

PlexLSM: An Extensible Scenario-Based Platform for Training Hearing Individuals in Mexican Sign Language

Miguel Angel Vidal-Campos, J. Alfredo Sánchez, Soraia S. Prietch

Published: 30 November 2024

Resumen

This article presents the design of an extensible training platform for Mexican Sign Language (LSM) aimed at hearing individuals who provide services to deaf people using a scenario-based teaching strategy. The PlexLSM platform was co-designed with stakeholders involved in service scenarios for deaf users. To demonstrate the feasibility of PlexLSM, prototypes, and evaluations were conducted for service scenarios in medical offices and taxi transportation. However, the platform's design allows for the addition of new service scenarios.

PlexLSM supports learning signs for general words and phrases, as well as scenario-specific terms. Gamification strategies are incorporated to motivate users, guiding them from a basic level to a service scenario level where they can engage in conversations with deaf individuals. Focus groups were conducted with potential service providers from various fields for the formative evaluation of low-fidelity prototypes. Additionally, the user experience of the developed mobile application was evaluated using the think-aloud method. The results indicate that PlexLSM can effectively support LSM learning for service providers across different scenarios.

Keywords:

Mexican Sign Language, LSM, Scenario-Based Learning, Extensible Platform, Training.

1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2023, estimó que más de 430 millones de personas presentan alguna deficiencia auditiva a nivel global [22]. Adicional a ello, la Federación Mundial de Sordos calcula que son más de 70 millones los que utilizan la lengua de señas como lengua materna [19]. Tan solo en México hay más de dos millones de personas [14] dentro de una sociedad con grandes limitaciones para comunicarse con ellas, ya que no conoce la lengua de señas o los medios que utilizan los sordos para interactuar.

La Lengua de Señas Mexicana (LSM) es el idioma natural que muchas personas sordas de México utilizan para comunicarse. Se

compone de una gramática propia que integra expresiones faciales, señas, movimientos corporales y otros elementos que ayudan a transmitir ideas, opiniones, dudas y emociones, interactuar con otras personas, y recibir información. Cada país cuenta con una o más lenguas de señas (por ejemplo, ASL en Estados Unidos, CSL en China, o LSF en Francia, por mencionar algunos).

A pesar de que, por ley, LSM es una lengua nacional [5], existe un déficit de intérpretes [13], y tanto los organismos públicos como privados tienen dificultades para implementar planes de capacitación en LSM. A consecuencia de esto, las personas sordas que usan LSM ven limitada su comunicación con personas que no la dominan, por lo que su calidad de vida se ve mermada, debido a la falta de acceso a servicios que sí tiene el resto de la población.

Para contribuir a atender esta problemática, nuestro trabajo propone una plataforma para capacitar en el uso de LSM a personas oyentes que prestan servicios, para que así puedan incluir a personas sordas. Para la capacitación en LSM, se plantea utilizar el aprendizaje basado en escenarios, un enfoque educativo que estipula el uso de situaciones para “provocar las intenciones de aprendizaje deseadas” [7]. Una ventaja importante de esta estrategia es que permite a quien aprende una forma de comunicación enfocarse a situaciones prácticas, en lugar de enfrentarse desde un inicio a toda la complejidad de un nuevo idioma. Así, el diseño de nuestra plataforma busca delimitar la capacitación en LSM al manejo de señas de escenarios específicos, pero también permitir al usuario extender gradualmente su conocimiento a nuevos escenarios. Por ello la hemos denominado Plataforma Extensible para Capacitación en LSM (PlexLSM).

2 Trabajo relacionado

Se realizó una revisión sistemática de la literatura (RSL) para conocer los trabajos académicos relacionados. Siguiendo la metodología de [16], se analizaron trabajos enfocados a la capacitación en lengua de señas y a estrategias de enseñanza. La revisión abarcó publicaciones de cuatro colecciones: Biblioteca Digital de ACM, IEEE Xplore, SpringerLink y Science Direct, así como el agregador de colecciones Google Scholar. Como resultado de la RSL, se seleccionaron y analizaron 14 trabajos, los cuales se resumen en la Tabla 1. La revisión indica que existe una diversidad de trabajos dirigidos a enseñanza o aprendizaje de alguna lengua de señas [2], [6], [9], [17], [26]. Sin embargo, no se encontraron trabajos que utilicen el enfoque basado en escenarios como estrategia de enseñanza de lengua de señas, cuya idoneidad se decidió explorar al considerar las características expuestas en la introducción. En cuanto a estrategias y medios de enseñanza se identificaron el uso de diccionarios, contenidos adaptables para los estudiantes, vocabulario relevante de un escenario, aprendizaje por repetición, entornos virtuales, uso de videos explicativos para

Vidal-Campos M. A., Sánchez J. A.
Laboratorio Nacional de Informática Avanzada
Xalapa, Veracruz, México.
Email: {mvidal.mca21, alfredo.sanchez}@lania.edu.mx

Prietch S. S.
Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)
Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.
Email: soraia@ufr.edu.br

reforzar el aprendizaje y entornos colaborativos entre usuarios. En la Tabla 1, se presentan las estrategias identificadas por artículo incluido en la RSL, en la que se puede observar la combinación de estrategias. Los detalles de la RSL, resultados adicionales y una discusión más extensa de dichos resultados están disponibles en [25].

Tabla 1. Estrategias y medios de enseñanza según la RSL.

