizados con un especialista porque sus hijos presentan algún problema de aprendizaje. Además, está otra profesora que se ocupa principalmente de la enseñanza de LSM a los niños que asisten al CAM y que se inscriben al curso.

### **3.2. Planeación**

Para realizar el estudio contextual es necesario observar a los usuarios en el sitio donde habitualmente llevan a cabo las actividades que se desean observar. Una forma es presentarse con ellos como observador y otra forma es integrarse como uno más de su grupo de clase. En este estudio se prefirió la segunda opción, es decir, el observador formó parte del grupo como un alumno más. Las ventajas de esta decisión son:

- Al mismo tiempo que se observa a los estudiantes llevar a cabo sus tareas también se participa en ellas, lo que permite una mayor comprensión de cómo se realizan y de la dificultad que implica aprenderlas y hacerlas.
- No alterar el comportamiento de los niños al sentirse observados, y dado que al curso de LSM pueden entrar los papás de los niños y cualquier otro interesado en aprender dicha lengua, la presencia del observador no incide en su comportamiento.

Por lo tanto, se acordó con la profesora del grupo, entrar al curso como un adulto oyente que requería aprender LSM. Solamente en la sesión en que se grabó video y se tomó fotografía cambió el comportamiento del observador y se le preguntó a la profesora cómo afectarían estas grabaciones al comportamiento de los niños, a lo que ella respondió que el efecto sería mínimo porque los alumnos están acostumbrados a que las empresas vendedoras de comida les tomen fotografías y videos como evidencia de las donaciones que le hacen al CAM.

Para la documentación del estudio contextual se grabaron videos y se tomaron fotografías de las profesoras y de los estudiantes realizando sus actividades habituales dentro del salón de clase. También se entrevistó a las profesoras para que explicaran las tareas que se llevan a cabo dentro del aula y cómo las llevan a cabo, cuáles son sus expectativas con respecto a sus estudiantes, así como las características sociales, culturales y económicas de los niños. También se les pidió que explicaran qué metodología de enseñanza utilizan, qué herramientas ocupan, de qué medios quisieran disponer para mejorar la calidad de la enseñanza de LSM y cuáles son los inconvenientes que más afectan su labor de enseñanza. Extraer esta información tiene el propósito de conocer bien las características de los usuarios a los que está enfocada la interfaz.

### **3.2.1. Cuestionario a profesoras**

El grupo de usuarios al que se enfoca el desarrollo de este trabajo de tesis está formado principalmente por niños con deficiencia auditiva motivo por el cual es difícil para un oyente dialogar directamente con ellos. Por esa razón y dado que su maestra de LSM los conoce de tiempo atrás, se prefirió observar a los usuarios durante su clase en el aula, pero en lugar de entrevistarlos a ellos, se entrevistó a la profesora que les da clase todos los días. Esta entrevista cubre estos objetivos:

1. Conocer las tareas y el entorno de aprendizaje de los niños por medio de una profesora.

2. Conocer la opinión de un usuario experto (la profesora) respecto a las características que debe tener una interfaz de computadora, que ayude al docente y al alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la LSM.

Para conseguir estos dos objetivos se diseñó el cuestionario que aparece en el apéndice A para que lo contestara tanto la profesora de grupo como la profesora que brinda asesoría acerca de problemas de lenguaje. Se aclara que estas preguntas sirvieron como gión para una conversación con las profesoras, es decir, no se les dio por escrito para que lo contestaran ni se grabaron sus respuestas. Durante la conversación se fueron intercalando las preguntas y las respuestas resumidas aparecen en el apéndice B.

### 3.2.2. Lugar físico de observación

La observación se realizó en un salón de clase del CAM que tiene estas características (Figura 3.1 y Figura 3.2):



Figura 3.1: Aspecto de un salón de clase.



Figura 3.2: Condiciones de un salón de clase.

- El salón tiene espacio y mobiliario para 16 personas.
- El profesor trae consigo una computadora portátil y un cañón para la impartición de su clase.
- La altura y el tamaño de las mesas es adecuado para niños de primaria, pero pequeño e incómodo para adolescentes o adultos (ver Figuras 3.1 y 3.2).
- Debido al horario y por la cantidad de luz que entra por las ventanas, la imagen del cañón no es muy buena.
- El nivel de ruido proveniente del exterior no interfiere en la impartición de las clases.

### **3.3. El estudio contextual**

Para este proyecto en particular, la importancia del estudio contextual es definir quiénes son y cómo son los usuarios, qué tareas llevan a cabo y cómo las realizan, cuál es el mejor medio para comunicarse con ellos considerando que ellos no escuchan y el observador no conoce la LSM, y cuáles son los medios tecnológicos disponibles para ejecutar la interfaz una vez que esta esté terminada.



### 3.3.1. Periodo de aplicación y datos del curso

El estudio contextual se llevó a cabo del tres al catorce de julio de 2017 en el curso de LSM que se llevaba a cabo en el CAM. El horario del curso fue de lunes a viernes de 13:00 a 14:00 hrs. y estaba dirigido a personas que padecen anacusia o hipoacusia, aunque también se permitía la entrada a cualquier persona interesada en aprender LSM. Los datos numéricos del curso son:

- La cantidad de alumnos que asistía diariamente a clase fluctuaba entre seis y once estudiantes. Este curso estaba enfocado a niños con discapacidad auditiva pero también asistían personas adultas con o sin sordera.
- La edad de los alumnos que toman clase es muy variable. Los más jóvenes tenían seis años y los adultos rebasan los treinta, aunque la mayoría eran niños de primaria entre los seis y los doce años de edad.
- La clasificación por género es de aproximadamente 50 % mujeres y 50 % hombres.

### 3.3.2. Descripción de los usuarios

1. **Profesores de educación especial.** La Maestra Sabrina Acevedo Santiago es Licenciada en Educación Especial y tiene una Maestría en Tecnología Educativa. Tiene cuatro años de experiencia frente a grupo y seis años como intérprete de LSM. Actualmente es profesora de grupo en el CAM número 4 y lo que más le gusta es ser interprete y trabajar con sordos.

La Maestra Doricel Aguirre Ramírez es licenciada en Educación Especial, tiene una especialidad en Audición y Lenguaje y una Maestría con especialidad en Sicipedagogía Clínica. Ella tiene más de diez años de experiencia y su puesto actual en el CAM número 4 es el de asesora en discapacidad auditiva y problemas de aprendizaje.

Ambas profesoras hacen uso de equipos de cómputo, teléfonos celulares y de redes sociales, así como de aplicaciones relacionadas con la LSM.

2. **Usuarios con discapacidad auditiva.** Los usuarios en observación (Figura 3.3 y Figura 3.4) son personas con discapacidad auditiva y por lo tanto, se les debe tratar como un grupo de usuarios especiales. Sus características son:



Figura 3.3: Interactuando con los alumnos.



Figura 3.4: Enseñando LSM.

- a) **Capacidades físicas:** Los alumnos que asistían a la clase de LSM solamente tenían limitantes de audición. Sus demás capacidades físicas se consideraban normales.

## b) **Capacidades cognitivas**

- La capacidad de memoria de los estudiantes se consideraba normal ya que eran capaces de recordar con fidelidad lo que la profesora les explicaba.
- Su dominio del idioma español, tanto hablado como escrito, era muy reducido, ya que por su edad y por su deficiencia auditiva estaban en un proceso de aprendizaje. Además se debe tener presente que, aunque una persona con problemas en el sentido del oído, cuando oraliza, estructura las oraciones diferente a como lo hace un oyente. Como ejemplo se muestran estos textos extraídos de facebook “*Tu solaaaa soltera hermosa sonrisa bella la Reyna Ángelys siempre primera vez de colima siempre gusto muy bien muy*” y “*Tu saludas cariño amiga y guapa wowo sonrisa*”. Esto se debe a que:

- 1) Al tener una deficiencia auditiva, la capacidad para pronunciar palabras es limitada, lo que origina que aprender a leer y escribir en español sea más complicado: como se escucha se habla y como se habla se escribe.
- 2) La estructuración de la LSM es diferente a la estructura del español y cuando una persona con deficiencia auditiva aprende a leer o escribir español, lo hace con la estructura de la LSM.

c) **Personalidad de los asistentes al curso:** Durante la observación se notó que los gustos, disgustos, paciencia, actitud y preferencias de los integrantes del grupo eran similares a las que se encuentran en alumnos sin discapacidad: Juegan, se divierten, platican y discuten como en cualquier grupo escolar.

d) **Aspectos sociales:** Algunos niños que asistían al taller tenían limitantes económicas, que les impedía asistir diariamente a clase. Algunos solamente asistían de una a tres veces por semana.

- e) **Uso de la tecnología:** Durante la clase los alumnos no hacían uso de tecnología para consulta o realización de algún ejercicio, sin embargo, la profesora del grupo afirma que cuando ha tenido oportunidad de que sus estudiantes utilicen tabletas o teléfonos celulares se concentran con mayor facilidad y aprenden más rápido. También hizo notar que los hablantes de LSM se graban en video para compartir mensajes en las redes sociales, ya que para ellos es más fácil hacerlo de esta manera que escribir texto. Además, mencionó que no todos los asistentes a su clase tienen tableta o teléfono en el cual instalar aplicaciones.

### **3.4. Resultados del estudio contextual**

Después de realizar el estudio contextual se procedió a analizar la información recabada. En las siguientes subsecciones se presentan estos resultados y su valoración correspondiente.

#### **3.4.1. Personas**

Utilizando la técnica llamada *Personas*, que en inglés y de acuerdo con el Cambridge Dictionary, significa *The way your character seems to other people*, es decir *la forma en que tu personaje se parece a otras personas* [22], [23], [24], y derivado del estudio contextual, se procedió a crear un modelo que describe minuciosamente los diferentes tipos de usuarios que tendrá la interfaz desarrollada. El objetivo de esta técnica es saber en todo momento para quién (usuario o grupo de usuarios) se está desarrollando la aplicación.

Las *personas* son personajes imaginarios pero representativos de los diferentes tipos de usuarios y deben considerar los siguientes aspectos:

1. Las personas representan a los usuarios en todo el proceso de definición, diseño y desarrollo.
2. Son arquetipos hipotéticos de usuarios reales.
3. Son imaginarios, pero definen con precisión quién usará la aplicación.

4. Las personas se definen en función de sus objetivos y sus metas.

La información de las personas debe incluir:

- Características demográficas.
- Experiencia laboral.
- Nivel de estudios.
- Experiencia utilizando sistemas interactivos.
- Nivel de conocimiento y dominio de aplicación del sistema.
- Disponibilidad de la tecnología.
- Actitudes personales y valores.

Y los pasos que se deben seguir para su correcta definición son [24]:

1. Identificar las variables de comportamiento.
2. Asignar entrevistas a variables conductuales.
3. Identificar patrones de conducta significativos.
4. Sintetizar características y objetivos relevantes.
5. Comprobar la redundancia y la integridad de la información.
6. Expandir la descripción de los atributos y comportamientos.
7. Designar tipos de persona.

En el estudio contextual de la sección 3.3, se detectaron dos tipos de usuarios principales para la interfaz: el usuario *profesora de LSM* que se define en la Figura 3.5 y el usuario *alumno de LSM* que se define en la Figura 3.6.

# Persona maestra de LSM



**Tere Hernández**

Profesora de educación especial

## ¿Quién es Tere?

Tere es una joven profesora de educación especial que trabaja en el CAM No, 4 de la ciudad de Huajuapán de León, Oax.

## Datos personales

- Edad: 26 años
- Grado académico: Maestría en educación especial
- Nivel socioeconómico: B+, A.
- Tareas típicas en internet: redes sociales, actividades profesionales

## Características

- Es licenciada y maestra en educación especial.
- Tiene más de seis años de experiencia.
- Sus actividades principales son impartir talleres de LSM a niños con discapacidad auditiva.
- También enseña LSM a cualquier persona interesada en aprender LSM y ofrece asesoría a familiares de personas con discapacidad auditiva

## Atributos

- Ama su trabajo y le satisface ver los logros de sus estudiantes.
- Trata a sus alumnos con empatía, paciencia y respeto.
- Busca diferentes estrategias para la enseñanza de la LSM.
- Siempre está dispuesta a ayudar a quién se lo pida.
- Ayuda a las personas por medio de asesorías y proporcionando material de apoyo como libros y revistas.
- Se mantiene en contacto con sus alumnos por medio de las redes sociales.

## Habilidades informáticas

- Uso de internet: avanzado
- Uso de software de escritorio: avanzado.
- Uso de aplicaciones móviles: avanzado
- Uso de redes sociales: Avanzado

## Dispositivo

- Celular Inteligente
- Computadora portátil.

## Aplicaciones

- FaceBook
- MS-Office
- Software educativo

## Objetivos profesionales

- Actualización Constante.
- Asistir profesionalmente a quién lo solicite.
- Dominar los diferentes procesos de enseñanza de LSM.
- Utilizar eficazmente la tecnología para la enseñanza

Figura 3.5: Persona Maestra.

# Persona alumno de LSM



## Adolfo Ruíz

Niño con discapacidad auditiva

### ¿Quién es Adolfo?

Adolfo es un niño con discapacidad auditiva que asiste a la primaria en el CAM No. 4 de la ciudad de Huajuapán de León, Oax.

### Datos Personales

- Edad: 10 años.
- Nivel escolar: Quinto de primaria.
- Nivel socioeconómico: D+, D.
- Tareas típicas en Internet: Ninguna.

### Características

- Es un niño de diez años.
- Padece deficiencia auditiva (anacusia o hipoacusia).
- Es alumno de primaria y del taller de LSM en el CAM.
- Su capacidad cognitiva es similar a la de cualquier otro niño de su edad.
- Solamente se comunica por medio de señas o por sonidos difíciles de entender.
- No puede escribir ni leer en español.
- Su mundo es un espacio sin sonidos.

### Atributos

- Es muy expresivo.
- Le gusta jugar.
- Desea comunicarse con las personas que lo rodean.
- Se siente aislado porque pocas personas lo entienden.
- Se siente atraído por la tecnología y la utiliza cuando la tiene a su alcance.
- Su discapacidad auditiva le causa frustración.

### Habilidades infomáticas

- Se siente atraído por la tecnología y la utiliza cuando la tiene a su alcance.

### Dispositivo

- No posee dispositivos.

### Aplicaciones

- No las conoce

### Deseos

- Comunicarse con las personas que lo rodean.
- Aprender
- No estar aislado

Figura 3.6: Persona Alumno.

### 3.4.2. Tareas en el aula para el aprendizaje

Las tareas que realiza la profesora en el aula para la enseñanza de la LSM son:

1. La profesora enseña un conjunto de señas agrupadas por campos semánticos a sus estudiantes. Ellos repiten varias veces esas señas y la profesora los corrige cuando se equivocan (Figura 3.7).



Figura 3.7: Interacción alumno-profesora.

2. Enseñanza del abecedario dactilológico.
3. Deletreo de sustantivos por medio de la dactilología.
4. Proyección de cuentos en video narrados en LSM [57]. Después de mirar el cuento, cada uno de los alumnos debe pasar al frente y narrarlo a sus compañeros de grupo. Ante los errores la profesora les muestra cuál es la seña correcta y les enseña cómo hacerla.
5. Enseñanza de la gramática propia de la LSM.

### 3.5. Conclusiones del estudio contextual

Después de realizar el estudio etnográfico con los niños que asisten al CAM No 4 de Huajuapán de León, Oax, se concluye que estos niños:



- Lucen y se comportan como si fuesen oyentes: juegan, se comunican, aprenden, se enojan como cualquier otra persona. De hecho, es difícil darse cuenta inmediatamente que se está frente a personas que no escuchan o que no escuchan adecuadamente.
- No tienen discapacidad intelectual: son capaces de aprender la mayoría de las habilidades si se les enseña adecuadamente.
- Ellos se sienten aislados porque pocas personas los entienden, incluso en su casa se sienten marginados porque sus familiares no los comprenden, lo que les causa enojo, frustración y desigualdad. Esta incomprensión también provoca que ante las tareas que les dejan en la escuela, no puedan pedir ayuda a su padres o hermanos.
- Los niños que asisten al CAM no usan tecnología como celulares inteligentes o tabletas. Una de las razones es por restricciones económicas, pero también porque sus papás no confían en que sean cuidadosos con estos dispositivos. Sin embargo, cuando tienen estos aparatos a su alcance, los utilizan con emoción y entusiasmo. También han descubierto que, con la cámara de los dispositivos, pueden auto grabarse para compartir mensajes en redes sociales, lo cual les permite transmitir una idea sin tener que escribir texto: les consume menos tiempo y entre su comunidad, los mensajes son claros.
- La deficiencia auditiva se traduce en un obstáculo para comunicarse tanto por el medio oral como por el medio escrito, lo que trae como consecuencia dificultades para el aprendizaje de otras áreas de conocimiento.
- Cuando el grupo está formado únicamente por sordos, sin la participación de oyentes, el nivel de comunicación intragrupal es alto.

Un punto importante es que un mismo taller de LSM pueden asistir oyentes o no oyentes desde niños de primaria hasta adultos.

### 3.6. Alternativas de solución

A partir del estudio contextual y de los requerimientos para el aprendizaje, se visualizaron al menos tres soluciones posibles para llevar a cabo la práctica de la LSM. Estas son:

1. Libro impreso de LSM para que el alumno aprenda y practique su habilidad de comunicación mediante señas. Utilizando un medio impreso es difícil de explicar cómo mover el cuerpo para realizar una seña de La LSM. Se debe considerar que aparte del movimiento de las manos, también se debe mover la cabeza y hacer gesticulaciones con la cara para modificar o enfatizar el movimiento de lo que se está diciendo, lo cual es complicado de entender siguiendo las flechas que se colocan en los libros para indicar la dirección del movimiento. También se debe considerar que los medios impresos pueden ser costosos de adquirir y que al fotocopiarlos se pierde mucha información.
2. Serie de videos temáticos cortos donde un signante enseña LSM. Este es un medio que facilita la explicación de cómo mover el cuerpo para realizar una seña, pero al no ser interactivo, es complicado ajustar la reproducción del video de acuerdo a los requerimientos del alumno o aprendiz de LSM. Estos videos se pueden copiar y distribuir mediante CD, DVD o memorias USB, con la ventaja que la copia no implica pérdida de calidad. Para su visualización se requiere de un lector de DVDs y de una televisión o de una computadora con lector de CD/DVD o de memoria USB, aunque es necesario considerar que los CD y DVD prácticamente han dejado de fabricarse [58], [59].
3. Interfaz interactiva de computadora instrumentada conforme a la metodología UCD. Una interfaz interactiva tiene la ventaja de que se puede personalizar de acuerdo a los requerimientos del usuario. Por ejemplo, la interfaz puede tener personajes humanoides tridimensionales que le muestren al usuario cómo debe mover el cuerpo para realizar una seña de la LSM. El usuario también puede repetir una seña las veces que sea necesario, pero cambiando la perspectiva y la velocidad del movimiento del personaje. Además, si se

considera que la interfaz esté desarrollada conforme a UCD, se garantizará su usabilidad y la satisfacción del usuario.

Por otra parte, la distribución de la aplicación es posible mediante internet, por memorias USB, CD o DVD y para su visualización se requiere de una computadora. En el caso específico del CAM, la aplicación se puede instalar en las computadoras de la institución que utilizan los profesores para impartir su clase y en la Sala Multisensorial.

En el cuadro 3.1, se presentan las ventajas y desventajas de estas soluciones.

Cuadro 3.1: Cuadro comparativo de las soluciones propuestas.

No.	Solución	Ventaja	Desventaja
1	Libro impreso.	El empastado sencillo es económico.	No es interactivo. Se destruye con el uso. El fotocopiado pierde calidad.
2	Videos en DVD	Se puede duplicar fácilmente. El costo de duplicación es bajo.	La interactividad es mínima. Requieren medios físicos para visualizarlos. Los DVD son productos antiguos. Los lectores de DVD han dejado de fabricarse.
3	Interfaz interactiva	Es interactiva. Se puede duplicar fácilmente. La duplicación no tiene costo. Se puede distribuir por internet Se puede instalar en PC, laptop y smartphone. Existe un catálogo extenso de smartphones económicos.	Se requiere equipo de cómputo para su ejecución. El equipo de cómputo puede ser costoso.

### 3.7. Contexto de uso de la interfaz

El contexto de uso de la interfaz propuesta es variado: en principio lo pueden utilizar los NCDA (Figura 3.6) que asisten al CAM y los maestros y maestras que

imparten clase en esa institución (Figura 3.5), pero también es de utilidad para cualquier persona que tenga nociones e interés en practicar la LSM.

Cualquier medio que se les proporcione a las personas con discapacidad auditiva para que aprendan la LSM tiene un costo. La ventaja de desarrollar una interfaz de computadora es que la aplicación se puede instalar en los equipos de cómputo que utiliza el CAM para la enseñanza y que los niños puedan hacer uso de ella bajo la supervisión de su maestra, incluso es posible que algún niño tenga acceso a una computadora fuera de la escuela en donde pueda ejecutar la interfaz.

La interfaz propuesta está centrada en los niños del CAM, pero su uso no está limitado a ellos. La aplicación la pueden utilizar otros niños o incluso personas adultas con discapacidad auditiva o con interés en aprender la LSM, que vivan un contexto económico y cultural diferente al que habitan los niños que participaron en el estudio contextual.

## Capítulo 4

# Diseño conceptual de la solución

Después de analizar los resultados del Estudio Contextual se deben estudiar las guías de diseño concernientes a las aplicaciones desarrolladas para personas con discapacidad auditiva. Este estudio se realiza con el propósito de diseñar las interfaces de usuario de acuerdo con sus necesidades y capacidades tanto físicas como cognitivas e intelectuales de los usuarios. Por ejemplo, las personas que participaron en el estudio contextual no escriben ni hablan en español y tampoco están oralizadas, por lo que se hace necesario que la interfaz sea gráfica e intuitiva y no se desplieguen sonidos ni mensajes escritos o hablados porque pasarán inadvertidos para la mayoría de este tipo de usuarios.

### 4.1. Diseño de prototipos de baja fidelidad

El estudio contextual junto con las guías de diseño, permiten diseñar los personajes y la interfaz gráfica de usuario (GUI) para que sean evaluados por los usuarios reales o por un usuario experto. La evaluación tiene como propósito conocer la reacción del usuario ante la interfaz, las emociones que experimentó al utilizarla, la comprensión de uso, las deficiencias que observó y qué funcionalidades no están presentes pero que para él son primordiales dentro de la aplicación. Principalmente lo que se busca es una retroalimentación que permita maximizar la usabilidad de la aplicación y así garantizar la satisfacción del usuario.

## 4.2. Propuesta de personajes

Para este trabajo de tesis se propone que el usuario pueda elegir el personaje que le asistirá en la práctica de la LSM y para ello la interfaz dispone de personajes que representan niños, niñas, maestros y maestras, para que el practicante elija uno de ellos y realice el entrenamiento. Para que los personajes satisfagan los gustos de los usuarios es necesario diseñar por lo menos tres personajes de cada tipo para que en las pruebas de usabilidad de baja fidelidad los participantes los evalúen y digan cuáles rechazan, cuáles aceptan y que cambios o ajustes se les deben aplicar a los personajes aceptados. Las características de los personajes, están basados en las opiniones de los niños y maestras que participaron en el estudio contextual. Estas son: expresión corporal, carácter, comportamiento, color de piel, color de ojos, color del cabello, forma de la cara, estilo de peinado y en menor medida, estilo de vestimenta y forma del cuerpo. La apariencia y la descripción de su personalidad de los personajes, estuvo guiada y avalada por las maestras del CAM que participaron en el proyecto.

La aplicación que se ha utilizado para el diseño de los personajes es DAZ Studio 4.10 en su versión para el sistema operativo Windows 10. Esta aplicación es útil para la generación de personajes de videojuegos y proporciona distintos personajes genéricos que se pueden ajustar de acuerdo a las necesidades de diseño como el color de piel, expresión de la cara, tamaño y forma del estómago, del busto y las caderas y demás rasgos físicos y anatómicos. Daz Studio junto con los personajes también proporciona vestimenta para los personajes, la cual se puede ajustar al gusto o necesidad de diseño que se tenga, y en el caso de que el material de diseño no sea suficiente o adecuado, el diseñador puede buscar en la tienda virtual de Daz los personajes, ropa, cabello o algún otro elemento que requiera para completar el diseño de sus personajes.

Para la propuesta de baja fidelidad únicamente se utilizaron los personajes y los aditamentos que incluye la instalación básica de Daz Studio, siendo los inconvenientes más graves, la vestimenta para mujeres adultas y el calzado. Así que para

avanzar en el proyecto se adquirió el material necesario en la tienda de Daz, ya que desarrollarlos localmente, quedaba fuera de los objetivos del trabajo de tesis.

#### 4.2.1. Propuesta de personajes femeninos infantiles

Para el caso de los personajes infantiles DAZ Studio solamente proporciona un modelo básico, denominado *Génesis*, que sirve para modelar desde niños pequeños (sin incluir bebés) hasta adultos jóvenes tanto masculinos como femeninos. Utilizando ese prototipo se adecuaron las tres niñas que aparecen en la Figuras 4.1a, 4.1b y 4.1c.



(a) Brenda.



(b) Diana.



(c) Samantha.

Figura 4.1: Personajes femeninos infantiles.

El personaje que se presenta en la figura 4.1a corresponde a una niña de entre 8 y 10 años de edad, tiene aspecto triste y gestos serios o duros. Su cabello es negro y corto, sus ojos son cafés y el color de su piel es moreno. El diseño del rostro de la niña se debe a que durante el estudio contextual, algunos participantes mostraron ese tipo de lenguaje corporal.

El personaje que se presenta en la figura 4.1b corresponde a una niña de aproximadamente 10 años de edad. Sus facciones son suaves, sonríe y su aspecto es amigable. Su cabello es semilargo de color castaño y su vestimenta es colorida

con adornos. La principal diferencia con respecto a la primera niña es la alegría que transmite a quienes la rodean. Aunque en el grupo de exploración había niños serios, también los había alegres y comunicativos.

El personaje que se presenta en la figura 4.1c también corresponde a una niña de 10 años de edad. Su cabello es largo, negro y está adornado con moños de color verde. Su nariz es corta y ancha y su vestimenta es una combinación de colores claros y oscuros. La principal diferencia con los modelos anteriores es su cabello largo adornado con moños de colores.

#### 4.2.2. Propuesta de personajes masculinos infantiles

Los personajes de los niños que se presentan en las figuras 4.2a, 4.2b y 4.2c parten



(a) Pedro.



(b) Diego.



(c) Arturo.

Figura 4.2: Personajes masculinos infantiles.

del mismo modelo genérico que se utilizó para el diseño de las niñas, pero ajustado para que tengan aspecto infantil masculino.

El personaje que se presenta en la figura 4.2a representa a un niño de aproximadamente 12 años de edad. Su cabello es corto, negro y sin peinar, su tez es morena, sus facciones son amigables, su cuerpo es de aspecto fuerte y su vestimenta es juvenil.



El personaje que se presenta en la figura 4.2b también representa a un niño de aproximadamente 10 años de edad. Su cabello es corto, negro y peinado hacia atrás lo que le da un aspecto de formalidad, su tez es morena, sus facciones son serias, su cuerpo es menos robusto que el niño mostrado en la figura 4.2a y su vestimenta es juvenil.

El personaje que se presenta en la figura 4.2c representa a un niño guerrero de aproximadamente 8 años de edad. Su vestimenta no es similar al tipo de ropa que utilizan los niños que participaron en el estudio contextual. Su propósito es representar a los niños con discapacidad auditiva que diariamente se esfuerzan por comunicarse con las personas oyentes que las rodean.

### 4.2.3. Propuesta de personajes para profesoras

Para el diseño de personajes adultos jóvenes femeninos DAZ Studio proporciona prototipos específicamente diseñados con ese propósito, aunque también se puede utilizar el modelo genérico que se utiliza para el diseño de personajes infantiles. El principal inconveniente con estos modelos básicos es la poca variedad de vestimenta y que ésta es muy sensual para el tipo de personaje que se está diseñando, lo cual se puede apreciar en las figuras 4.3a, 4.3b y 4.3c. Además, se tienen li-



(a) Maestra A.



(b) Maestra B.



(c) Maestra C.

Figura 4.3: Personajes de profesoras.

mitaciones para la modificación del color de los ojos y de la piel, así como de los zapatos. Para solventar estos problemas se precisó adquirir los componentes necesarios en la tienda de DAZ Studio.

El personaje que se muestra en la figura 4.3a representa a una profesora joven de cabello negro claro, sus ojos son grandes y cafés, cara sonriente y amigable y su nariz es larga y ancha.

El personaje que se muestra en la figura 4.3b, representa a una profesora joven de cabello negro claro, ojos azules, su rostro es serio pero no es duro, su nariz es corta y ancha, su piel es morena y su cuerpo es de complexión esbelta.

El personaje que se muestra en la figura 4.3c, representa a una profesora joven de cabello negro y largo, ojos semi verdes, cara alargada de aspecto hostil, piel morena y cuerpo esbelto. Estas características están basadas específicamente en una participante del estudio contextual.

Un aspecto para considerar con los modelos básicos de DAZ Studio, es que solamente permiten crear modelos de niños y adultos jóvenes lo que imposibilita la creación de personajes que representen personas de edad media o avanzada.

#### **4.2.4. Propuesta de personajes para profesores**

Para personajes adultos masculinos también es posible recurrir a los modelos diseñados específicamente para ese propósito o utilizar el modelo genérico que se mencionó anteriormente y que, a excepción de la ropa, se tienen los mismos problemas que en el caso de los modelos para mujeres. Las figuras 4.4a, 4.4b y 4.4c muestran a los maestros que se diseñaron para que fueran evaluados por los usuarios para determinar cuál o cuáles de ellos formarían parte de la aplicación.



(a) Maestro A.



(b) Maestro B.



(c) Maestro C.

Figura 4.4: Personajes de profesores.

La figura 4.4a muestra a un profesor joven, amigable y sonriente, de cabello corto, negro y chino, ojos cafés, piel morena y que utiliza ropa casual. Su complexión es mediana y gusta de saludar a las personas con las que convive.

La figura 4.4b muestra a un profesor con el cabello rapado y con barba, lo que puede causar la percepción de ser agresivo y de ocultar sus intenciones, sin embargo, la calvicie no es intencional y para algunos hombres, la barba es parte de su personalidad, además de que la posición de sus manos, le hace ver como una persona desesperada. Es moreno de ojos cafés y complexión robusta.

La figura 4.4c muestra a un profesor muy joven, sin experiencia, de aspecto tímido e inseguro. Su cabello es negro, corto y sin peinar. Su complexión es delgada y viste de manera informal y descuidada.

### 4.3. Propuesta de interfaz de usuario

Para decidir el aspecto final que debía tener la interfaz, se diseñó un prototipo para que fuera evaluado por los usuarios. La directriz principal que guio el diseño fue la facilidad de uso y la facilidad para recordar cómo funciona la aplicación, haciendo énfasis en el uso de imágenes en lugar de textos o sonidos. La razón de esta

decisión de diseño es que los usuarios que participaron en el estudio contextual no saben leer ni escribir y tampoco están oralizados. Por ello se decidió desplegar las opciones en español escrito junto con un ícono que facilitara su identificación. Por las razones que se explican en las secciones posteriores, esta propuesta no prosperó y tuvo que ser desechada.



Figura 4.5: Menú principal.

A continuación, se explica cada una de las pantallas del prototipo de la interfaz de usuario: en la figura 4.5 se muestra la pantalla principal de la aplicación con las diferentes opciones que puede elegir el usuario. Estas son *sesión nueva*, *sesiones anteriores*, *créditos*, *ayuda* y *salida*. Como se puede observar en la Figura 4.5, los botones están etiquetados con letreros, pero teniendo en cuenta que a los usuarios se les dificulta la lectura, es necesario agregarles iconos o videos que enfatizen y simplifiquen la comprensión de cada uno de ellos, y esto se debe hacer con todos los elementos gráficos que integren la aplicación.

Cuando en la pantalla principal el usuario elije una sesión nueva, aparecerá la pantalla de la figura 4.6, cuya finalidad es que el usuario elija el personaje con el que quiere entrar a sesión. Él podrá elegir uno de cuatro posibles personajes que son un niño, una niña, una profesora y un profesor. A parte de elegir un personaje, el usuario podrá regresar a la pantalla principal si presiona el ícono que muestra una casa o continuar a la siguiente sección utilizando el ícono de flecha.



Figura 4.6: Personajes disponibles.

Si el usuario presiona el ícono de flecha aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 4.7.

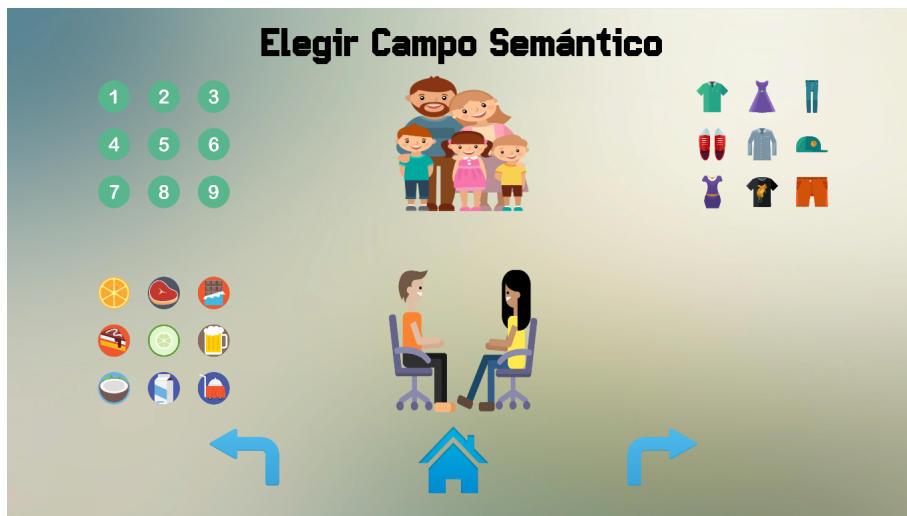


Figura 4.7: Campos semánticos disponibles.

El propósito de este menú es que el usuario elija el tema o campo semántico que desea practicar o también que se ejercite en la comprensión de la LSM mediante la utilización de la opción *Conversación*. Los campos semánticos disponibles son *familia*, *números*, *ropa* y *comida*. Estando en esta sección el usuario podrá regresar al menú anterior presionando la flecha hacia la izquierda, regresar al menú principal

presionando la casa o continuar a la siguiente sección presionando la flecha hacia la derecha.

Si después de elegir el grupo semántico, el usuario presiona la flecha hacia la derecha, aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 4.8 en donde podrá



Figura 4.8: Niveles de complejidad.

determinar en qué nivel de dificultad quiere realizar la práctica y las alternativas son *avanzado*, *intermedio* y *principiante*. Estando en esta sección el usuario podrá regresar al menú anterior presionando la flecha hacia la izquierda, regresar al menú principal presionando la casa o continuar a la siguiente sección presionando la flecha hacia la derecha.