Estrategia /Artículo	[26]	[1]	[2]	[6]	[8]	[10]	[17]	[9]	[23]	[4]	[15]	[11]	[18]	[21]
Diccionario	✓													✓
Contenidos adaptados		✓					✓							✓
Guías		✓						✓						✓
Vocabulario			✓	✓	✓	✓						✓	✓	
Repetición		✓		✓										
Aprendizaje virtual	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Videos		✓												✓
Juegos			✓					✓	✓			✓		
Colaboración		✓								✓				✓

Adicionalmente, para conocer soluciones existentes en el mercado, se probaron aplicaciones de enseñanza disponibles públicamente. Se comentan aquí las más representativas y algunas de sus características relevantes para PlexLSM. Dos aplicaciones conocidas para la enseñanza de idiomas son Duolingo y Lingvist. Duolingo enfatiza cinco aspectos: lecciones interactivas, avance personalizado, estándares internacionales, estrategias motivantes, y énfasis en buscar una experiencia de aprendizaje disfrutable. Lingvist hace una prueba inicial para medir el nivel del usuario en el idioma, y luego se adapta según las capacidades existentes. En la enseñanza de Lengua de Señas Mexicana destaca la aplicación InterSign LSM, la cual cuenta con más de 120 lecciones, organizadas en 4 niveles para aprender con estrategias lúdicas. Por otro lado, Adivina LSM es una aplicación basada en juegos de memoria para aprender vocabulario de LSM. Como se comenta más adelante, PlexLSM incluye características de aprendizaje por niveles, gamificación, y autoevaluación, inspiradas en estas herramientas.

3 Metodología

Para el diseño de PlexLSM se utiliza una variante de la metodología Lean UX [12] que consta de la iteración sobre cuatro fases: (1) investigación de usuarios; (2) declaración de supuestos; (3) creación de prototipos; y (4) experimentación. Esta es una metodología probada exitosamente en la industria [3], la cual hemos adaptado para incluir los aspectos de investigación académica, enriqueciendo la investigación de usuarios con el conocimiento de trabajo existente en el área que resulta de la RSL. Aquí se presenta brevemente lo realizado en cada etapa de la metodología.

En esta investigación se realizaron dos iteraciones sobre las cuatro fases. En la primera iteración, iniciamos con la identificación de las necesidades y motivaciones de los usuarios (Fase 1), a través de la RSL y la exploración de aplicaciones existentes; además, se hizo una inmersión en la cultura sorda participando en cursos de LSM durante dos semestres para familiarizarse con los retos del área. Los investigadores tuvieron así de primera mano la experiencia de aprender LSM y de interactuar con la comunidad

sorda. Esto permite generar supuestos informados tanto por el conocimiento del dominio del área problema, como de los avances en diseño instruccional y tecnologías aplicables. Los resultados de esta fase dieron pie a los supuestos de la Fase 2.

Entre los supuestos clave, se seleccionaron dos escenarios para explorar el enfoque de extensibilidad de la plataforma de capacitación: Un escenario de consulta médica, y otro de servicio de taxis, ambos para personas sordas que usan LSM. El escenario médico se seleccionó buscando generalizar el trabajo previo de nuestro grupo en el área de atención a pacientes sordos con Covid [23]. En cuanto al escenario de servicio de taxi, su selección se basó en la viabilidad para reclutar participantes, así como en la retroalimentación recibida en las sesiones de validación de supuestos.

Una vez declarados los supuestos, se llevaron a cabo el diseño y evaluación de un prototipo de baja fidelidad en las fases 3 y 4. En la Fase 4, se llevó a cabo la validación del prototipo de baja fidelidad mediante grupos focales con usuarios expertos en un escenario de consulta médica y un servicio de taxi. Se aplicaron cuestionarios previo y posterior a cada grupo focal. En el previo se recabaron datos demográficos y de experiencia previa, mientras que en el posterior se registró la postura de los participantes acerca de diversos aspectos del diseño presentado. Se llevaron a cabo tres sesiones remotas de grupos focales: una prueba piloto con tres expertos en experiencia de usuario (UX) y una para cada escenario. En la sesión con usuarios del área de salud participaron dos médicos generales, un experto en UX y un facilitador (dos mujeres y dos hombres). Para el área de transporte participaron dos taxistas, un concesionario de taxis, un experto en UX y un facilitador (dos mujeres y tres hombres). Sólo uno de los participantes reportó tener algún conocimiento básico de LSM. Los cuestionarios mencionados están disponibles en [25].

La segunda iteración se alimentó del aprendizaje y los datos recolectados de la primera, lo que hizo posible el desarrollo y evaluación de un prototipo de alta fidelidad como prueba de concepto. En esta segunda iteración, se realizó la evaluación de la experiencia de usuario con el prototipo de alta fidelidad de PlexLSM que se llevó a cabo mediante la técnica de verbalización (conocida en inglés como *Thinking Aloud*, “pensar en voz alta” [20]). La verbalización es una herramienta fundamental para evaluar la experiencia de usuario y mejorar la interacción entre los usuarios y las aplicaciones. El objetivo de la evaluación fue comprender a detalle cómo interactúan los usuarios con la aplicación, las dificultades que encuentran y los aspectos que resultan más intuitivos o confusos. En esta evaluación, se buscó identificar posibles problemas de usabilidad, así como recopilar comentarios y sugerencias de los usuarios para mejorar la experiencia de aprendizaje con PlexLSM. Durante las sesiones de evaluación, se les pidió a los participantes que realizaran diecisiete tareas y ejercicios en la aplicación expresando sus pensamientos, impresiones y emociones en cada paso del proceso, además de realizar un cuestionario previo y posterior a la evaluación. Además de los cuestionarios previo y posterior, también se diseñaron y utilizaron como instrumentos de investigación en la evaluación: carta de derechos del participante, formato de consentimiento, hoja del evaluador, y hoja de tareas. En esta evaluación participaron individualmente cinco voluntarios de manera presencial.