Después de que el usuario haya configurado su sesión, aparecerá el personaje y dará inicio la práctica de la LSM como se muestra en la Figura 4.9. Estando dentro de la práctica el usuario podrá regresar al menú principal que se muestra en la Figura 4.5.



Figura 4.9: Practicando la LSM.

Estando en el menú principal y presionando el botón de “Créditos”, se visualizarán los créditos institucionales de los responsables del desarrollo de la aplicación, como se muestra en la Figura 4.10.



Figura 4.10: Créditos institucionales.

La información que se muestra en esta pantalla es estática y la única opción disponible es regresar al menú principal presionando el botón azul que aparece en la parte inferior derecha.

Como se mencionó en párrafos anteriores, esta propuesta no prosperó. La intención de integrarla en el documento, es mostrar los diferentes estados de la aplicación a lo largo de su desarrollo.

## **4.4. Evaluación de baja fidelidad**

Los prototipos de baja fidelidad se realizan con la finalidad de que los usuarios los evalúen para que ellos digan qué está bien, qué está mal, qué está demás y qué es lo que hace falta. En HCI estas evaluaciones se conocen como pruebas de baja fidelidad y se pueden llevar a cabo con usuarios reales o con usuarios expertos.

Cuando la prueba se realiza con usuarios reales se sugiere que en la prueba participen entre siete y diez usuarios. La idea subyacente es que la información relevante (80 % o más) la proporcionan cinco de ellos y la información faltante se obtiene de los otros participantes [51].

Las evaluaciones expertas las realiza un experto en interfaces centradas en el tipo de usuario al cual va dirigida la interfaz que se está desarrollando. La ventaja de trabajar con un evaluador experto es que solamente es uno, lo que facilita la logística de la prueba y eventualmente disminuye los costos. La desventaja es que se puede equivocar y que los resultados de la prueba en lugar de ayudar, perjudiquen la calidad del producto final y no se obtenga la satisfacción del usuario.

Para las pruebas de baja fidelidad de este proyecto, se prefirió llevar a cabo una evaluación experta realizada por la Maestra Doricel Aguirre Ramírez, quien en ese tiempo era profesora de LSM en el CAM No. 4 de la Ciudad de Huajuapán y traductora de LSM a español. A la Maestra Doricel se le considera usuaria experta porque tiene más de diez años de experiencia y porque a lo largo de su experiencia profesional, ha utilizado y evaluado diferentes interfaces para la LSM.

La prueba de baja fidelidad de los personajes se efectuó el 16 de febrero de 2018 de 17:00 a 18:00 hrs. en el CAM No. 4 de la ciudad de Huajuapán y la prueba de Mago de Oz de la GUI se realizó el 23 de febrero de 2018 a la misma hora y en el mismo lugar.

### **4.4.1. Evaluación de los personajes**

La metodología de la evaluación fue la siguiente:



1. Al evaluador se le presentaron los personajes separados por grupos, es decir, primero se evaluaron los personajes de las niñas, después los personajes correspondientes a niños, a continuación las profesoras y finalmente el grupo de personajes de los profesores.
2. Conforme se evaluaba a cada uno de los personajes se tomaba nota de lo expresado por la evaluadora y se le hacían preguntas para clarificar sus observaciones.
3. Finalmente, se le aplicó un cuestionario de satisfacción de uso. Las preguntas del cuestionario están basadas en las heurísticas de Nielsen [30] y en las heurísticas de Adamo y Villani [28], [27].

Respecto a los personajes de las niñas que se muestran en la Figura 4.1 las observaciones fueron:

1. El rostro de la niña que aparece en la Figura 4.1a refleja seriedad, enojo y un poco de hostilidad, razón por la cual la evaluadora pidió que ese personaje fuera eliminado.
2. Por el contrario, la niña que aparece en la figura 4.1b tiene un rostro sonriente, alegre y amigable y por lo tanto debe permanecer dentro de la interfaz.
3. La evaluadora determinó que la niña de la Figura 4.1c no es del todo agradable. Le disgustaron el arreglo de su cabello y especialmente los moños de colores que utiliza. En su opinión, este personaje transmite una sensación de apatía y desencanto.

Para obtener la aprobación del experto se propusieron las niñas que se muestran en la Figura 4.11.



(a) Alumna A.



(b) Alumna B

Figura 4.11: Alumnas alta fidelidad

En general los personajes de los niños que se presentan en la Figura 4.2 tuvieron resultados positivos y ninguno de ellos fue rechazado. Los resultados de la evaluación fueron:

1. El personaje infantil que se presenta en la Figura 4.2a tuvo buena aceptación ya que su rostro es empático y por su forma de vestir da la impresión de ser un niño de pensamiento y cuerpo ágil, razón por la cual puede aparecer en la interfaz final.
2. Para la evaluadora, el peinado y la expresión del personaje que se muestra en la figura 4.2b representa un niño guapo que es formal y está bien educado. Este personaje representa el líder del grupo que inspira a sus compañeros a ser como él y por lo tanto también puede aparecer en la interfaz final.
3. El personaje de la Figura 4.2c fue el que mejor impresión causó a la evaluadora. Por su atuendo y por el aspecto de su rostro, da la impresión de ser muy travieso, pero sin malas intenciones y sin duda, debe estar presente en la versión final de la interfaz

Los personajes que se evaluaron en la prueba de alta fidelidad se muestran en la Figura 4.12.



(a) Alumno A.

(b) Alumno B

Figura 4.12: Alumnos alta fidelidad

El resultado de la evaluación de las profesoras que se muestran en la Figura 4.3a fue el siguiente:

1. La vestimenta de todas ellas debe ser cambiado.
2. Una de las maestras debe ser joven y otra de edad media.
3. Debido a la expresión del rostro de la maestra de la Figura 4.3a, este personaje simplemente fue rechazado ya que su rostro refleja maldad y no inspira confianza y por lo tanto no debe aparecer dentro de la lista de personajes a elegir.
4. La maestra de la Figura 4.3b está bien. Su rostro es amable y sonriente lo que en principio motiva a los niños a confiar en ella. De acuerdo con la evaluadora una vez resuelto el inconveniente del vestido, el personaje puede estar dentro de la aplicación.

5. La maestra que mejor calificación obtuvo en la prueba de Mago de Oz, es la que se observa en la Figura 4.3c. Su rostro refleja autoridad y amabilidad que son dos atributos básicos en las personas que trabajan en el sector de la educación infantil.

Para satisfacer las observaciones de la evaluadora, se rediseñaron los personajes de las profesoras y el resultado es el que muestra en la Figura 4.13.



(a) Maestra A.



(b) Maestra B

Figura 4.13: Maestras alta fidelidad

El resultado de la evaluación de los personajes de los profesores que se muestran en la Figura 4.4 fue el siguiente:

1. El maestro de la Figura 4.4a muestra experiencia y su estómago abultado lo hace ver como un personaje real, motivo por el cual puede aparecer en la versión final de la interfaz.
2. El personaje de la Figura 4.4b no fue aceptado por la evaluadora. La dureza de su expresión, su falta de pelo y la rigidez de sus manos lo hacen parecer como alguien impaciente que seguramente despertará la desconfianza y la incerti-

dumbre por parte de los alumnos, motivo que lo descalifica para aparecer en la lista de personajes de la interfaz.

3. Por otro lado, el maestro de la Figura 4.4c da la impresión de ser un maestro muy joven, algo tímido y un poco descuidado en su arreglo personal. Con algunos ajustes puede pasar a la siguiente etapa de desarrollo de la interfaz.

A fin de cumplir con las expectativas de la evaluadora se proponen los personajes que se muestran en la Figura 4.14.



Figura 4.14: Maestros alta fidelidad

#### 4.4.2. Evaluación de la interfaz

Después de terminada la evaluación de los personajes se prosiguió con la evaluación de la GUI. La valoración que dio la usuaria experta fue:

1. Para la pantalla principal que se presenta en la Figura 4.5 dijo que:
  - a) El ícono de ayuda es poco claro y debe ser cambiado.

- b) A los iconos de la pantalla principal se les debe agregar una imagen con la traducción a LSM.
  - c) Cambiar la distribución de los iconos para que queden en dos columnas.
  - d) Cambiar la frase “Practica la Lengua de Señas Mexicana” por algo más sencillo y atractivo para los niños.
2. Para la pantalla que se utiliza para la elección del personaje (Figura 4.6) la evaluadora solicitó:
- a) Aumentar el tamaño de los personajes para que sean fácilmente identificables.
  - b) Para que los usuarios realmente sientan que tienen la opción de elegir el personaje de su preferencia, en lugar de elegir uno de cuatro posibles, es mejor elegir uno de ocho posibles, es decir, dos niñas, dos niños, dos profesoras y dos profesores.
  - c) Para la adecuada identificación del usuario con el personaje seleccionado, cada uno de los personajes debe tener un nombre propio.
3. Para la pantalla que se utiliza para elegir el campo semántico (4.7) la evaluadora opina que:
- a) Agregar una etiqueta que identifique a cada uno de los iconos.
  - b) Cambiar de posición el icono que representa las conversaciones: debe estar arriba y al centro porque desde el punto de vista de la evaluadora, lo que hace diferente a este proyecto de trabajos similares, es el hecho de proporcionar un módulo para practicar la comprensión de la LSM.
  - c) Los iconos deben cambiarse por otros que transmitan mejor la idea del tema que se presenta en el módulo correspondiente.
4. De acuerdo con la evaluadora, los cambios que deben llevarse a cabo en la pantalla que se utiliza para elegir el nivel de complejidad de la práctica (Figura 4.8), son:

- a) Cambiar los iconos de flechas que se presentan actualmente por barras tipo slider, que en su opinión, son fácilmente entendibles. Otra opción puede ser quitar las flechas y colocar figuras de animales como una tortuga, una liebre y un pato.
- b) Junto al icono de cada nivel, poner la seña LSM que represente a ese nivel.

Con el propósito de cumplir con las expectativas de la evaluadora experta, se modificó la interfaz y durante una fase del desarrollo, tuvo el aspecto que se muestra en la figura 4.15.



Figura 4.15: Pantalla principal de la interfaz

Como se observa en la figura 4.15, para cada opción de la interfaz solamente aparece la seña correspondiente en LSM y cuando el apuntador del ratón pasa por encima de alguna de las señas, se activa la traducción de la seña a español escrito.

#### 4.4.3. Comentarios por parte de la evaluadora

Estos son algunos comentarios que hizo la evaluadora durante la prueba:

1. En aras de la diversidad, los personajes no necesariamente deben tener un parecido físico con los niños que asistieron al estudio contextual.

2. El aspecto más importante para los niños son el buen trato y la conducta de sus maestros.
3. Para los niños el aspecto físico, la edad, el género y el color de piel de sus maestros o maestras no son relevantes. Los niños tampoco se fijan en el estilo de vestir de los docentes, y aquí es importante remarcar que lo que llama la atención a un niño o niña es muy diferente a los que llama la atención de los adultos.
4. Existen diversas interfaces para la LSM, pero hasta el momento, no hay alguna que tenga un módulo para practicar la comprensión del lenguaje de señas. Al CAM no asisten todos los niños con problemas de audición que viven en Huajuapán y localidades vecinas. En el Molino se tiene el porcentaje más alto de personas con anacusia o hipoacusia.
5. Por lo anterior la interfaz que se está desarrollando no debe pensarse exclusivamente para los niños del CAM, ya que tanto en la ciudad de Huajuapán como en comunidades vecinas se tienen personas que podrían encontrarla útil.

#### **4.4.4. Cuestionario de satisfacción de usuario**

El cuestionario y las respuestas para determinar la satisfacción de usabilidad por parte del usuario experto son las que se muestran en las Figuras 4.17 y 4.16. La información proporcionada por la evaluadora experta es útil para corregir los fallos de usabilidad detectados a fin de avanzar hacia las pruebas de alta fidelidad.



Cuestionario para evaluar la propuesta de Interfaz para la Práctica de la Lengua de Señas

Mexicana.

Nombre (opcional): Daniel Aguirre Ramirez

1. ¿La interfaz te mantiene informado acerca de la tarea que está realizando?

Si

2. ¿Conoces el significado de las palabras, frases, conceptos e imágenes que se utilizan en la interfaz?

Si

3. ¿Tienes el control de la interfaz o ella controla lo que haces?

Si

4. ¿Los botones de control son parecidos a los botones de otras aplicaciones que hayas utilizado anteriormente o son muy diferentes?

Diferentes, comprensibles. Sugerencia: hacerlos más grandes

5. ¿La manipulación de la interfaz es intuitiva o es necesario aprender de memoria cómo hacerlo?

De inicio intuitiva pero con la facilidad para posteriormente ocuparlos adecuadamente según mis necesidades

6. ¿La interfaz se adapta a tus gustos de uso?

Me gustaría más dinámica su acomodamiento y falta hacer alguna representación q' dirija a una lengua de señas.

7. ¿La interfaz te muestra información confusa?

No

8. ¿Al utilizar la interfaz sientes alguna emoción como alegría, tristeza, enojo, o alguna otra?

Curiosidad

9. ¿Te gustan los colores que se utilizan en la interfaz?, ¿cuáles cambiarías?

El color de fondo más alegre, podría ser hasta paisajes por campo.

10. De los personajes que viste, ¿cuáles te gustaron?, ¿por qué?

Los niños porque se me hacen curiosos para la actividad a trabajar, la niña principalmente considero me enseñaría pacientemente la LSM y el maestro tiene aspecto de saber lo que hace.

Figura 4.16: Respuestas de usuario experto.

11. De los personajes que viste, ¿cuáles no te gustaron?, ¿por qué?

Están bien todos, solo cambiar el atuendo de la maestra.

12. De los personajes que si te gustaron, ¿qué les cambiarías para hacerlos más atractivos?

Les pondría algún accesorio independientemente de los zapatos faltantes (diadema, bobas, lentes, etc.).

13. Sugerencias o comentario final:

Hacer una letra menos formal, cortar consignas, agrandar imágenes, cambiar color.

Figura 4.17: Respuestas de usuario experto (continuación).

## Capítulo 5

# Implementación de la funcionalidad

El nombre de la interfaz es ***Desarrollo de una interfaz basada en la metodología de diseño UCD para la práctica de la LSM***, la cual tiene como objetivo principal ayudar a los NCDA a practicar la LSM. No es una aplicación que busque sustituir al profesor. Busca ayudar al niño a practicar la LSM sin depender exclusivamente del maestro, y es otro recurso que se pone a disposición del maestro como una herramienta más de enseñanza.

### 5.1. Herramientas de desarrollo

Para el modelado de los personajes se utilizó *Daz 3D Studio*, para la programación de la interfaz se empleó *Unity versión 4.7*, y la animación de las señas se importó de *Maya*.

- *Daz 3D Studio* es una herramienta que permite modelar personajes humanos, animales y de ficción en tercera dimensión. *Daz* incluye componentes sofisticados para lograr un alto grado de realismo como lo son los personajes, pieles, ojos, cabellos, texturas, posturas de los personajes, vestimenta, armaduras, luces y otros elementos indispensables para la creación de se-

res creíbles en 3D. En la Figura 5.1, se muestra el entorno de DAZ 3D [63],

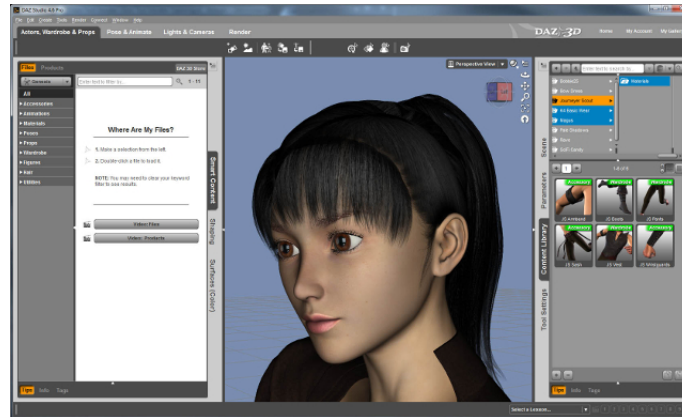


Figura 5.1: Modelaje tridimensional en DAZ 3D.

creando un personaje femenino que puede adoptar diferentes posturas.

- Unity es un motor para la programación de videojuegos, proporciona los objetos más utilizados en tales aplicaciones, así como la física necesaria para que la interacción entre los elementos del videojuego parezca real. Además, permite incorporar ambientes y personajes modelados en DAZ 3D, y la codificación del juego se puede realizar utilizando el lenguaje de programación C# o JavaScript. En la Figura 5.2 [55], se muestra una escena del videojuego As-



Figura 5.2: Escena de un videojuego programado en Unity.

sassins Creed IV que está programado en Unity. Unity es software comercial que se distribuye en cuatro versiones diferentes [56]: versión empresarial, versión profesional, versión plus y una versión personal para desarrollos sin

ánimos de lucro. Esta versión se puede se puede descargar sin costo desde su página web.

- Maya es un software de renderización, simulación, modelado y animación por computadora 3D. Se utiliza para modelar animaciones en ambientes tri-dimensionales. Para los intereses de esta tesis, Maya solamente se utilizó para exportar el corpus animado de la LSM a Unity.

## 5.2. Corpus de LSM

El corpus de señas animadas que se utilizó en este proyecto está formado por 59 sustantivos. Estos sustantivos se pueden clasificar en siete grupos temáticos como se muestra en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1: Clasificación de palabras

No.	Grupo	Cantidad
1	Alimentos	13
2	Construcciones	4
3	Estados de ánimo	6
4	Objetos del hogar	10
5	Familia	11
6	Transporte	8
7	Colores	7
<b>Total</b>		<b>59</b>

Estas animaciones se desarrollaron como un proyecto independiente y fueron proporcionadas después de haber realizado el diseño conceptual de la solución (Capítulo 4). Este hecho impuso los siguientes cambios y restricciones a la aplicación:

1. El corpus suministrado únicamente contiene sustantivos lo que imposibilita estructurar frases u oraciones de cualquier tipo (afirmativas, negativas, dúbidas, desiderativas). Esta falta de versatilidad del corpus, es la que más afectó al desarrollo de la aplicación porque impidió que se implementara el módulo de *Conversación* al que se hace referencia en la Figura 4.7.

2. Solamente se utilizaron los grupos de palabras *Comida, Familia, Hogar y Transporte* que se tenían planeados y se descartaron los grupos *Construcciones, Estados de ánimo y Colores*.

Por la extensión de los archivos que forman el corpus, se dedujo que las animaciones habían sido programadas en el entorno de desarrollo MAYA [60], por lo que se procedió a exportar cada una de las animaciones del formato original al formato de Unity (fbx).

### **5.3. Animación de los personajes**

La adecuación de los personajes se realizó en Daz 3D (Sección 4.2) desde donde se exportaron a Unity. Una vez que los personajes estuvieron disponibles en Unity, se procedió a corregir los detalles de color y de textura que perdieron durante el proceso de importación/exportación. Al terminar de realizar estas correcciones, a cada uno de los personajes, se le anexo cada una de las animaciones de los grupos de palabras seleccionados. Al final de este proceso, los personajes adquirieron la capacidad de ejecutar la animación de cada uno de los sustantivos disponibles para la práctica de la LSM.

### **5.4. Ficha técnica de la aplicación**

En el Cuadro 5.2, se muestra la información técnica acerca de las herramientas y medios de desarrollo que se utilizaran para la programación de la aplicación.

En el Cuadro se muestra el nombre y el objetivo de la aplicación, así como el software y hardware que se utilizaron en la realización de la interfaz. Además, se indican los requerimientos mínimos necesarios para que la interfaz se ejecute en el equipo del usuario.

Cuadro 5.2: Ficha técnica de la aplicación

No.	Item	Descripción
1	Nombre de la aplicación	Desarrollo de una interfaz basada en la metodología de diseño UCD para la práctica de la LSM.
2	Objetivo de la aplicación	practicar la LSM en un entorno interactivo satisfaciendo los requerimientos del usuario
3	Hardware	Computadora Azus Procesador AMD Ryzen 3 8 Gb de memoria RAM Tarjeta gráfica Nvidia GTX-1050
4	Software	Unity, Daz 3D, Maya C# Windows 10
5	Requerimientos de la aplicación	Computadora de escritorio o LAP con procesador core 2 duo y 4 Mb de memoria RAM.

## 5.5. Diagrama de bloques de la aplicación

La aplicación se compone de tres módulos interrelacionados que se muestran en el diagrama de bloques en la Figura 5.3.

1. Módulo 1: El módulo de inicio es *Elegir personaje*. Estando en ese módulo, el usuario podrá elegir el personaje de su preferencia y continuar al módulo 2 o salir de la aplicación.
2. Módulo 2: Estando en el módulo *Elegir grupo semántico*, el usuario puede seleccionar el grupo de palabras en el que desea practicar. También puede regresar al módulo 1, o salir del programa.
3. Módulo 3: En el módulo *Animación del personaje*, el usuario podrá observar cómo es que el personaje ejecuta las señas y podrá observar el objeto al que corresponde la seña que se está presentando. En esta sección, el usuario tiene la facilidad de cambiar la velocidad de animación, rotar el personaje 45 grados a la izquierda o derecha, y acercar a alejar el personaje para apreciar

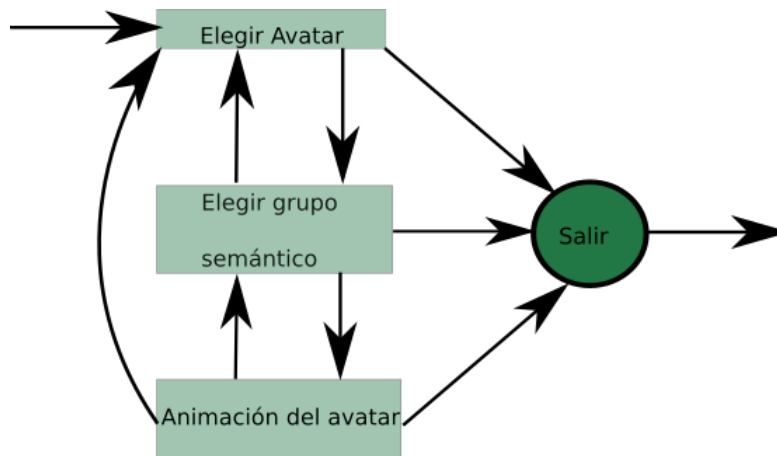


Figura 5.3: Diagrama de bloques.

los movimientos a distancias diferentes. Si el usuario lo desea, podrá regresar al módulo 1 o 2, pero también podrá dar por terminada la ejecución de la interfaz.

## 5.6. Implementación de la interfaz de usuario

Considerando los resultados de la evaluación experta, del análisis de funcionalidad de la aplicación, así como de las guías de diseño de *Material Design* [61], se obtuvo la interfaz de usuario que se muestra y explica a continuación. De *Material Design* se tomó la combinación de colores, tipo de letra, algunos diseños de íconos y de botones de navegación, sin embargo, Unity no provee soporte para las guías de diseño que propone *Material Design*, por lo que la adaptación se hizo manualmente por medio de programación.

1. Uno de los ajustes más importantes que se les hicieron a los prototipos de baja fidelidad es el de eliminar la opción de elegir entre crear una nueva sesión o trabajar con una sesión anterior (Figura 4.15 y Figura 4.5). Esto se hizo para disminuir la cantidad de clics necesarios para poner la práctica en movimiento, para simplificar la interfaz y para disminuir la utilización de la memoria a largo plazo de los usuarios.



2. En las Figuras 4.15 y 4.5 aparece la opción “Créditos” la cual también se eliminó ya que no es relevante para el juego. En su lugar, los créditos aparecen únicamente al iniciar la aplicación y se desvanecen paulatinamente después de tres segundos de exposición. Se considera que es importante que el nombre de la institución donde se desarrolló la aplicación aparezca en la interfaz, pero no es común que los usuarios entren a la sección correspondiente para ver los nombres del equipo de desarrollo y de la institución a la que pertenecen, por eso, es mejor presentarla y desvanecerla en automático.
3. En las Figuras 4.15 y 4.5 también aparece la opción de “Ayuda” que se eliminó debido a que no se puede asegurar que los usuarios hayan desarrollado su capacidad para leer documentos textuales en español, lo que obliga a que la aplicación deba ser auto explicativa y fácil de utilizar, lo cual elimina la necesidad de que en la interfaz se incluya un documento escrito que explique cómo funciona la aplicación. Otra opción sería incluir un video en donde apareciera un experto explicando la utilización de la interfaz por medio de la LSM, pero considerando que la aplicación es para niños que están aprendiendo, es muy probable que no lo entiendan.
4. Otra decisión de diseño consistió en unificar las pantallas de las Figuras 4.7 y 4.8 en una única pantalla que implícitamente contiene las opciones que se muestran en ambas figuras. En la Figura 4.7, se presentan los grupos de palabras disponibles para ensayar y también se da la opción de practicar conversaciones. Si el usuario elige esta opción automáticamente está seleccionando el nivel avanzado de la aplicación lo que implicaría que el practicante ya tiene un dominio amplio del lenguaje, por otro lado, en la Figura 4.8 se le ofrece al usuario la posibilidad de elegir el nivel de complejidad en el que quiere realizar la práctica, así que si se considera que las conversaciones son un tema avanzado entonces darle al usuario una pantalla independiente para que elija el nivel de dificultad del ejercicio es innecesario y por lo tanto, es factible eliminar la pantalla de la Figura 4.8. Como se ha explicado, el módulo de conversaciones ha sido eliminado, aunque puede ser retomado como un trabajo a futuro.

A partir de estos hechos se simplificó la interfaz, lo que permitió disminuir la cantidad de clics necesarios para activar el movimiento de los personajes. En las Figuras 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 se muestra el nuevo aspecto de la interfaz cuya explicación es la siguiente:

1. Al iniciar la aplicación, lo primero que se presenta es el escudo de la Universidad (figura 5.4) el cual solamente aparece al inicio de la interfaz, permanece



Figura 5.4: Pantalla de bienvenida.

durante tres segundos, se desvanece paulatinamente y no vuelve a aparecer. El propósito de que aparezca el logo junto con el nombre de los integrantes del equipo de desarrollo, es darle el crédito correspondiente a los autores y la institución donde se llevó a cabo el desarrollo de la aplicación.

2. Después de que los créditos han desaparecido, aparecen los personajes disponibles (figura 5.5), para que el usuario elija uno de ellos. Los personajes son cuatro adultos y cuatro niños y para ayudar en su identificación, cada uno de ellos tiene un nombre propio. Al dar clic sobre cualquier personaje, inmediatamente se presenta la pantalla para elegir el campo semántico y en todo momento, en la barra de estado, está disponible la opción para salir de la interfaz.



Figura 5.5: Personajes disponibles.

3. Después de elegir el personaje que realizará los movimientos, aparecerá la pantalla para elegir el grupo de palabras (Figura 5.6) con el que se desea practicar, y en la barra de estado están las opciones para salir del programa o ir a la pantalla previa.



Figura 5.6: Campos semánticos.

En esta pantalla los cambios fueron radicales. Considerando que los usuarios tienen discapacidad auditiva y que en parte, ese sentido lo compensan por medio del sentido de la vista, la idea que transmiten los íconos debe ser lo suficientemente clara para indicar el grupo de palabras que representan. Para

conseguir este objetivo se tiene que los íconos deben ser grandes, representar claramente la idea a transmitir y tener un color único que ayude a distinguir uno de otro, así la comida está representada por una mazorca, una espiga de trigo, un tenedor y un cuchillo en color amarillo; la familia está representada por la silueta de una familia integrada por papá, mamá, hijo e hija en color anaranjado; los transportes los representa un camión de color café y el hogar por una casa en color amarillo.

4. Posterior a la configuración de la práctica, aparecerá el personaje seleccionado (figura 5.7) ejecutando las señas correspondientes a la selección previa.



Figura 5.7: Personaje ejecutando la LSM.

En cualquier momento el usuario podrá abandonar la interfaz o cambiar la configuración del juego regresando a las pantallas explicadas anteriormente.

## Capítulo 6

# Pruebas de usabilidad

En esta sección se presenta la evaluación de usuario final de los personajes y de la interfaz para la práctica de la LSM. Esta evaluación se divide en dos partes: la primera consiste en que el usuario evalué el aspecto de los personajes, mientras que la segunda está diseñada para medir la experiencia de usuario por medio de la usabilidad de la interfaz y por la emoción que despierta en los usuarios que participaron en el estudio contextual.

Estas pruebas se llevaron a cabo en diferente fecha y en diferente lugar: la evaluación de los personajes se realizó en el CAM número cuatro de Huajuapán de León el 26 de noviembre del 2018, en tanto que la prueba de la interfaz tuvo lugar en el *UsaLab Laboratorio de Usabilidad de la UTM* el seis de diciembre del mismo año.

### 6.1. Heurísticas de diseño para pruebas de HCI y UX

Por el tipo de usuario al que está dirigido este trabajo, y al no haber encontrado referencias bibliográficas acerca de heurísticas para NCDA, surgió la necesidad de proponer nuevas heurísticas centrada en este tipo de usuarios. Estas son: tener cuidado al utilizar metáforas en el diseño de las GUI, porque las personas con discapacidad auditiva perciben y conceptualizan su entorno de manera diferente al resto de las personas. Con respecto a los íconos dentro de la interfaz, estos de-

ben ser grandes y tener un significado claro y directo y en lo posible, se deben evitar aquellos íconos que utilicen símbolos abstractos. En cuanto a los términos o palabras utilizados en una conversación, estos deben ser muy sencillos, por ejemplo, en lugar de decir ¿qué tan atractivo te parece el rostro del personaje? se debe decir ¿la cara del personaje es fea o bonita?, su cara, ¿te gusta o no te gusta? También, el trabajar con niños, con o sin discapacidad, obliga al investigador a ser muy cuidadoso en cómo comunicarse y relacionarse con ellos, así que por seguridad del investigador, se recomienda que al estar trabajando con menores, estén otros adultos presentes como lo pueden ser sus maestros de grupo o sus padres. Por esta razón, todo material que se vaya a presentar a los niños, primero debe ser evaluado por sus profesores, y en caso de que el profesor no esté de acuerdo, el material se debe modificar o eliminar, ya que presentar material inadecuado a los niños puede resultar ofensivo para ellos o para sus padres, lo que pondría en riesgo la investigación en curso. Además, en el caso de niños con discapacidad auditiva, se debe contar con la colaboración de un intérprete de lengua de señas y dado que se trabaja con niños, que en general tienen periodos de atención cortos, el tiempo para que evalúen una interfaz debe ser tan breve como sea posible.

## **6.2. Consideraciones para la prueba de usabilidad y de la experiencia de usuario**

La aplicación que se desarrolló tiene varias características que la hacen similar a un juego por computadora y, por lo tanto, la experiencia de usuario se puede medir de acuerdo con las métricas de jugabilidad que se utilizan en los videojuegos, pero sin perder de vista que los usuarios son niños de primaria y secundaria con limitaciones auditivas. Para la realización de las pruebas de la interfaz se han considerado los siguientes aspectos:

1. La comunicación oral entre el facilitador y el usuario no es posible.
2. Se requiere de un intérprete de LSM a español oralizado.
3. En la interpretación de la LSM la comunicación pierde fidelidad.

4. El intérprete le debe explicar al usuario que tarea debe realizar.
5. Las preguntas al usuario deben expresarse en forma breve, sencilla y clara.
6. Para facilitar que el usuario responda las preguntas del facilitador se disponen de estas opciones:
  - a) Respuestas cerradas de “sí” o “no”.
  - b) Respuestas mediante caras sonrientes o emoticones (técnica de Likert).
  - c) Observar atentamente los cambios faciales del usuario para determinar qué emociones experimenta durante la prueba.
7. Los observadores no deben esperar respuestas fonéticas por parte del usuario.
8. El intérprete debe reproducir fonéticamente las respuestas emitidas por el usuario, esto para conocimiento y registro del facilitador y de los observadores.
9. Los observadores deben poner atención en la expresión corporal y facial del usuario y en la interpretación que el intérprete haga de las señas realizadas por el usuario.
10. Aunque es posible utilizar un laboratorio de usabilidad para llevar a cabo estas pruebas, se debe considerar que eso implica sacar a los niños de su entorno cotidiano, lo que puede influir en los resultados de la evaluación: llevar a los niños de su escuela al laboratorio es transportarlos a un lugar desconocido en donde hay “personas extrañas” trabajando con equipo y luces que pueden generarles temor, ansiedad o inseguridad, aunque por otro lado, al realizar las pruebas de usabilidad en su colegio, no sería posible utilizar los recursos técnicos y humanos que ofrece un laboratorio especializado en la evaluación de las interfaces de usuario.

## 6.3. Evaluación de los personajes

### 6.3.1. Diseño de la evaluación de los personajes

Se planea que, para la evaluación de los personajes, a los niños se les proporcionen fotografías de los personajes. Esto con la finalidad de que los observen con detenimiento, comparen unos con otros y de esa manera, seleccionen cuáles sí les gustan y cuáles no. Como los personajes se dividen en infantiles y adultos, a los niños primeramente se les pedirá que evalúen a los infantiles y después que valoren a los mayores. Para indicar cuáles personajes le gustan o no le gustan, el usuario deberá apartarlos del resto de ellos. Para calificar el gusto o disgusto hacia el personaje, el niño deberá emitir su calificación seleccionando una de las caras mostradas en la Figura 6.1, donde la cara verde (tres puntos) indica aceptación (sí



Figura 6.1: Caras para evaluación.

a la pregunta), la cara amarilla indica indiferencia (2 puntos) y la cara roja indica rechazo (no a la pregunta) (1 punto). Aunque es posible presentarle al niño las tres caras simultáneamente y que pinte o marque la cara de acuerdo con su evaluación, es preferible separar las caras en tarjetas individuales y que él seleccione la tarjeta con la cara que represente su respuesta.

### 6.3.2. Evaluación de los personajes

Los personajes que se evaluaron se presentan en la Figura 6.2 y Figura 6.3, a los que para efectos de identificación, se les dio un nombre propio.

La aplicación de la prueba de los personajes se llevó a cabo el día 26 de noviembre de 2018. Esta prueba tuvo las características que se detallan a continuación:

1. **Fecha de la aplicación:** 26 de noviembre de 2018.
2. **Lugar:** salón de clase del CAM No. 4 de Huajuapán de León, Oax.



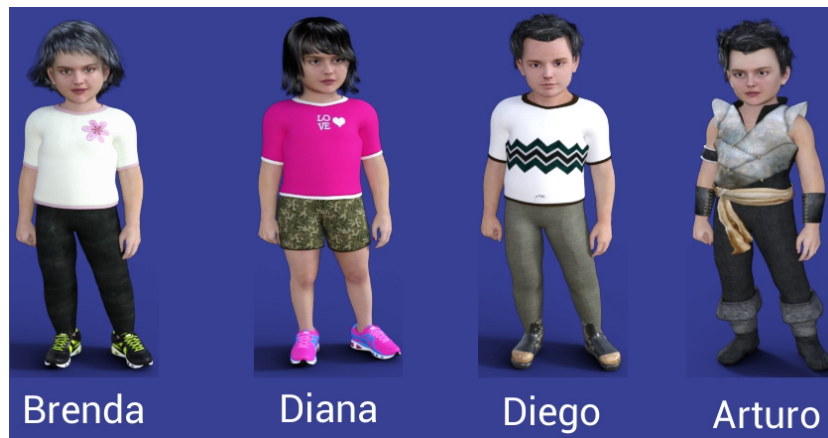


Figura 6.2: Personajes infantiles evaluados.