El estudio de la experiencia de usuario realizado tiene aspectos cuantitativos y cualitativos. De manera cuantitativa, se reportan las respuestas de los participantes a las preguntas del cuestionario posterior, tanto aquellas que son específicas para la funcionalidad de PlexLSM, como a las preguntas de los estándares Escala de Usabilidad de Sistemas (SUS, por sus siglas en inglés) y

Puntuación Neta de Promoción (NPS, por sus siglas en inglés). Con respecto al enfoque cualitativo, la realización del estudio incluyó diecisiete tareas en las que el usuario explora el flujo de las funcionalidades del prototipo y verbaliza sus percepciones durante su interacción.

4 Iteración 1 de Lean UX

Con base en la investigación bibliográfica y la comunicación con la comunidad sorda, así como en experiencia previa [23], se continuó con la primera iteración de Lean UX, como se describe en esta sección.

4.1 Supuestos

Como supuestos para el diseño de PlexLSM planteados a los usuarios, se consideró que la plataforma debería: (a) Contener un núcleo con vocabulario básico para las personas que no tienen conocimiento sobre LSM; (b) Operar en teléfonos celulares, ya que la mayoría de los usuarios objetivo (prestadores de servicios) cuentan con ellos; (c) Contar con lecciones cortas que permitan a los usuarios aprender en tiempo limitado; (d) Ofrecer opciones para evaluar avances en el aprendizaje de LSM; (e) Permitir omitir lecciones a usuarios que tengan conocimientos previos de LSM; (f) Utilizar juegos de memoria como estrategia didáctica para la enseñanza de LSM; (g) Privilegiar un abordaje visual, usando videos e imágenes para la enseñanza de LSM; (h) Contar con un diccionario o glosario de señas para que los usuarios puedan consultarlo en cualquier momento; (i) Presentar al inicio todos los niveles que se abordarán en la plataforma, con la finalidad de generar interés a los usuarios por lo que aprenderán; (j) Utilizar estímulos, tales como felicitaciones o mensajes alentadores para mantener motivados a los usuarios; y, (k) Implementar el enfoque de aprendizaje basado en escenarios, de manera que pueda investigarse como una estrategia útil, práctica y motivante, para aprender LSM.

4.2 Prototipo de baja fidelidad

La funcionalidad propuesta para PlexLSM a partir de los supuestos declarados en la sección anterior se representó en un prototipo de baja fidelidad que ilustra la noción de capacitación basada en escenarios a través de una aplicación móvil.

Como puede observarse en la Figura 1, una vez que se ha seleccionado uno de los escenarios, PlexLSM presenta cuatro niveles para aprendizaje de LSM: (1) vocabulario básico; (2) vocabulario específico del escenario; (3) frases comunes; y (4) simulación del escenario seleccionado. Los niveles 1 y 2 permiten aprender señas individuales, mientras que los niveles 3 y 4 manejan ya señas para construir frases más elaboradas. Las señas de los niveles 1 y 3 son de uso general y, por tanto, aparecen en todos los escenarios. El Nivel 1 incluye, por ejemplo, el alfabeto, los números, colores, algunos sustantivos y verbos. El Nivel 3 incluye saludos, preguntas acerca de la edad de una persona o su estado de ánimo. El contenido del Nivel 2 varía para cada escenario. Por ejemplo, para consultorios médicos permite aprender señas que corresponden a partes del cuerpo y a enfermedades, mientras que, para el servicio de taxi, las señas se relacionan con lugares, calles, y tarifas. Finalmente, el Nivel 4 permite aprender mediante diálogos en LSM que ocurren, por ejemplo, en consultorios médicos al indicar un malestar por parte del paciente o al solicitar un medicamento; o entre conductor de un taxi y sus pasajeros al pedir la dirección a donde se dirigen o al mencionar una posible ruta.

El diseño de PlexLSM considera algunas estrategias de enseñanza ya probadas en otras aplicaciones, como la presentación

de señas mediante videos o imágenes para su comprensión y memorización, así como juegos para practicar su uso. El flujo inicia con la presentación de señas y su traducción en español. Posteriormente, se presenta al usuario una de las señas para que seleccione la traducción que le corresponde. Si la respuesta es correcta, se muestran mensajes alentadores para continuar.

El diseño de PlexLSM incluye también opciones para interactuar con otros usuarios que se estén capacitando (participantes), para iniciar juegos tales como sopa de letras, ahorcado, memorama y sudoku, así como para consultar señas para palabras o frases en un diccionario o utilizando una interfaz de voz. Estas opciones están disponibles para uso en cualquier momento mediante una barra de herramientas fija en la parte inferior.

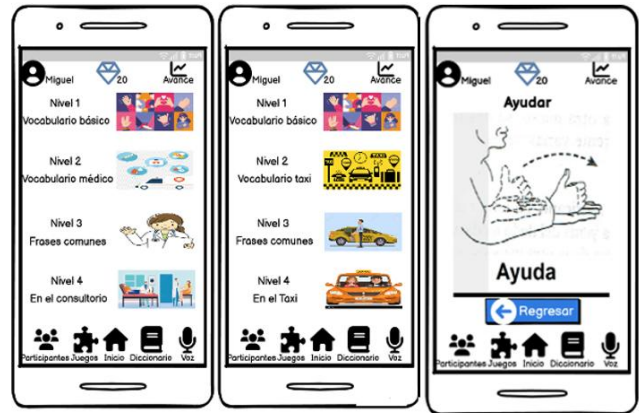


Figura 1. Dos escenarios y un diccionario para aprender LSM (baja fidelidad).