Figura 6.3: Personajes adultos evaluados.

3. **Duración:** de 13:00 a 14:00hrs
4. **Usuarios:** 7 niños de primaria y secundaria con deficiencia auditiva.
5. **Medio de comunicación:** intérprete se LSM a español fonético.
6. **Realización:**
  - a) A cada niño se le presentaron las imágenes impresas de los personajes infantiles para que eligieran los dos que ellos consideran más atractivos y dijeran que aspecto les gustaba más, si la ropa o la cara (Figuras 6.4 y 6.5). Se eligieron estos dos atributos porque al entrar en contacto



Figura 6.4: Niño evaluando personaje.



Figura 6.5: Niña evaluando personaje.

con una persona, sobre todo si es desconocida y estamos obligados a interactuar con ella, intentamos evaluarla observando su rostro (alegre, serio, joven, viejo, enojón, etc.) y por su estilo de vestir (formal, casual, juvenil, etc.).

- b) Este mismo proceso se siguió para determinar a los personajes infantiles feos, así como para evaluar a los personajes adultos, es decir, a cada niño se le presentaron los cuatro personajes mayores para que ellos eligieran a los dos personajes, que a su criterio fuesen los más bonitos y los más

feos, y que dijeran que les gustaba o disgustaba de ellos, sí su ropa o su cara.

#### **7. Observaciones:**

- a) Mientras un niño hacía la prueba, el resto de los niños seguían en su curso normal de LSM.
- b) El movimiento del grupo causó distracción en el menor de los niños.
- c) Aunque en principio se consideró utilizar la técnica de Lickert para la evaluación, al momento de la realización, fue mucho fácil obtener las respuestas observando la selección que hacía cada niño y preguntado, por medio de la intérprete, que le gustaba o disgustaba más (ropa o cara) de los personajes seleccionados, de tal manera que el resultado de la prueba se midió por cantidad de votos, es decir, el personaje más atractivo (o más feo) es aquel que fue elegido más veces por los usuarios.
- d) La intérprete fue la encargada de anotar las respuestas en el cuestionario, esto fue así porque la comunicación directa era entre la maestra y el usuario y porque las respuestas eran cortas (“sí” o “no”) y fáciles de anotar.

### **6.4. Análisis de resultados de la evaluación de los personajes**

La presentación de resultados se hace mediante cuadros de siete renglones y cinco columnas de tal forma que el primer renglón es para los títulos de las columnas y los seis renglones restantes son para anotar las respuestas de los usuarios que participaron en la evaluación de los personajes. El Cuadro 6.1 y la Figura 6.6, muestran la calificación de los personajes infantiles que a juicio de los evaluadores son bonitos.

Cuadro 6.1: Evaluación de los personajes infantiles atractivos.

usuario	¿cuáles te parecen bonitos?		¿cuál te gusta más?	¿su ropa es bonita?	¿su cara es bonita?
1	7	8	7	sí	sí
2	7	5	7	no	sí
3	7	5	5	sí	sí
4	5	8	8	sí	no
5	5	8	5	sí	sí
6	5	8	5	sí	sí

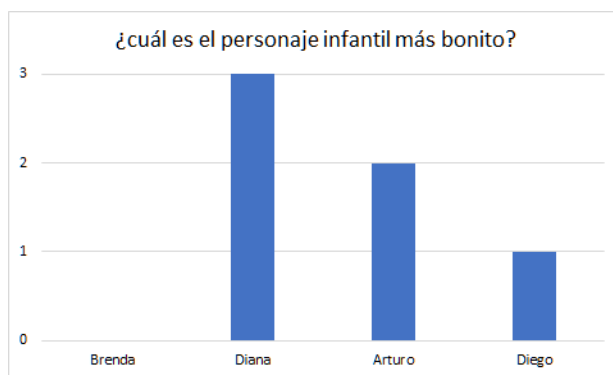


Figura 6.6: Personajes infantiles atractivos.

A cada niño se le pidió que seleccionara dos personajes, que a su juicio fuesen atractivos. Por ello, en la columna del Cuadro 6.6 “¿Cuáles te parecen bonitos?” aparecen dos números que corresponden a los personajes elegidos. De esos personajes, eligieron el más atractivo cuyo número aparece en la columna “¿cuál te gusta más?”. Los datos en las columnas “¿su ropa es bonita?” y “¿su cara es bonita?”, permiten saber sobre que aspecto basaron su respuesta. Los datos del Cuadro 6.1 permitieron la generación de la gráfica que aparece en la Figura 6.6, en donde se aprecia que los personajes infantiles atractivos son Diana (5), Arturo (7) y Diego (8).

Por otro lado, el Cuadro 6.2 y la Figura 6.7, muestran la calificación de los personajes infantiles que en opinión de los usuarios resultan ser feos o desagradables.

Cuadro 6.2: Evaluación de los personajes infantiles desagradables.

usuario	¿cuáles te parecen feos?		¿cuál es el personaje más feos?	¿su ropa es fea?	¿su cara es fea?
1	5	1	1	sí	no
2	1	8	1	sí	sí
3	1	8	8	sí	no
4	7	1	7	sí	sí
5	8	7	7	sí	sí
6	7	1	7	sí	sí

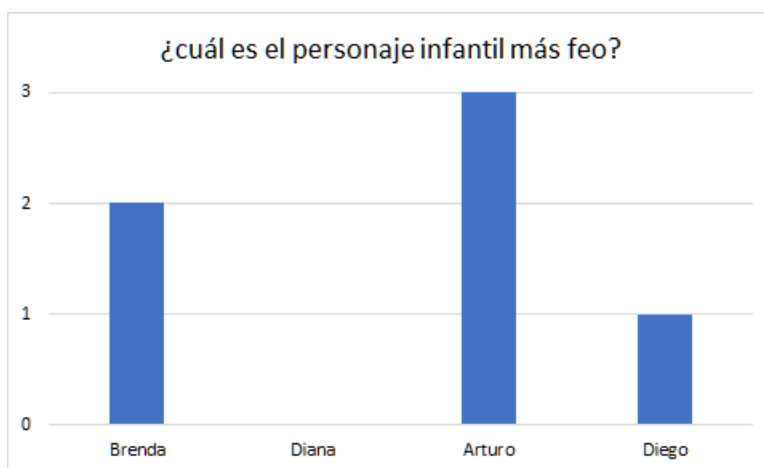


Figura 6.7: Personajes infantiles más desagradables.

A los evaluadores se les solicitó que eligieran los dos personajes que para ellos resultaron ser los más feos de todos, cuyos números están anotados en la columna “¿cuáles te parecen feos?”. Luego se les pidió a los evaluadores que seleccionarán el personaje que a su criterio fuese el más feo de ambos, cuyo número aparece en la columna “¿cuál es el personaje más feo?”. En las columnas “¿su ropa es fea?” y “¿su cara es fea?” aparece el criterio que se utilizó para tomar la decisión. Con esa información se elaboró la estadística que aparece en la Figura 6.7, que muestra que los personajes infantiles feos o desagradables son Arturo (7), Brenda (1) y Diego (8) son desagradables. Este resultado es interesante porque los personajes Arturo y Diego aparecen tanto en el grupo de los más bonitos como de los más feos, lo que pone de manifiesto que lo que para algunos usuarios es atractivo, para otros no lo es.

El proceso para determinar a los personajes adultos atractivos fue el mismo que se utilizó para los personajes infantiles. El concentrado de datos se muestra en el Cuadro 6.3, y en la estadística de la Figura 6.8, se observa que los adultos

Cuadro 6.3: Evaluación de los personajes adultos atractivos.

usuario	¿cuáles te parecen bonitos?		¿cuál te gusta más?	¿su ropa es bonita?	¿su cara es bonita?
	2	3			
1	2	3	3	sí	sí
2	2	3	2	sí	sí
3	4	3	3	sí	sí
4	4	6	6	sí	sí
5	3	6	3	sí	sí
6	3	4	3	sí	sí

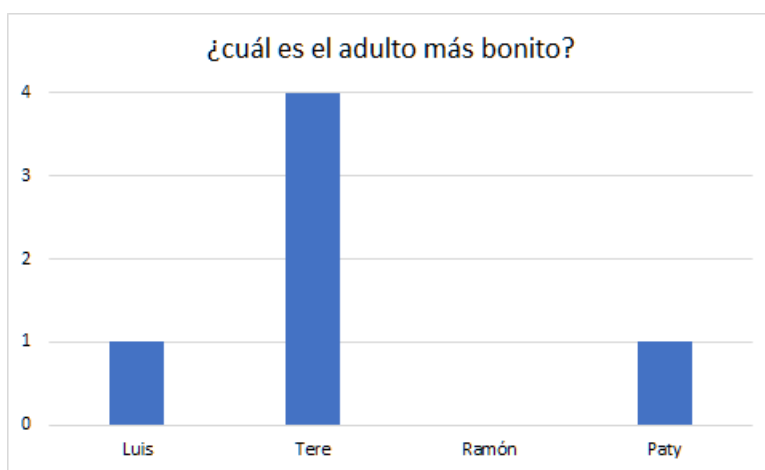


Figura 6.8: Personajes adultos más atractivos.

atractivos, a juicio de los niños evaluadores, son Tere (3), Paty (6) y Luis (2).

Para la determinación de los personajes adultos no atractivos, se utilizó el procedimiento descrito con anterioridad. El concentrado de datos aparece en el Cuadro 6.4, y la Figura 6.9, muestra que los personajes adultos más feos, a juicio de los evaluadores, son Luis (2) y Ramón (4), lo que realza el hecho de que el gusto de los usuarios es variado.

Cuadro 6.4: Evaluación de los personajes adultos desagradables.

usuario	¿cuáles te parecen feos?		¿cuál es el personaje más feo?	¿su ropa es fea?	¿su cara es fea?
1	6	2	2	sí	sí
2	4	6	4	sí	sí
3	4	2	4	sí	no
4	2	3	2	sí	sí
5	2	4	2	sí	sí
6	2	6	2	sí	sí

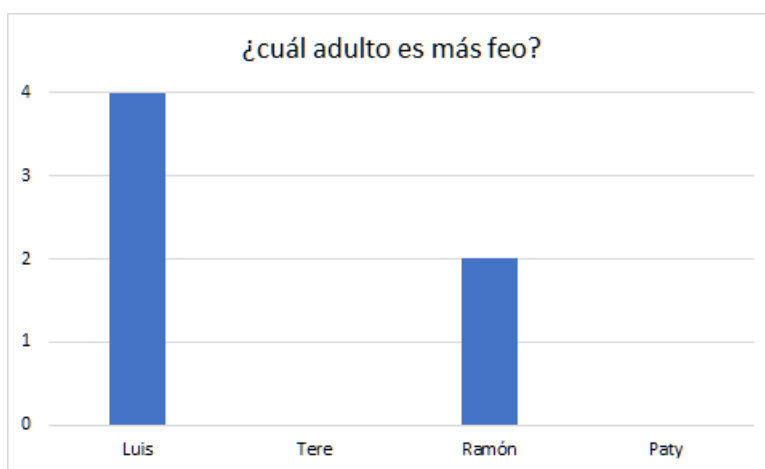


Figura 6.9: Personajes adultos más feos.

#### 6.4.1. Resumen de la evaluación de los personajes

A manera de resumen, el Cuadro 6.5, presenta el concentrado de resultados obtenidos en la evaluación de los personajes.

Cuadro 6.5: Resumen de la evaluación de los personajes

No.	Evaluación de personajes	Nombre de los personajes
1	Personajes infantiles atractivos	Diana, Arturo Diego.
2	Personajes infantiles desagradables	Arturo, Brenda Diego.
3	Personajes adultos Atractivos	Tere, Luis Paty.
4	Personajes adultos desagradables	Luis, Ramón.

## 6.5. Planeación de la evaluación de la interfaz

La evaluación de la interfaz se planeó para llevarse a cabo en el *UsaLab Laboratorio de Usabilidad de la UTM*, lo que implicó el diseño de una estrategia para llevar a los niños de su escuela al laboratorio. Uno de los aspectos considerados fue el preservar la integridad física y emocional de los niños ya que por su deficiencia auditiva se deben extremar precauciones y también porque estaba de por medio el nombre de la Universidad. Este plan incluyó acordar con la directora del CAM la fecha, la hora y el tiempo en que los niños estarían fuera de su escuela. También fue necesario solicitar a la Universidad, el apoyo para transportar a los niños utilizando un vehículo oficial de la UTM, a fin de que los niños estuvieran cubiertos por el seguro de viajero que tienen los transportes de la Universidad, mientras que los permisos de los padres o tutores de los niños estuvieron a cargo de la directora del CAM.

Por acuerdo con la directora del CAM, los niños que irían a la prueba serían ocho en el intervalo de tiempo de las 9:45 AM a las 12:15 PM, lo implicaba que la prueba en su totalidad tendría un máximo de dos horas, así que considerando que los usuarios sería ocho y que antes y después de la prueba se gasta tiempo en llegar al UsaLab, en la bienvenida, presentación y despedida de los usuarios, solamente



se tenía hora y media para la prueba. Por lo tanto, el tiempo máximo por niño se planeó que fuera de ocho minutos.

Por otro lado, el objetivo de esta prueba de usabilidad fue que los usuarios utilizaran la aplicación para probar la:

1. Facilidad para elegir el personaje con el que quieren realizar el ejercicio.
2. Identificación y selección del grupo de palabras que desean practicar.
3. Velocidad de la animación de los personajes.
4. Facilidad para cambiar de personaje, y
5. Facilidad para cambiar el grupo de palabras con el que se practica.

Así como

1. Medir la emoción que experimentan los usuarios al utilizar la aplicación, y
2. Medir el deseo de tener la aplicación en casa.

Para aplicar la prueba se diseñó un guion que indica las tareas que el usuario debe llevar a cabo, así como las preguntas que el facilitador le debe formular, teniendo presente que la comunicación entre facilitador y usuario es por medio de un intérprete de LSM. Este es el guion que se utilizó para evaluar la usabilidad de la interfaz y para medir la experiencia de usuario:

1. **Nombre del sistema a evaluar:** Desarrollo de una interfaz basada en la metodología de diseño centrada en el usuario para la práctica de la lengua de señas mexicana.
2. **Perfil de usuario:** Niños y adolescentes con discapacidad auditiva que toman clase de LSM en el CAM de la ciudad de Huajuapán de León, y maestras de grupo que enseñan LSM.
3. **Usuarios:** Ocho niños con discapacidad auditiva que asistan a la clase de LSM en el CAM de la ciudad de Huajuapán de León y un intérprete de español oral a LSM.
4. **Lugar de la prueba:** UsaLab Laboratorio de Usabilidad de la UTM.

5. **Escenario:** Hola amigo (a), gracias venir a la universidad y estar este día con nosotros. Deseamos que te sientas bien, que estés cómodo y que pases un momento agradable. Nosotros queremos que niños como tú utilicen la computadora para que practiquen y aprendan a comunicarse utilizando señas. Para ello estamos haciendo un juego en donde aparecen niños y maestros que muestran cómo hacer las señas. Para nosotros es muy importante que veas lo que estamos haciendo y nos digas si te gusta o no te gusta.

6. **Evaluando la selección del personaje**

- a) ¿Dinos qué ves?
- b) ¿Te gusta lo que ves?
- c) Selecciona el personaje que más te guste.
- d) ¿Fue fácil o difícil?

7. **Evaluando la identificación y elección del grupo de palabras**

- a) ¿Dinos qué ves?
- b) ¿Te gusta lo que ves?
- c) ¿Cuál figura representa comida?
- d) ¿Cuál figura representa transporte?
- e) ¿Cuál figura representa familia?
- f) ¿Cuál figura representa hogar o casa?
- g) ¿Cuál figura representa amigos platicando?
- h) Elige una de las figuras

8. **Evaluando la velocidad de la ejecución de las señas**

- a) ¿Te gusta cómo las hace?
- b) ¿Te parece que las hace rápido?
- c) ¿Te parece las hace despacio?

- d) Cambia de personaje.
- e) ¿Es fácil cambiar de personaje?
- f) Cambia el grupo de palabras.
- g) ¿Es fácil cambiar el grupo de palabras?
- h) ¿Te gustó el juego?
- i) ¿Quisieras tenerlo en tu casa?

### 6.5.1. Aplicación de la prueba de usabilidad

La aplicación de la prueba de la interfaz, la cual se puede apreciar en la Figura 6.10, se llevó a cabo el seis de diciembre de 2018 y tuvo las características que se



Figura 6.10: Interfaz de la aplicación

detallan a continuación:

1. **Fecha de la aplicación:** 6 de diciembre de 2018.
2. **Lugar:** UsaLab Laboratorio de Usabilidad de la UTM, en Huajuapán de León, Oax.
3. **Duración:** de 10:00 a 12:00hrs.
4. **Usuarios:** seis niños de primaria y secundaria con deficiencia auditiva.
5. **Medio de comunicación:** dos intérpretes de LSM a español fonético.

## 6. **Realización:**

- a) A cada uno de los niños se les presentó la aplicación y se les pidió que realizaran las siguientes tareas:
  - 1) Elegir un personaje.
  - 2) Identificar y seleccionar un grupo de palabras para practicar la LSM.
  - 3) Observar el movimiento del personaje y dar su opinión acerca de la calidad y de la velocidad de la animación.
  - 4) Cambiar de personaje.
  - 5) Cambiar de grupo de palabras.
  - 6) Salir de la aplicación.
- b) En la prueba participaron tres observadores que daban seguimiento al desarrollo de la prueba, anotaban observaciones y registraban las respuestas de los usuarios.

## 7. **Observaciones:**

- a) De los ocho niños solicitados al CAM, solamente acudieron seis.
- b) El más pequeño de los niños es de seis años y el mayor de catorce.
- c) Los observadores no tenían experiencia con niños con deficiencia auditiva y tuvieron problemas para registrar las respuestas que daban los usuarios.

En la Figura 6.11 y en la Figura 6.12, se observa a los niños acompañados de la intérprete y del facilitador probando la usabilidad de la interfaz.



Figura 6.11: Niño durante la prueba de Ux.



Figura 6.12: Niña durante la prueba de Ux.

## 6.6. Análisis de resultados de la prueba de usabilidad

El concentrado de las respuestas dadas por los usuarios se presenta en cuadros de diez renglones cada uno: el primero muestra la pregunta que se le hace al usuario, el segundo contiene el título de las columnas, los siguientes siete renglones se utilizan para anotar las respuestas de los usuarios, y el último de ellos para anotar lo que se considera la respuesta definitiva a la pregunta realizada. Cada cuadro contiene cuatro columnas: la primera muestra el número consecutivo que se le dio a cada usuario, y por cada observador, hay una columna que se utiliza para anotar el desempeño que el usuario ha tenido en la tarea realizada. Por cuestión de espacio, en lugar de utilizar la palabra “observador” se ha utilizado “obs” seguida de un “1”, “2” o “3”. Por otro lado, las respuestas a las preguntas son “sí”, “no” o “x”. La “x” indica que la pregunta no fue hecha, que el usuario no respondió o

que el observador no entendió la respuesta del usuario. El ultimo renglón de cada tabla muestra el resumen de las respuestas a la pregunta correspondiente.

### 6.6.1. Tarea elegir personaje

Esta tarea consistió en presentarle al usuario la primera pantalla de la aplicación que es la que se utiliza para elegir el personaje de acompañamiento. El usuario debía observar a los ocho personajes y elegir, mediante el ratón o tacto, al personaje de su preferencia para realizar su práctica de LSM. En el Cuadro 6.6, en la Figura 6.13 y en la Figura 6.14, se muestran los resultados que se obtuvieron

Cuadro 6.6: Resultados evaluación selección personaje.

usuario	¿te gusta lo que ves?			¿es facil elegir personaje		
	obs. 1	obs. 2	obs. 3	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	sí	si	x	sí	sí	x
2	sí	sí	sí	x	x	x
3	x	si	si	sí	sí	x
4	sí	sí	sí	sí	sí	sí
5	sí	sí	sí	sí	sí	sí
6	sí	sí	x	si	sí	x
7	sí	sí	sí	sí	sí	sí
resumen	sí			sí		

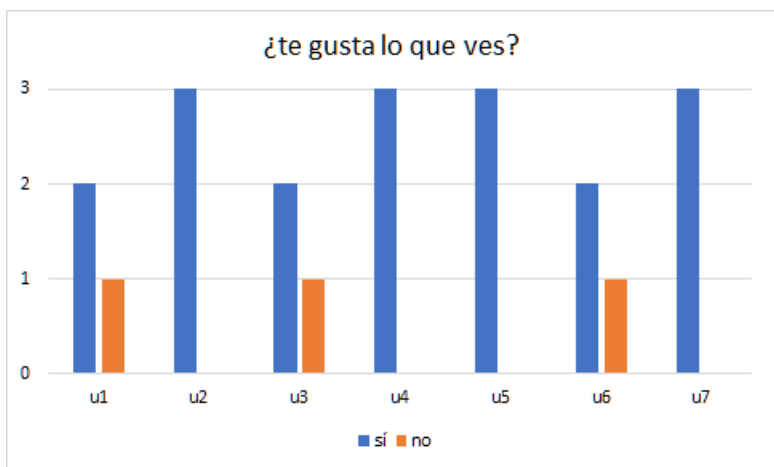


Figura 6.13: ¿te gusta lo qué ves?

en esta fase de la prueba. Los datos del Cuadro 6.6 se interpretan de la siguiente manera:

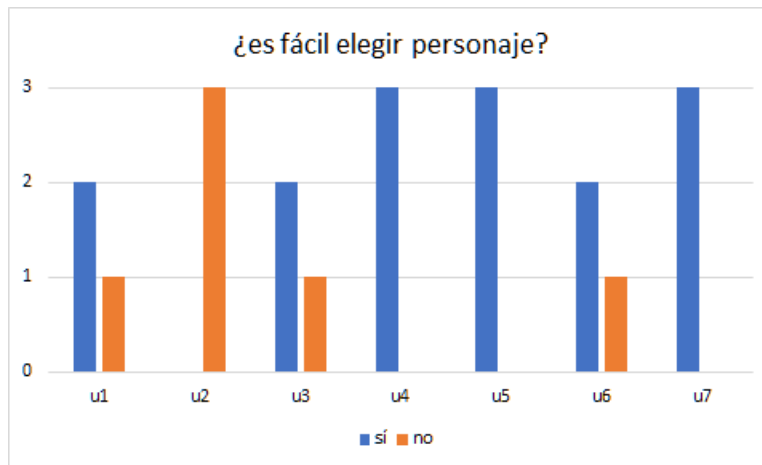


Figura 6.14: ¿es fácil elegir personaje?

1. La primera columna muestra el número asignado al usuario.
2. La columna etiquetada como “¿te gusta lo que ves?” se divide en tres subcolumnas para que cada observador anote lo que considera está respondiendo el usuario y lo mismo sucede con la columna etiquetada “¿es fácil elegir personaje?”.
3. El ultimo renglón de la tabla muestra el resumen de las respuestas que fue de siete “sí” de siete posibles, 100 %, para la primera pregunta y de seis “sí” de siete posibles, 86 %, para la segunda, por lo que se puede afirmar que a los usuarios les gusta lo que ven y les es fácil elegir el personaje que les gusta.

A partir de los datos del Cuadro 6.6, se determinó que al usuario (Figura 6.13), le gustaron los personajes en su versión final. También se concluyó, de acuerdo a la Figura 6.14, que la selección del personaje, es una tarea fácil de identificar y de llevar a cabo.

### 6.6.2. Tarea identificar y seleccionar campos semánticos

Esta prueba consistió en presentarle al usuario la pantalla que contiene los íconos que representan los cuerpos semánticos disponibles dentro de la interfaz. Luego se le pidió al usuario que los observará detalladamente y que identificara cada uno de ellos. Posteriormente se le solicitó elegir el de su preferencia. En el Cuadro

6.7 y en la Figura 6.15, se muestran los resultados de la tarea concerniente a la

Cuadro 6.7: Evaluación íconos campos semánticos.

¿es fácil identificar y seleccionar los grupos de palabras?			
	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	sí	sí	sí
2	sí	sí	sí
3	sí	sí	sí
4	sí	sí	sí
5	sí	sí	sí
6	sí	sí	sí
7	no	no	no
resumen	sí		

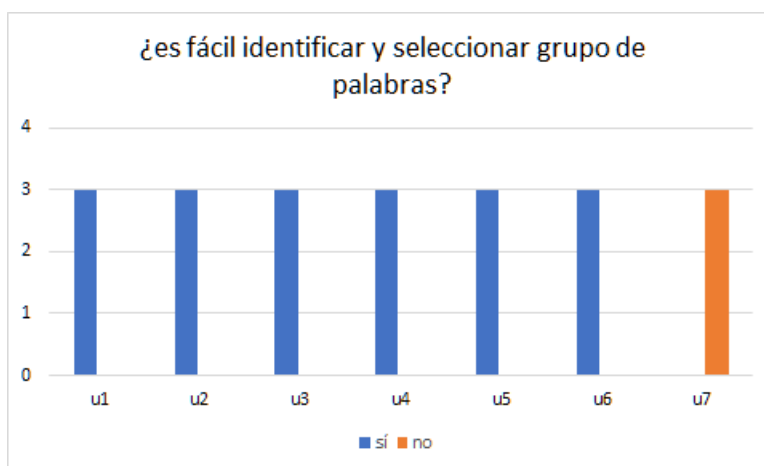


Figura 6.15: Evaluación íconos campos semánticos.

identificación y selección de los campos semánticos. Los datos del Cuadro 6.7 se interpretan así:

1. En el primer renglón del Cuadro aparece la pregunta “¿es fácil identificar y seleccionar los grupos de palabras?”.
2. Para esta pregunta, seis usuarios respondieron con un “sí” y uno contestó “no”, lo que significa que la facilidad para identificar y seleccionar los grupos de palabras es del 86 %.
3. En el último renglón etiquetado como “resumen”, aparece “sí” porque es la respuesta mayoritaria que dieron los usuarios a la tarea que se evaluaba.



A partir de los datos del Cuadro 6.7, se elaboró la gráfica de la Figura 6.15, en la que se aprecian los resultados descritos anteriormente.

### 6.6.3. Tarea valorar calidad de la animación

La ejecución de las señas es llevada a cabo por un personaje humanoide y, por lo tanto, al moverse, debe de hacerlo de manera similar a como lo hace un humano real. El movimiento debe ser suave y toda la parte del cuerpo involucrada con un movimiento debe ajustarse conforme se lleva a cabo el movimiento. De lo contrario, daría la sensación de que el personaje es una marioneta, de ahí la importancia de que el movimiento sea “real”. Las respuestas a la pregunta “¿te gusta la animación?” se muestran en el Cuadro 6.8 y en la Figura 6.16. El significado de los

Cuadro 6.8: Resultados calidad de la animación.

¿te gusta la animación?			
usuario	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	si	sí	si
2	x	si	x
3	si	si	si
4	si	si	sí
5	si	sí	x
6	sí	sí	sí
7	sí	sí	sí
resumen	sí		

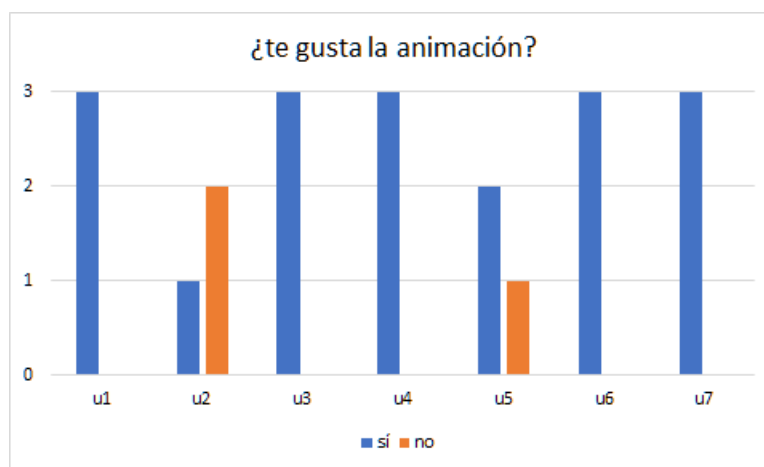


Figura 6.16: Resultados gráficos de la calidad de la animación.

datos es:

1. El primer renglón del cuadro muestra la pregunta “¿te gusta la animación?”.
2. Para esta pregunta, seis de los participantes respondieron con un “sí” y por lo tanto se concluye que para el 86 % de los usuarios la calidad de la animación es buena.

Los resultados gráficos se presentan en la Figura 6.16.

#### 6.6.4. Tarea observar y opinar acerca de la velocidad de la animación

Es importante que el usuario se sienta cómodo con la velocidad a la que el personaje ejecuta las señas y tener la facilidad de observar a detalle cómo es que el personaje ejecuta las señas. Para saber su opinión al respecto, se le formuló la pregunta “¿cómo es la velocidad?”. La respuesta fue diversa: a algunos les pareció lenta, a otros adecuada y otras rápida. Esto sugiere que se le debe agregar un control a la interfaz para que sea el usuario quién determine a qué velocidad se debe ejecutar el movimiento de la seña. El concentrado de las respuestas acerca de esta pregunta se muestra en el Cuadro 6.9 y en la Figura 6.17, se muestra la

Cuadro 6.9: Resultados evaluación de la velocidad de animación.

usuario	¿cómo es la velocidad?		
	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	buena	x	buena
2	sí	lenta	lenta
3	lenta	lenta	lenta
4	lenta	lenta	lenta
5	lenta	no pudo contestar	x
6	rápida	lenta	rápida
7	lenta	lenta	lenta
resumen	lenta		

interpretación gráfica de los datos en dicho Cuadro. El significado de los datos es el siguiente:

1. El primer renglón del Cuadro 6.9, muestra la pregunta “¿cómo es la velocidad?”
2. Al resumir las respuestas de los siete participantes, se observa que cinco de ellos opinan que la velocidad de la animación es lenta, uno que la velocidad

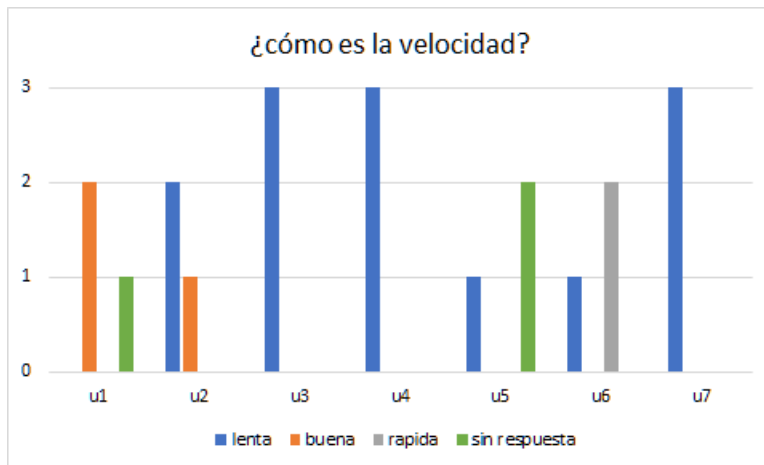


Figura 6.17: ¿Cómo es la velocidad de animación?

es adecuada y otro que la velocidad en rápida, por lo tanto, se concluye que para el 71 % de los usuarios la animación es lenta, pero por la variación de las respuestas, se considera que la interfaz debe proporcionar un control para graduar la velocidad de acuerdo con la preferencia o necesidad del usuario.

### 6.6.5. Tarea cambiar de personaje

La aplicación tiene disponibles ocho personajes diferentes para que el usuario elija el que sea de su preferencia y aunque lo primero que se le pide al usuario es que especifique con cuál de ellos quiere practicar, también se le debe ofrecer al usuario la opción de cambiar al personaje en cualquier momento durante su sesión de entrenamiento. Por esa razón, se le pidió al usuario que a media sesión intentara cambiar de personaje y que evaluara que tan fácil o difícil era realizar el cambio. En el Cuadro 6.10 y en la Figura 6.18, se muestra el resultado de evaluar esta tarea, que como se puede apreciar, ninguno de los usuarios pudo completar satisfactoriamente. Por lo tanto, esta tarea debe rediseñarse para que sea fácil de localizar, entender y ejecutar por parte de los usuarios. La interpretación gráfica de estos datos se muestra en la Figura 6.18.

Cuadro 6.10: Resultados evaluación cambiar personaje.

	¿es fácil cambiar de personaje?		
usuario	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	no	x	no
2	no	no	x
3	no	no	no
4	no	no	no
5	no	no	no
6	no	no	no
7	no	no	no
resumen	no		

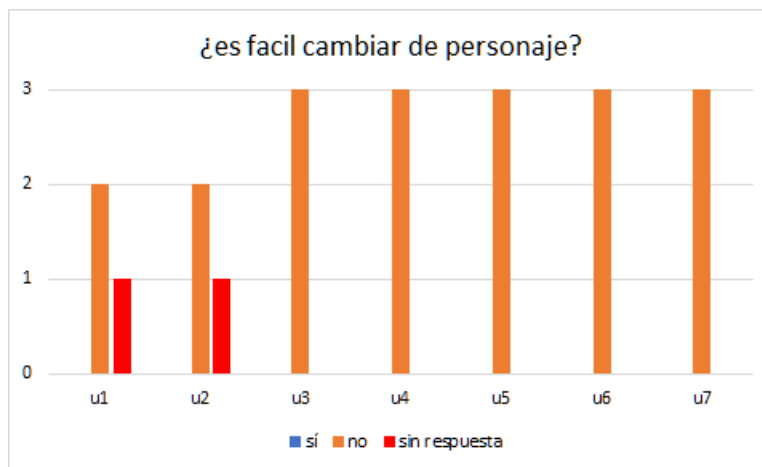


Figura 6.18: Resultados evaluación cambiar personaje.