El diccionario contiene todas las señas utilizadas en todos los escenarios. En la interfaz propuesta para el “Diccionario de señas” se listan alfabéticamente las palabras y frases disponibles en LSM. Al seleccionar en la lista, por ejemplo, “ayudar”, se presenta una animación con la seña correspondiente en LSM, ilustrada también en la Figura 1.

En la parte superior de la interfaz están disponibles de manera permanente varios elementos. El nombre del usuario puede seleccionarse para acceder a funciones como cambiar nombre, cambiar de escenario y descripciones generales sobre el uso de la plataforma. También se presentan los “diamantes” (una forma de recompensa) que han sido conseguidos al completar las lecciones. La opción de Avance permite visualizar el porcentaje concluido con respecto del total del curso.

4.3 Evaluación formativa por grupos focales

La discusión en grupos focales arrojó perspectivas útiles sobre las características propuestas para PlexLSM. Con respecto a su utilidad, los usuarios en el dominio médico afirmaron que “es una propuesta interesante, ya que cuenta con la enseñanza de vocabulario específico para su contexto, además de que las herramientas son prácticas, lúdicas y de gran utilidad para aprender LSM básico”. En cuanto a los usuarios taxistas, comentaron que se les complica practicar LSM, sin embargo, consideran “que en las lecciones cortas pueden aprender señas específicas y tener por lo menos un nivel básico en LSM”.

Con relación a la estrategia de aprendizaje en PlexLSM, tanto los usuarios médicos como los taxistas consideran que los juegos son el método más entretenido para aprender. Los médicos describen que “las lecciones cortas y el uso de incentivos como los

mensajes, ayudan a motivarse para seguir aprendiendo, además de que las estrategias de relacionar imágenes y adivinar las señas que se les preguntan, son adecuadas para aprender LSM”.

En cuanto a oportunidades para mejorar el diseño propuesto, los usuarios sugirieron “mejorar la interfaz de usuario, no presentando mucha información en solo una pantalla”, ya que “la pantalla, después de ingresar en la *app*, pareció llena”. También, que “el aspecto gráfico, colores” son aspectos por mejorar. Acerca de otros escenarios que podrían agregarse a la plataforma para acelerar la inclusión de la comunidad sorda, la mayoría de los usuarios coinciden en que el escenario de enseñanza escolar es de los más importantes. Esta fase de validación permitió continuar con el diseño de una plataforma que los usuarios encuentren aceptable y de utilidad para el aprendizaje de LSM en sus respectivos escenarios.

5 Iteración 2 de Lean UX

Esta sección se adentra en los resultados clave de la segunda iteración de la metodología Lean UX, abordando los aspectos técnicos y tecnológicos del proceso de diseño. Para garantizar que el diseño de la plataforma es viable para la capacitación en LSM al personal que brinda servicios, a partir de la evaluación del prototipo de baja fidelidad se desarrolló un prototipo de alta fidelidad como prueba de concepto. Flutter y Firebase fueron las herramientas seleccionadas para este desarrollo. Mediante Flutter, se busca aprovechar ventajas para aplicaciones multiplataforma, mientras que con Firebase se apoya el almacenamiento de datos multimediales en la nube. En cuanto a la alimentación de la base de datos, se llevó a cabo mediante la selección de señas específicas de palabras y frases representadas en formato GIF, creadas bajo la supervisión de usuarios e instructores de LSM.

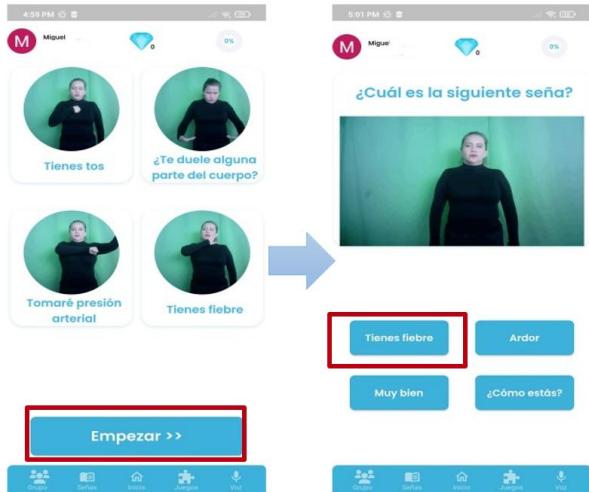


Figura 2. Aprendiendo señas del contexto médico.

5.1 Interfaces de usuario funcionales

El prototipo de alta fidelidad desarrollado como prueba de concepto incluye un total de 144 frases o expresiones en LSM, consistentes de una o más señas, distribuidas en tres categorías. De estas, 48 frases son utilizadas para el escenario médico, 48 para el escenario de taxista, y las 48 restantes son frases de uso común, diseñadas para ser reutilizadas en cualquier escenario. Las Figuras 2 a 5 ilustran el prototipo de alta fidelidad de PlexLSM, con interfaces funcionales como prueba de concepto, considerando el caso en el

que ya se ha elegido el escenario de una consulta médica. La Figura 2 muestra la secuencia en la que el usuario aprende frases que pueden ocurrir en un consultorio, viendo animaciones de señas con su traducción al español, para posteriormente hacer un ejercicio de revisión de su aprendizaje. Las posibles respuestas a estas frases corresponderían normalmente al vocabulario básico general aprendido al iniciar la capacitación.