### 6.6.6. Tarea cambiar grupo de palabras

Otra facilidad que se le debe dar al usuario es la oportunidad de cambiar el grupo de palabras con el que practica sin tener que reiniciar la aplicación, para lo cual, la interfaz dispone de los controles que permiten realizar el cambio en el momento que el usuario lo deseé. Por tal motivo se le pidió al usuario que mientras practicaba con el personaje, seleccionara otro grupo de palabras y que dijera si la realización del cambio era fácil. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 6.11, y la gráfica de resultados se muestra en Figura 6.19. Estos datos muestran que para los usuarios no fue fácil realizar el cambio solicitado, ya que ninguno de ellos pudo localizar y tampoco identificar el botón que los llevaba desde la pantalla

Cuadro 6.11: Resultados evaluación cambiar grupo de palabras.

usuario	¿es fácil cambiar el grupo de palabras?		
	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	no	x	no
2	no	si	x
3	no	no	no
4	no	no	no
5	no	no	no
6	no	no	no
7	no	no	no
resumen	no		

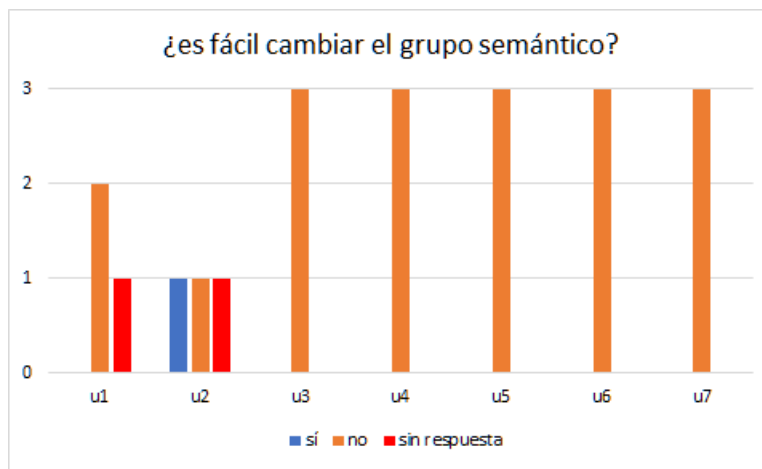


Figura 6.19: Gráfica evaluación cambiar grupo de palabras.

de la animación hacia la pantalla de selección del grupo de palabras. Los motivos que explican este inconveniente son:

1. Se utilizaron los íconos de *Material Design* que son los que se utilizan en dispositivos *Android* y no todos los niños están familiarizados con ellos, y a que estos íconos por sí mismos, no son claros en la idea que representan.
2. Otro aspecto en contra es que para representar el grupo de palabras relacionados con el hogar se utiliza la imagen de una casa y que, para representar la pantalla principal también se utiliza la imagen de otra casa, lo que causó confusión en los usuarios.

Ante estas dificultades, es claro que los botones de navegación deben modificarse para que el usuario los localice y los identifique utilizando su intuición, es decir, sin tener que recurrir a su memoria de largo plazo.

## 6.7. Evaluación de la experiencia de usuario

La prueba de usabilidad que se ha descrito en este capítulo tiene dos objetivos fundamentales: medir la facilidad de uso y medir la experiencia de usuario, ya que puede ser que una interfaz sea fácil de utilizar, pero no despierte ningún tipo de emoción o sensación en el usuario. Por esto, para medir la UX, al final de la prueba se le hicieron estas dos preguntas al usuario: “¿te gustó el juego?” y “¿quisieras tenerlo en casa?”. Si al usuario le gusta el juego y además, quiere disponer de él en su casa, y no solamente en la escuela, significa que la interfaz ha despertado en el usuario el deseo de disfrutar de la aplicación en cualquier momento. El Cuadro 6.12 y la Figura 6.20 muestran las respuestas a la pregunta

Cuadro 6.12: Atracción por el juego.

usuario	¿te gustó el juego?		
	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	si	x	si
2	si	si	x
3	x	x	x
4	si	si	sí
5	sí	sí	sí
6	sí	sí	sí
7	sí	sí	sí
resumen	sí		

“¿te gustó el juego?”. Los datos muestran que a seis de los siete participantes sí les gustó el juego, lo que significa que el 86 % de los usuarios se siente atraído por el juego. La razón de que el tercer usuario no tenga respuestas registradas, es que a él no se le hizo directamente la pregunta, sin embargo, en el video no muestra indiferencia o rechazo por el juego.

Por otro lado, en el Cuadro 6.13, y en la Figura 6.21, se muestran las respuestas a la pregunta “¿quisieras tenerlo en casa?” en la que se observa que seis usuarios desean tener la aplicación en su casa, lo que significa que la aplicación despertó

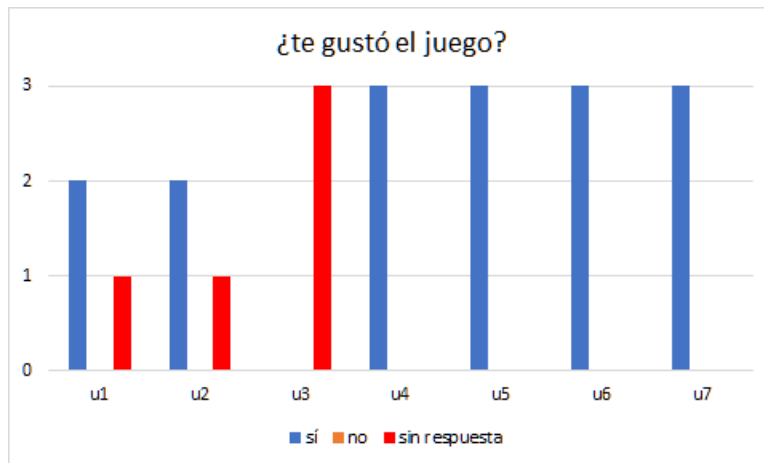


Figura 6.20: Gráfica de atracción por el juego.

Cuadro 6.13: Deseo de posesión.

usuario	¿quisieras tenerlo en casa?		
	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	sí	x	sí
2	sí	sí	x
3	x	x	x
4	sí	sí	sí
5	sí	sí	sí
6	sí	sí	sí
7	sí	x	x
resumen	sí		

en ellos el deseo de poseer para disfrute personal la aplicación para la práctica de LSM. Al igual que con la pregunta anterior, al tercer usuario no se le formuló textualmente la pregunta y por eso no se tiene una respuesta explícita.

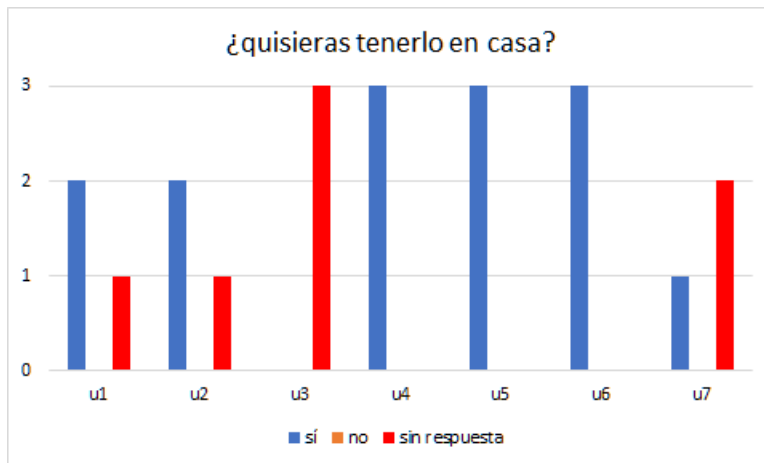


Figura 6.21: Gráfica Deseo de posesión.

## 6.8. Resumen de resultados de las pruebas de usabilidad

A manera de resumen, en el Cuadro 6.14, se muestran los diferentes resultados obtenidos durante las pruebas de usabilidad, los cuales permiten concluir que:

Cuadro 6.14: Resumen de las pruebas de usabilidad

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Te gusta lo que ves?	Sí
2	¿Es fácil identificar y elegir un personaje?	Sí
3	¿Es fácil identificar y seleccionar un grupo de palabras?	Sí
4	¿Te gustan las animaciones?	Sí
5	¿Cómo es la velocidad?	Lenta
6	¿Es fácil cambiar de personaje?	No
7	¿Es fácil cambiar de grupo semántico?	No
8	¿Te gustó el juego?	Sí
9	¿Quisieras tenerlo en casa?	Sí

1. El diseño de los personajes satisfizo a los usuarios.
2. La selección del personaje es fácil de realizar.
3. La identificación y selección de los grupos semánticos es sencilla y rápida.



4. Para algunos usuarios la animación de los personajes es rápida y para otros es lenta, lo que implica que se debe agregar un control a la interfaz para que el usuario determine la velocidad de la animación.
5. Los controles para el cambio de personaje y cambio de grupo semántico son confusos y dificultan la interacción con la interfaz por lo que deben rediseñarse por completo.
6. De acuerdo al sentir de los usuarios, se puede afirmar que la experiencia de usuario es alta.

### **6.8.1. Efectividad, eficacia y satisfacción durante las pruebas de HCI**

De acuerdo a los estándares ISO-9126 [35] (estándar de calidad de software) e ISO-9241-11 [37] (estándar de ergonomía en HCI), las pruebas de usabilidad permiten evaluar “el grado de que un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr las metas con *efectividad*, *eficiencia* y *satisfacción* en un contexto de uso determinado”. Por lo tanto, en pruebas de usabilidad es necesario medir, al menos, tres características relacionadas con el grado de usabilidad que tiene una interfaz:

- **Efectividad:** es una medida cuantitativa. Cuenta el número de actividades y de tareas completadas con éxito por el usuario.
- **Eficiencia:** es una medida cuantitativa. se refiere la rapidez con la que el usuario logra realizar las tareas propuestas, es decir, es el tiempo necesario para realizar cada actividad.
- **Satisfacción:** es una medida cualitativa que mide la preferencia general y gusto del usuario por la interfaz, por las características que él identifica en la aplicación. Esta medida se basa en preguntas tales como: ¿les gusta la interfaz?, ¿se sintieron frustrados o confundidos?, ¿qué calificación le dan a la interfaz?, etc.

Con base en lo expresado anteriormente, la efectividad de la interfaz es de 67% porque los usuarios realizaron cuatro de seis tareas propuestas. La eficiencia es del

100 % para las cuatro tareas realizadas satisfactoriamente en el tiempo establecido, y de 0 % para las tareas que los usuarios no pudieron realizar. La satisfacción de los usuarios durante las pruebas es del 75 % ya que de las cuatro preguntas relacionadas con la percepción de la interfaz contestaron “sí” a tres de ellas.

## 6.9. Mejoras de usabilidad y sugerencias de cambio

Durante las pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario, solamente se tuvieron fallos con los botones de navegación que le permiten al usuario el cambio de personaje, el cambio de grupo semántico y con el botón de terminación del programa (Figura 6.22). Una causa del fallo de diseño está relacionada con la uti-



Figura 6.22: Botones de navegación

lización del ícono con la figura de una casa, porque se utiliza en dos ocasiones, pero con significado diferente, en una se utiliza para navegar hacia la pantalla principal y en otra, para indicar el grupo de palabras relacionadas con el hogar. Sin embargo, la razón principal del fallo es la utilización de íconos estándar que se incrustan en las aplicaciones destinadas a usuarios que no tienen limitaciones físicas o intelectuales y que utilizan tecnología de información frecuente o cotidianamente. Lo que se debe hacer es cambiar los iconos que no fueron entendidos por los usuarios, considerando que: la aplicación no es una aplicación de consumo general, sino una aplicación desarrollada para usuarios con limitaciones auditivas, cuyo principal medio para percibir e interactuar con el entorno que los rodea es a través del sentido de la vista, por lo cual, los nuevos íconos deben ser de mayor tamaño y tener un significado visual explícito tanto de su significado como de su funcionalidad.

Otro aspecto de la interfaz que debe modificarse es la velocidad de la animación de los personajes que, aunque no causó confusión al momento de interactuar con

la aplicación, no todos los usuarios estuvieron conformes con ella. Así que, para satisfacer esta inquietud, lo mejor es agregar un control a la interfaz para que sea el usuario quién determine a qué velocidad se debe ejecutar la seña.

## **6.10. Ajustes a la interfaz**

Durante las pruebas de usabilidad se detectó que los botones de navegación que se muestran en la Figura 6.22, no transmitieron el significado adecuado a los usuarios, razón por la cual estos deben cambiarse de tal manera que los usuarios identifiquen sin tener que recurrir a su memoria o consultar con algún maestro o compañero para saber cuál es su función dentro de la interfaz. Los cambios en los íconos de navegación están basados en los resultados de las pruebas de usabilidad y en las características únicas del grupo de usuarios hacia los cuales está dirigida la aplicación:

1. Los usuarios identificaron fácilmente cómo elegir el personaje de su preferencia.
2. Los usuarios identificaron fácilmente el significado de los iconos que representan los grupos de palabras y realizaron exitosamente la selección del grupo semántico en el cual practicar.
3. Los usuarios son seres visuales por naturaleza, es decir, a falta o disminución del sentido del oído, ellos maximizan la utilización del sentido de la vista para captar y conducirse dentro de su entorno.
4. La comunicación con los usuarios debe ser directa ya que, en la LSM las inflexiones de voz, el sarcasmo o el lenguaje figurado es complicado de plasmar.

En base a lo anterior, se procedió a modificar la barra de navegación de la Figura 6.22 para convertirla en la barra que se muestra en la Figura 6.23, con el significado y la distribución que se explican a continuación.

1. Para sustituir el ícono de la flecha hacia atrás que se muestra en la Figura 6.22, se tomó como base la pantalla que se utiliza para elegir el cuerpo



Figura 6.23: Botones de navegación modificados.

semántico, se redujo de tamaño, se convirtió en ícono y se realizó la sustitución. Esto se justifica porque durante las pruebas de usabilidad, los usuarios comprendieron esa sección y realizaron exitosamente la tarea asignada para evaluarla, es decir, ellos ya saben cuál es su significado y cuál es su función.

2. Para sustituir el ícono de casa que aparece en la Figura 6.22 y que se utiliza para desplazarse a la pantalla de selección del personaje, se tomó como base la pantalla de selección del personaje, se convirtió en ícono y se realizó la sustitución. Este cambio se justifica a partir de los resultados que se obtuvieron en las pruebas de usabilidad, donde los usuarios no tuvieron inconvenientes para realizar la tarea de elegir personaje.
3. Para sustituir el ícono del extremo derecho que se muestra en la Figura 6.22 cuya función es terminar la ejecución de la aplicación se optó por utilizar un personaje ejecutando la seña de despedida, que es el puño con el pulgar levantado. Esta decisión de diseño se debe a que las primeras señas que se aprenden son aquellas relacionadas con el saludo y la despedida, así que para un estudiante de LSM esta seña es conocida y por lo tanto tiene un significado claro y directo.

Después de efectuar estos cambios y de integrarlos a la interfaz, el aspecto de la pantalla de práctica de la LSM luce como se muestra en la Figura 6.24. En esta figura se puede apreciar que la barra de navegación es más ancha debido a que los iconos sobre ella han aumentado de tamaño, con el propósito de que el usuario los pueda localizar y entender sin dificultades.



Figura 6.24: Interface modificada.



## Capítulo 7

# Conclusiones y trabajos a futuro

### 7.1. Conclusiones

En términos de las mediciones de efectividad, eficiencia y satisfacción, así como de las mejoras de usabilidad presentadas en el capítulo seis, se concluye que el objetivo general planteado en la Sección 1.5, se ha alcanzado satisfactoriamente.

Del análisis de resultados de las pruebas de usabilidad, se desprende que tanto los personajes, los íconos que representan los campos semánticos y la configuración de la práctica, son atractivos y entendibles para los usuarios que participaron en dichas pruebas, y que la interfaz tuvo la capacidad de atraer la atención de los niños y despertar en ellos, el deseo de posesión para disfrute personal en casa. Por lo tanto, es posible afirmar que el desarrollo de la GUI, así como el diseño, implementación, animación y control de los personajes se ha realizado exitosamente.

Por otro lado, las limitantes del actual corpus, el cual no integra los elementos lingüísticos necesarios para establecer conversaciones entre el personaje y el usuario, han impedido el desarrollo del módulo *Conversación*, el cual permitiría medir el dominio que el usuario tiene de la LSM. Sin embargo, en el momento que se amplió la versatilidad del corpus, será relativamente fácil llevar a cabo la implementación de ese módulo sin afectar la vista y la funcionalidad del resto del sistema.

En suma, se puede afirmar que el objetivo general y dos objetivos particulares se han completado exitosamente, mientras que la consecución del tercer objetivo particular es factible de realizar si al actual corpus, se le agregan los componentes del lenguaje necesarios para establecer conversaciones.

## **7.2. Trabajos a futuro**

Un trabajo de investigación siempre abre un abanico de oportunidades para continuar investigando y desarrollando acerca del mismo o de algún otro tema similar. Estos son los temas que se creé son necesarios para mejorar el proyecto: Para comunicarse con otras personas, es necesario conocer los diversos elementos que conforman un lenguaje, por lo cual, es necesario ampliar el actual corpus, que solamente ofrece sustantivos, para que ofrezca los componentes de la LSM necesarios para desarrollar el módulo de *Conversaciones*, y así valorar el nivel de comprensión que el usuario tiene de la LSM y de esa manera, estar en posibilidad de ofrecerle una retroalimentación que le ayude a mejorar su dominio de la lengua de señas. También y dado que los usuarios contemplados para este proyecto son personas visuales, es recomendable que los personajes cambien su expresión facial mientras ejecutan las señas, ya que este tipo de usuario, cuando interactúa con otras personas, siempre intenta mirar la cara de su interlocutor para entender o contextualizar el significado de lo que le dicen. Además, por el tipo de usuario al que está dirigido este trabajo, fue necesario proponer y utilizar heurísticas de diseño diferentes a las expresadas en las referencias bibliográficas, razón por la cual, se considera que las heurísticas propuestas, deben analizarse a fondo y en su caso, formalizarse en un trabajo de investigación independiente.