La Figura 3a muestra los niveles que encuentra el usuario al ingresar a la plataforma. En el Nivel 1 se usa la estrategia de enseñanza denominada “repetición y relación”, cuyo flujo empieza con la presentación de las señas, pasa por un ejercicio práctico (por ejemplo, opciones de múltiple selección o relación entre pares de opciones) y sigue hasta el final de la lección con un mensaje correspondiente a la respuesta del usuario.

El Nivel 2 corresponde al vocabulario específico. Aunque se aplican las mismas estrategias de enseñanza que en el Nivel 1, hay cambios significativos en el contenido. Para el escenario médico, parte del contenido reutiliza el material (videos de señas comunes) reportado en [23]. El Nivel 3 corresponde a frases comunes, las cuales se presentan en todos los escenarios, al igual que el Nivel 1 (vocabulario básico). El Nivel 4 presenta señas correspondientes a frases utilizadas habitualmente en el escenario médico. Se reutilizó el material creado por [23], donde se exploró el uso de cámaras de profundidad en la enseñanza de LSM en el contexto de Covid-19.

El “cambio de escenario” permite que el usuario explore escenarios alternos a su contexto específico con la finalidad de aumentar su vocabulario. Para realizar el cambio de escenario se creó un enlace en la sección del nombre de usuario. La Figura 5 ilustra el cambio del escenario médico al de un taxista. Como se puede apreciar, aunque el inicio para el servicio de taxista es diferente, como se ha mencionado anteriormente, los niveles 1 y 3 mantienen el contenido para todos los escenarios.

La herramienta de diccionario de señas permite su consulta en cualquier momento y también fue incluida en el prototipo de alta fidelidad. Al estar en orden alfabético, se puede acceder a las señas de una manera sencilla para los usuarios oyentes.

5.2 Extensibilidad en PlexLSM

Desde un punto de vista técnico, la incorporación de escenarios en PlexLSM requiere de tres componentes, con sus respectivas interrelaciones. El *componente de estrategias de enseñanza* se representa en el nivel de interfaces de usuario y contiene todas las lecciones, prácticas, evaluaciones, juegos y consulta de señas. Es importante recalcar que, aunque los usuarios pueden elegir un escenario de interés, también pueden explorar otros escenarios en el momento que deseen. El componente de *middleware* se relaciona directamente con las estrategias de enseñanza disponibles en el nivel de interfaces de usuario, así como con el almacenamiento. El middleware funge como un intermediario (mediante la API de Google en el prototipo actual), ya que es el que permite las consultas a la base de datos que se realizan al utilizar cualquier estrategia de enseñanza. En general, la petición de señas por parte de cualquier estrategia de enseñanza debe ser a través del middleware para hacer la petición al almacenamiento. El componente de *almacenamiento* está compuesto por dos bloques: común y específico. El primero contiene vocabulario y frases de uso para cualquier escenario, por lo que, en la incorporación de nuevos escenarios, se podrán utilizar las señas ya almacenadas. En el caso del bloque específico contiene vocabulario y frases de las señas particulares del escenario. Al agregar escenarios, PlexLSM permite hacer la carga de las señas correspondientes.

5.3 Evaluación del prototipo de alta fidelidad

Con respecto a la evaluación de la experiencia del usuario con la funcionalidad e interfaz de PlexLSM, los participantes emitieron afirmaciones que destacan la utilidad del uso de videos y animaciones en formato GIF como herramientas de apoyo en el proceso de aprendizaje de LSM. Asimismo, se evidenció de manera positiva la progresión gradual de niveles presentados, que abarcan desde el vocabulario básico hasta contextos específicos. En cuanto a la presentación de las señas, fue considerada un recurso útil para facilitar el aprendizaje. El uso de mensajes alentadores demostró ser un factor motivador para el avance en las lecciones. Además, se constató que los escenarios investigados son de interés para promover la inclusión de la comunidad sorda.

La puntuación obtenida al aplicar SUS fue de 90, por lo que puede afirmarse que PlexLSM es aceptada por los usuarios. La aplicación de NPS indica que es recomendable desde la perspectiva del usuario, ya que, en los términos de esta métrica, todos los participantes fungieron como promotores, otorgando una calificación de 10.

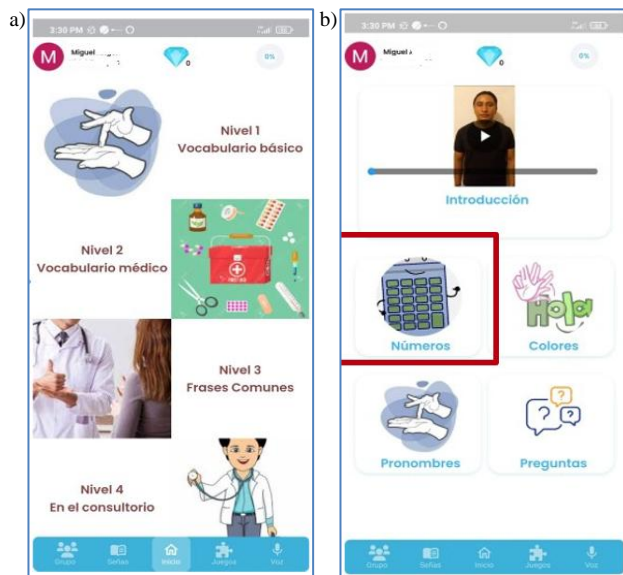


Figura 3. Niveles de aprendizaje y temas del nivel 1.