# Bibliografía

- [1] D. A. Norman, *The design of everyday things*. New York New York: Basic Books, 2013.
- [2] J. Nielsen, *Usability Engineering*. Boston, USA: Academic Press, 1993.
- [3] F. P. Priego-Pérez, *Reconocimiento de imágenes del lenguaje de señas mexicano*. Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 2012.
- [4] F. Trujillo-Romero and S. O. Caballero-Morales, “Towards the Development of a Mexican Speech-to-Sign-Language Translator for the Deaf Community,” *Acta Universitaria*, vol. 22, no. 1, 2012.
- [5] F. Trujillo-Romero, F. E. Luis-Pérez, and S. O. Caballero-Morales, “Multimodal interaction for service robot control,” in *CONIELECOMP 2012, 22nd International Conference on Electrical Communications and Computers*, pp. 305–310, IEEE, 2012.
- [6] F. E. Luis-Pérez, F. Trujillo-Romero, and W. Martínez-Velazco, *Control of a Service Robot Using the Mexican Sign Language*, pp. 419–430. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [7] M. Cruz-Aldrete, “Reflexiones sobre la educación bilingüe intercultural para el sordo en México,” *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, vol. 3, no. 1, pp. 133–145, 2009.
- [8] Y. Hassan-Montero, S. Ortega-Santamaría, and R. Lavandera-Fernández, *Informe APEI sobre usabilidad*, vol. 3. Gijón, España: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009.

- [9] G. Acevedo, R. Flores, S. Lima, and B. Alducín, “Lenguaje de señas por celular,” in *Octava Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática*, (Orlando, Florida, USA), pp. 1–6, CИСCI 2009, 7 2009.
- [10] J. F. García-Mejía, L. A. Tinoco-Monroy, G. González-Hernández, J. A. García-Mejía, and J. Moreno-Jiménez, “Modelado e implementación de un sistema de enseñanza de Lenguaje de Señas Mexicano,” *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, vol. 14, no. 2, 2007.
- [11] N. Aguas-García, “Tecnología de voz utilizada en la terapia del lenguaje de niños con deficiencias auditivas,” *Universidad del Caribe*, 2004.
- [12] G. Garcia-Bautista, F. Trujillo-Romero, and G. Diaz-Gonzalez, “Advances to the development of a basic Mexican sign-to-speech and text language translator,” in (A. G. Tescher, ed.), *Proc. SPIE 9971, Applications of Digital Image Processing XXXIX*, 99713E, 2016-09-28.
- [13] R. Hunicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, “MDA: A Formal Approach to Game Desing and Game Research,” in *Proceedings of the AAAI-04 Workshop on Challenges in Game AI*, pp. 1–5, 2004.
- [14] M. Cruz-Aldrete, *Gramática de la Lengua de Señas Mexicana*. Tesis doctoral, Colegio de México, México D.F, 2008.
- [15] L. Castro-Estévez and K. Cruz-García, *Herramienta de Apoyo para la interpretación de lenguaje de señas mexicano (HILSEM)*. Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 2015.
- [16] S.-O. Caballero-Morales and F. Trujillo-Romero, “3D Modeling of the Mexican Sign Language for a Speech-to-Sign Language System,” *Computación y Sistemas*, vol. 17, no. 4, pp. 593–608, 2013.
- [17] Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, “Ley General de las Personas con Discapacidad,” in *Diario Oficial de la Federación*, 1, (México D.F), pp. 1–8, DOF, 2005-06-10.

- [18] C. J. Correa-Trejo and D. García-Ramírez, “SingLence.” <http://repositorio.iberopuebla.mx>, 2014. [Online; accedido 2017-05-24].
- [19] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Las personas con discapacidad en México: Una visión al 2010*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2013.
- [20] S. Pink, *Doing Visual Ethnography: Images, Media and Representation in Research*. SAGE Publications, 2001.
- [21] M. Hammersley and P. Atkinson, *Ethnography: Principles in Practice*. Research methods, sociological theory, ethnography, Routledge, 1995.
- [22] J. Pruitt and J. Grudin, “Personas: Practice and theory,” pp. 1–15, ACM Press, 2003.
- [23] A. Cooper, *The Inmates Are Running the Asylum*. Indianapolis, IN, USA: Macmillan Publishing Co., Inc., 1999.
- [24] A. Cooper, R. Reimann, and D. Cronin, *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [25] D. S. Bortree, “Presentation of self on the web: an ethnographic study of teenage girls weblogs,” *Education, Communication & Information*, vol. 5, no. 1, pp. 25–39, 2005.
- [26] E. Lindström and E. Rothoff, “Trouble in paradise? : An ethnographic study of the relationship between tourists and local residents in a developing country,” 2015.
- [27] N. Adamo-Villani, “A virtual learning environment for deaf children: Design and evaluation,” 01 2007.
- [28] N. Adamo-Villani and K. Wright, “Smile: An immersive learning game for deaf and hearing children,” in *ACM SIGGRAPH 2007 Educators Program*, SIGGRAPH ’07, (New York, NY, USA), ACM, 2007.
- [29] J. Hope, “Consider needs of deaf people in space design,” *Disability Compliance for Higher Education*, vol. 22, no. 6, pp. 9–9, 2017.

- [30] J. Nielsen, “Enhancing the explanatory power of usability heuristics,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '94, (New York, NY, USA), pp. 152–158, ACM, 1994.
- [31] E. M. Grangaard, “Color and light effects on learning,” Tech. Rep. 1, US Department of Education – Office of Educational Research and Improvement, Washington, DC,, 4 1995. Paper presented at the Association for Childhood Education International Study Conference and Exhibition.
- [32] J. González-Sánchez, N. Padilla-Zea, F. L. Gutierrez-Vela, and M. Cabrera, “De la usabilidad a la jugabilidad: Diseño de videojuegos centrado en el jugador,” *IX Congreso Internacional Interacción*, 12 2008.
- [33] J. González-Sánchez, N. Padilla-Zea, F. L. Gutierrez-Vela, and F. Montero, “Jugabilidad como calidad de la experiencia del jugador en videojuegos,” *Publicado por la Universidad de Granada, España*, 12 2009.
- [34] J. L. González-Sánchez, *Jugabilidad: Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos*. Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada, España, 2010.
- [35] International Organization for Standardization, “Information technology – software product quality.” <https://www.cse.unsw.edu.au/~cs3710/PMmaterials/Resources/9126-1%20Standard.pdf>, 2000. visitado el 27 de junio de 2019.
- [36] International Organization for Standardization, “Human-centred design for interactive systems.” <https://www.sis.se/api/document/preview/912053/>, mar 2019. visitado el 27 de junio de 2019.
- [37] N. Bevan, J. Carter, J. Earthy, T. Geis, and S. Harker, “New iso standards for usability, usability reports and usability measures,” vol. 9731, pp. 268–278, 07 2016.

## Aplicaciones analizadas

- [38] sipse.com, “En México se hacen ciegos ante los sordos.” <https://sipse.com/mexico/sordos-discapacidad-gobierno-mexico-224324.html>, visitado el 25-jun-2019.
- [39] portaldeeducacion, “Centros de educación especial en México.” <https://portaldeeducacion.com.mx/educacion-especial/index.htm>, visitado el 25-jun-2019.
- [40] educespecialoax.galeon.com, “Unidad de servicios de apoyo a la educación regular.” <http://educespecialoax.galeon.com/usaer.html>, visitado el 25-jun-2019.
- [41] DiloEnSenas, “Dilo en señas.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jaguarlabs.lsm>, visitado el 25-jun-2019.
- [42] Ilse, “Diccionario lengua signos esp.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.fundacionvf.dilse.cnse>, visitado el 25-jun-2019.
- [43] Innovanic, “Enseñame.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.innovanic.com.enseñame>, visitado el 25-jun-2019.
- [44] Kitsord, “Kitsord – lengua de señas.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kitsord>, visitado el 25-jun-2019.
- [45] Mind Rockets Inc, “Asl keyboard.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mindrocketsinc.signskeyboard>, visitado el 25-jun-2019.
- [46] D. Franco, “Dímelo pro.” <https://apkpure.com/es/dimelo-pro/com.lionteamssoft.dimelo>, visitado el 25-jun-2019.
- [47] S. Bashir, “Bsl british sign language.” <https://apps.apple.com/us/app/bsl-british-sign-language/id1154479381>, visitado el 25-jun-2019.
- [48] Comunitytec AC, “Comunitytec lsm.” [https://apkpure.com/es/comunitytec-lsm/com.increibleapps.app\\_89070\\_95838/versions](https://apkpure.com/es/comunitytec-lsm/com.increibleapps.app_89070_95838/versions), visitado el 25-jun-2019.

## Páginas de internet

- [49] Nielsen Norman Group, “Usability 101: Introduction to usability.” <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>, visitado el 26-jun-2019.
- [50] Nielsen Norman Group, “10 usability heuristics for user interface design.” <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>, visitado el 26-jun-2019.
- [51] Nielsen Norman Group, “Why you only need to test with 5 users.” <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>, visitado el 1-ago-2019.
- [52] User Experience Professionals Association, “Definitions of user experience and usability.” <https://uxpa.org/resources/definitions-user-experience-and-usability>, visitado el 26-jun-2019.
- [53] E. Guevara, “Documental porqué compramos lo que compramos.” <https://www.youtube.com/watch?v=d8UnozDRx8I>, visitado el 26-jun-2019.
- [54] Kambrica, “Ui, ux, ixd: ¿cuál es la diferencia?.” <https://www.kambrica.com/blog/ui-ux-ixd-cual-es-la-diferencia/>, visitado el 26-jun-2019.
- [55] assassins-creed iv, “assassins-creed-iv.” <http://www.hobbyconsolas.com/sites/hobbyconsolas.com/public/media/image/2013/10/251989-assassins-creed-iv-black-flag-durara-50-horas-como-minimo.jpg>, visitado el 26-jun-2019.
- [56] Unity Inc, “Unity store.” <https://store.unity.com/es/>, visitado el 26-jun-2019.
- [57] A. L. de Señas Mexicana, “Aprendiendo lengua de señas mexicana.” <https://www.youtube.com/channel/UCWPZNhzLIuYoIQYtqnvMGCA>, visitado el 26-jun-2019.
- [58] C. Palmeri, “U.s. dvd sales continue to slide as digital viewing soars.” <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-01-06/>

u-s-dvd-sales-continue-to-slide-as-digital-viewing-soars, visitado el 26-jun-2019.

- [59] B. Lang, “Digital home entertainment to exceed physical by 2016, study finds.” <https://variety.com/2014/digital/news/digital-home-entertainment-to-exceed-physical-by-2016-study-finds-1201207708/>, visitado el 26-jun-2019.
- [60] Autodesk, inc, “Maya – autodesk.” <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>, visitado el 26-jun-2019.
- [61] Material Design, “Material design.” <https://material.io/design/>, visitado el 26-jun-2019.
- [62] J. Araiza, “¿por qué compramos?.” [https://www.youtube.com/watch?v=N\\_Z5aEGURCA](https://www.youtube.com/watch?v=N_Z5aEGURCA), visitado el 27-jun-2019.
- [63] D. 3D, “3d models and assets.” <https://www.daz3d.com/shop>, visitado el 27-jun-2019.
- [64] S. Duro Limia, “¿qué es la experiencia de marca? – 5 casos de éxitos.” <https://es.semrush.com/blog/experiencia-de-marca-casos-exito/>, visitado el 29-ago-2019.
- [65] DeConceptos.com, “Concepto de animación.” <https://deconceptos.com/arte/animacion>, visitado el 31-oct-2019.

## **Trabajos no publicados**

- [66] F. Trujillo-Romero, “Corpus de la lsm,” 2018.





## Anexo A

# Cuestionario del estudio contextual

1. ¿Cuáles son las tareas que realiza el profesor antes de dar clase?
2. ¿Cuáles son las tareas que realiza el profesor durante la clase?
3. ¿Cuál es el proceso de enseñanza-aprendizaje?
4. ¿Cuál es la secuencia de habilidades que el alumno debe dominar para aprender LSM?
5. ¿Cuáles son las tareas que realizan los alumnos en el aula?
6. ¿Cómo las realiza?
7. ¿Cuáles son los principales obstáculos que debe enfrentar el alumno al momento de realizar esas tareas?
8. ¿Cómo se mide el aprendizaje del alumno?
9. ¿Qué tecnología utiliza en el aula?
10. En caso de utilizar software para dar su clase, ¿cuál o cuáles utiliza?
11. En caso de utilizar software para dar su clase, haga una valoración amplia de él haciendo énfasis en sus carencias.

12. ¿Los estudiantes utilizan tecnología para sus actividades de aprendizaje?
13. De ser así, ¿qué tecnología utilizan?
14. ¿Se les deja tarea para casa a los niños?
15. ¿Los niños asisten con regularidad a clase?
16. Cuando faltan, ¿por qué lo hacen?
17. ¿Qué tanto influye el factor cultural en la inscripción a los cursos de educación especial?
18. ¿Qué es lo más difícil de ser profesor de LSM en el CAM?
19. ¿Cuáles son las consecuencias de padecer discapacidad auditiva?
20. En un mundo de oyentes, ¿Cómo beneficia a una persona con discapacidad auditiva el dominio de una lengua de señas?

## Anexo B

# Estudio contextual: preguntas y respuestas

La conversación con las profesoras fue por separado y el resumen de las respuestas que ellas dieron al cuestionario que se mostró en la sección A son estas:

1. *¿Cuáles son las tareas que realiza el profesor antes de dar clase?*

**Básicamente el profesor prepara su material didáctico de acuerdo a la habilidad que pretende aprendan sus estudiantes.**

2. *¿Cuáles son las tareas que realiza el profesor durante la clase?*

**La profesora enseña el abecedario dactilológico, sustantivos por campos semánticos y narración de cuentos en LSM por medio de videos.**

3. *¿Cuál es el proceso de enseñanza-aprendizaje?*

**La profesora elige la actividad de la clase, la enseña a los niños y después cada niño debe mostrar que la ha comprendido y que es capaz de repetirla. En el caso de los cuentos, cada niño debe pasar al frente y narrar lo que recuerde a sus compañeros utilizando LSM.**

4. *¿Cuál es la secuencia de habilidades que el alumno debe dominar para aprender LSM?*

**Lo primero que el alumno debe de aprender es el abecedario dactilógico, después debe ser capaz de deletrear palabras en español por medio de la dactilología y posteriormente debe aprender las señas únicas de los sustantivos y finalmente debe formar oraciones en LSM.**

5. *¿Cuáles son las tareas que realizan los alumnos en el aula?*

**El aprendizaje se basa en la repetición, es decir, la profesora realiza un ejercicio varias veces y luego le pide a cada alumno que la repita. La otra actividad consiste en contar una historia que el alumno recién acaba de ver por medio del proyector.**

6. *¿Cómo las realiza?*

**Los alumnos se sientan formando un semicírculo desde donde pueden observar el ejercicio presentado por el profesor para después, uno por uno repetir el ejercicio de pie o sentado desde su lugar en el semicírculo. Para algunos ejercicios la profesora le pide a cada estudiante que pase al frente y repita el ejercicio o cuente una histórica (qué hizo el fin de semana, etc.).**

7. *¿Cuáles son los principales obstáculos que debe enfrentar el alumno al momento de realizar esas tareas?*

**Las personas que nacen con discapacidad auditiva son persona cuya expresión corporal está muy desarrollada (mirada, gestos, movimiento con las manos), sin embargo, para una persona oyente aprender LSM es complicado y físicamente doloroso porque no está acostumbrada a realizar la mímica de los no oyentes.**

8. *¿Cómo se mide el aprendizaje del alumno?*

**Se mide por medio de la comprensión y la correcta ejecución de las señas.**

9. *¿Qué tecnología utiliza en el aula?*

**Se utiliza una computadora portátil (LAP) y un proyector. El proyector y la lap no están fijos en el aula, la profesora es la responsable de traerlos consigo en cada clase.**

10. *En caso de utilizar software para dar su clase, ¿cuál o cuáles utiliza?*

**Se utiliza Power Point y el reproductor de medios del sistema operativo Windows.**

11. *En caso de utilizar software para dar su clase, haga una valoración amplia de él haciendo énfasis en sus carencias.*

**Existen diversas aplicaciones ofimáticas que ayudan en el aprendizaje de la LSM. La deficiencia principal de ellas es que solamente enseñan sustantivos agrupados en campos semánticos (vocabulario), pero conocer y ejecutar correctamente la seña de los sustantivos no es suficiente para que un anacusico o hipoacusico se puedan comunicar entre ellos. La mayoría de estas aplicaciones no enseña la comprensión de diálogos en LSM.**

12. *Los estudiantes utilizan tecnología para sus actividades de aprendizaje?*

**No.**

13. *De ser así, ¿qué tecnología utilizan?*

**No aplica.**

14. *¿Se les deja tarea para casa a los niños?*

**No. En algunos casos el niño que asiste al curso de LSM es el único en la familia con limitaciones auditiva lo que le impide pedir ayuda a sus familiares para la realización de las tareas escolares.**

15. *¿Los niños asisten con regularidad a clase?*

**No. No todos asisten diariamente a clase.**

16. *Cuando faltan, ¿por qué lo hacen?*

**En algunos casos no asisten por el costo económico que implica desplazarse desde su casa hasta el CAM y otras porque no disponen de un familiar que los lleve a la escuela.**

17. *¿Qué tanto influye el factor cultural en la inscripción a los cursos de educación especial?*

**Con el paso del tiempo este factor ha disminuido, sin embargo, aún existen familias que no se sienten cómodas llevando a sus hijos a una escuela de educación especial.**

18. *¿Qué es lo más difícil de ser profesor de LSM en el CAM?*

**La más importante es la falta de asistencia a clase por parte de los niños.**

19. *¿Cuáles son las consecuencias de padecer discapacidad auditiva?*

**La consecuencia principal es el aislamiento tanto en el ámbito familiar como en el escolar.**

20. *En un mundo de oyentes, ¿Cómo beneficia a una persona con discapacidad auditiva el dominio de una lengua de señas?*

**Si bien es cierto que poder expresarse mediante la LSM ayuda a romper la marginación de las personas sordas o parcialmente sordas, también es cierto que no es suficiente para llevar una vida normal, por ejemplo, asistir a cualquier universidad o realizar un trámite en alguna oficina de gobierno.**