La realización del estudio incluyó tareas en las que el usuario explora el flujo de las funcionalidades desarrolladas en el prototipo de alta fidelidad. A continuación, se describen las observaciones efectuadas y comentarios recibidos durante cada una de ellas.

- **Tarea 1. Iniciar sesión en la plataforma.** Los usuarios consideran que “es fácil iniciar sesión ya que la mayoría de las personas cuentan con correo electrónico”, “es sencillo utilizar Google para iniciar, las aplicaciones actuales lo utilizan y es más rápido ingresar”. Algunos comentarios para mejorar esta funcionalidad es que se pueda ingresar incluso por algún número de teléfono, debido a que algunos usuarios suelen olvidar la contraseña de Gmail.
- **Tarea 2. Notar los niveles presentados para el consultorio médico.** Para esta tarea, los participantes se encontraban con la interfaz mostrada en la Figura 3a, emitiendo comentarios para su mejora, por ejemplo: “Las imágenes deberían de estar abajo del texto, para que se dividan de mejor manera las secciones”. Los usuarios consideran que es entendible la

manera que se presenta los niveles solo se puntualiza en organizar la estructura de la imagen y texto.

- **Tarea 3. Observar la parte superior de la pantalla** (identificación de íconos de la Figura 3a). Se identificaron los elementos (diamantes, nombre de usuario, porcentaje) de manera intuitiva, ya que los usuarios describieron lo que se esperaba “los diamantes pueden ser utilizados como compensaciones, nombre de usuario obtenido del correo electrónico y el porcentaje para indicar el progreso”.
- **Tarea 4. Seleccionar “Nivel 1”;** observar el contenido que se presenta en la pantalla (Figura 3b). Los usuarios comentaron positivamente: “me gusta la manera en que se presenta desde los videos introductorios”; “La organización es correcta, indica las secciones que se van a presentar y está perfecto que se pongan videos que acompañen a las lecciones”.
- **Tarea 5. Reproducir el video de introducción.** Al terminar de verlo, pausarlo (Figura 3b). Varios de los comentarios recibidos pueden utilizarse para mejorar; por ejemplo, “revisar la alineación en la presentación de los videos”, “acomodar de mejor manera la presentación del video”. En general, consideran que es de utilidad que se presenten videos para explicar los temas que se van a llevar a cabo. Adicionalmente, pueden complementarse con interpretaciones de LSM, como subtítulos dirigidos a personas que utilizan español escrito.

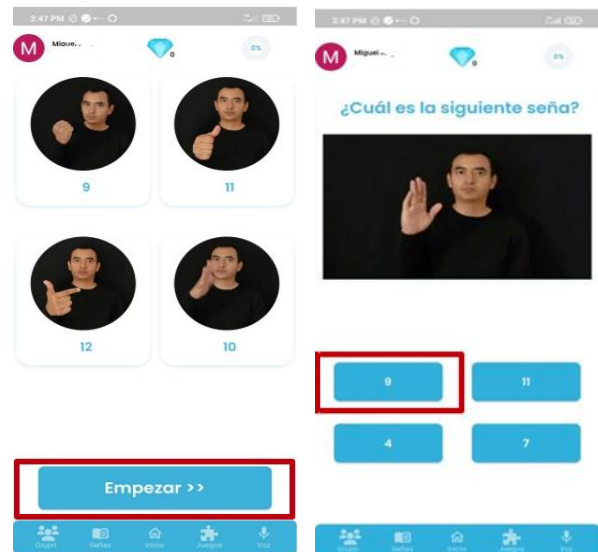


Figura 4. Aprendiendo los números en LSM.

- **Tarea 6. Seleccionar el tema “números”.** ¿Cómo considera que será el aprendizaje? Los usuarios analizaron la interfaz y les pareció funcional. Además, intuyeron como se presentan las lecciones. Algunos de sus comentarios, como “se puede apreciar que tiene un ‘saltar’, me imagino que es para ir directamente a una evaluación”, y “puedo observar que se presentan algunas prácticas por lo que entiendo que iré aprendiendo gradualmente”, permiten validar que la forma en que se presentan las prácticas o lecciones cortas pueden ser adecuadas para la enseñanza de LSM.

- **Tarea 7. Seleccionar la práctica 1. ¿Cómo cree que será el contenido de la práctica?** En esta tarea los usuarios dedujeron que se presentarían posteriormente las señas iniciales o que se iba a preguntar cómo se tendrían que hacer. Los comentarios que se tuvieron por parte de los usuarios es que “la organización parece adecuada y es entendible”, “se pueden hacer mejoras al presentar las imágenes que corresponden a cada nivel” y “considerar mejoras en el tipo y tamaño de letra”.
- **Tarea 8. Revisar las señas de cuatro números representados en LSM para memorizar** (Figura 4). En general los usuarios creen que es una estrategia adecuada para representar las señas que se van a aprender. Además, creen que “visualmente es atractiva la manera que se presentan las imágenes con movimiento”; sin embargo, se notó que los usuarios forzaban la vista para visualizar a detalle cada imagen y retomando el comentario de una participante “sería mejor que se puedan presentar de forma individual para observarla más de cerca”.
- **Tarea 9. Replicar la seña para “11”.** Las expresiones que realizaron los usuarios fueron como se esperaban al replicar la seña presentada; sin embargo, un participante comenta “puede ser un tanto confuso para replicar, ya que la miro en modo espejo”, lo que puede provocar que a los usuarios se les pueda complicar la práctica de las señas.
- **Tarea 10. Aprenda estas 4 señas; cuando se sienta listo oprima el botón “empezar”.** La lección de números que se les presenta a los participantes permitió identificar que los usuarios replicaban las señas presentadas en repetidas ocasiones, tomándose un lapso breve antes de presionar el botón de “empezar”. Se observó que los usuarios fueron capaces de memorizar las cuatro señas que representaban los números “9”, “10”, “11” y “12”.
- **Tarea 11. Seleccione el número que corresponde a la seña mostrada. Continuar hasta terminar la lección.** Los comentarios de los participantes indican que el proceso para aprender que se utiliza es adecuado; “Me pareció bastante interesante como me fueron preguntando las señas”, “la pantalla se ve bastante bien; es entendible”, “me gustó la manera en que se tiene que ir adivinando la imagen con su significado”. Esto indica que los usuarios pueden aprender vocabulario a partir de las repeticiones. Una oportunidad de mejora está en la parte de relacionar las señas, mencionando “se podría cambiar la forma en que se desaparece cada imagen, cambiando de color el fondo o el contorno de la imagen para indicar cuando se haya seleccionado”.
- **Tarea 12. Al realizar una seña de manera correcta se muestran mensajes alentadores.** Los participantes comentaron que “la motivación es algo que me gustó mucho, he utilizado aplicaciones en donde no lo hacen y he llegado a perder el interés por continuar”, “me parecen muy bien los mensajes, creo que se podría mejorar agregando algún aspecto visual como una ‘palomita’ que indique visualmente que se hizo de manera correcta”.
- **Tarea 13. Seleccionar tema números. Ir a opción “saltar” y realizar la evaluación. ¿Tenía conocimientos de LSM?** A los participantes les pareció una idea muy bien planeada, ya que las personas que tienen algunos conocimientos de LSM pueden avanzar más rápido y poner más dedicación en algún vocabulario que puedan desconocer. La impresión

que causó esta funcionalidad es que a los usuarios les interesa avanzar en las prácticas; sin embargo, al no tener los suficientes conocimientos de LSM, suelen tener dificultad, comentando “pensé que podría aprobar el examen, con la lección que realicé en un inicio, pero me doy cuenta de que vienen más señas que ya no conozco”.

- **Tarea 14. Explorar los niveles 2, 3 y 4.** Los participantes pudieron deducir correctamente que en el Nivel 2 se mostraría vocabulario del escenario que se estaba abordando (vocabulario médico o vocabulario de taxi). En el Nivel 3, los usuarios consideraban que aún se seguiría presentando vocabulario, por lo que, aunque se manejó el término de “frases”, aún consideraron que verían palabras. Se notó en su expresión algo de sorpresa, pero comentan que es muy bueno que ya se enfoquen en enseñanza de frases especializadas. “Pensé que traería más vocabulario, pero ya aborda más allá”, “Está muy bien que se presenten las frases, supongo que son las que se utilizan para poder comunicarse con alguien”. Algunas de las mejoras que se podrían realizar es que se enseñe como se estructuran las señas para formar otras oraciones.
- **Tarea 15. Seleccionar opción de señas (parte fija inferior de la interfaz). ¿Qué espera que se presentará en esa opción?** Esta tarea muestra cómo se presentarían las señas en el diccionario, lo cual les agradó a todos los participantes, ya que consideran que “es bueno tener un diccionario para consultar en el momento que se desee sin necesidad de pasar por las lecciones”, “es de utilidad para hacer consultas rápidas”, “Esta función en particular me agrada, y más en la forma en que se presentan, a tamaño completo”.

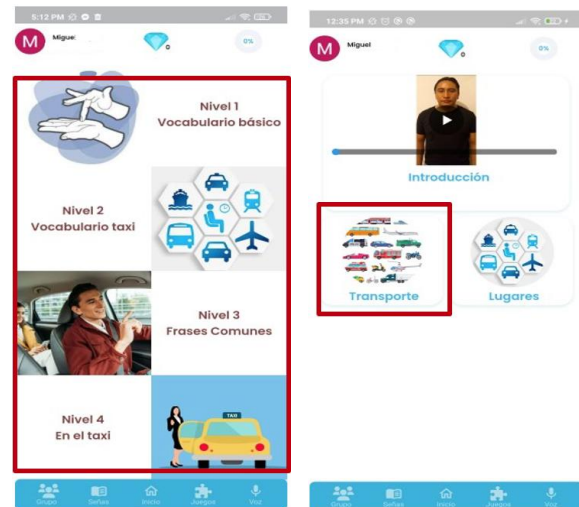


Figura 5. Explorando el escenario de servicio de taxi.

- **Tarea 16. Seleccionar en nombre de usuario. Seleccionar cambiar de escenario.** Se le solicitó al participante comentar lo que esperaría al seleccionar la opción. La impresión que tenían es que se mostraría un listado de más escenarios abordados para poderse seleccionar (en lugar de sólo los dos disponibles en el prototipo). Al comentarles que esto se abordaría en trabajos futuros con la incorporación de nuevos escenarios, les pareció interesante, inclusive el instructor de LSM recomienda que se pueda generar un

escenario para la enseñanza a personas sordas, ya que sería diferente la manera de presentar las señas, tendría que contar con otros elementos visuales, o extender la experiencia a otras comunidades de usuarios.

- **Tarea 17. Explorar niveles del escenario** (Figura 5). Esta tarea, junto con la anterior se plantearon para que los participantes exploraran el cambio a un escenario diferente al inicial. Además de notar las diferencias en el inicio, percibieron el cambio en los niveles 2 y 4, que son específicos para el nuevo escenario. Es importante mencionar que algunos participantes entraron a visualizar si los niveles 1 y 3 eran los mismos que habían revisado al inicio de las tareas. Algunos comentarios acerca de esto fueron “Me gusta que se siga utilizando los mismos temas en los que serán comunes”, “En un inicio pensé que cambiarían muchas cosas por lo visual, pero solo son dos niveles que cambian”.

6 Discusión

En el contexto de acceso equitativo a servicios por la comunidad sorda, el idioma representa un desafío crítico, dado que es poco común que los proveedores de servicios conozcan la lengua de señas. Se requiere construir mecanismos que faciliten la comunicación entre las comunidades oyentes y sordas, asegurando así la disponibilidad y accesibilidad de servicios. Estos mecanismos deben establecerse en ambas direcciones: permitiendo que las personas sordas aprendan a leer y escribir en el idioma de la comunidad oyente, y también fomentando que los oyentes aprendan la lengua de señas, que es el medio de comunicación natural de la mayoría de los sordos. Sin embargo, aprender un nuevo idioma implica un esfuerzo significativo, y las lenguas de señas no son una excepción: Incorporan vocabularios dinámicos, gramáticas muy ricas y reglas sintácticas complejas. Además, incluyen una amplia gama de regionalismos y expresiones idiomáticas muy dinámicas. Al concentrarse en ámbitos de aplicación específicos, como el entorno laboral de quien presta un servicio, el aprendizaje puede volverse más manejable y motivador.

La plataforma PlexLSM se diseñó para atender este desafío. Por un lado, facilita el aprendizaje de LSM de manera gradual, pasando de palabras y frases comunes, a diálogos que pueden ocurrir en escenarios concretos de prestación de servicios. Por otro lado, permite la incorporación de nuevos escenarios en los que la inclusión de personas sordas requiere que los prestadores de servicios tengan, al menos, elementos para comunicarse en LSM. Para demostrar la noción de extensibilidad de PlexLSM se han implementado dos escenarios iniciales en los que pueden aprender LSM, de manera práctica y gradual, los prestadores de servicios: el de un consultorio médico y el de un servicio de taxi.

Si bien la plataforma está preparada para aumentar la gama de escenarios disponibles, para esto es esencial llevar a cabo una investigación de cada entorno que se pretende incorporar. Esta fase inicial permite comprender las particularidades del escenario en cuestión, lo cual facilita la adaptación de las interfaces, que serán la ventana a través de la cual los usuarios podrán interactuar con un nuevo escenario. El siguiente paso implica la creación de contenido (señas para palabras y frases del escenario) en conjunto con expertos en LSM. A continuación, se deben cargar las señas pertinentes a la base de datos. En este sentido, el modelo de datos permite aprovechar tanto el vocabulario como las frases comunes que ya están disponibles y que son aplicables a los distintos escenarios. Esta estrategia agiliza el proceso de implementación, además de que garantiza que los prestadores de servicios que

aprenden LSM tengan una experiencia de usuario uniforme en cualquier escenario, incluyendo los que se incorporan para extender la plataforma.

7 Conclusión

Este artículo describe la creación de PlexLSM, una plataforma centrada en el usuario para la capacitación en Lengua de Señas Mexicana (LSM) dirigida a prestadores de servicios oyentes. Los objetivos planteados para esta investigación se cumplieron al conocer los trabajos existentes en el área mediante la RSL, la investigación de aplicaciones disponibles al público en general y la inmersión en la cultura sorda a través del aprendizaje de LSM, lo que permitió identificar necesidades clave en el proceso.

Como principales estrategias dentro del proyecto, se diseñaron y aplicaron instrumentos de investigación que incluyeron guiones para evaluar la experiencia del usuario mediante grupos focales y la técnica de verbalización. La aplicación de estos instrumentos de investigación permitió recabar valiosa retroalimentación por parte de los usuarios. Se identificaron las frases clave por cada escenario, en colaboración con expertos en LSM, obteniendo vocabulario y frases específicas y comunes utilizadas en los dos escenarios iniciales de demostración de extensibilidad.

Basándose en un diseño que permite extender interfaces y contenidos a nuevos escenarios, se realizó la construcción de un prototipo de alta fidelidad mediante la creación de una aplicación móvil, y se pobló la base de datos con señas generadas para palabras y frases en los dos escenarios iniciales. Finalmente, se evaluó la plataforma de capacitación a través de tres grupos focales para las propuestas iniciales, y mediante la técnica de verbalización para el prototipo de alta fidelidad. Estas sesiones brindaron información valiosa sobre la usabilidad y satisfacción de los usuarios, que se orientaron a ajustes y mejoras a la plataforma.

El prototipo de alta fidelidad de PlexLSM está orientado a contar con una prueba del concepto y demostrar la utilidad de la estrategia de aprendizaje basada en escenarios, así como de la viabilidad de la noción de extensibilidad. Sin embargo, debe admitirse que hace falta aún desarrollar funciones de la plataforma discutidas con los usuarios e investigar su aplicación en el aprendizaje de LSM. Además de las consideraciones que surgen de la evaluación por usuarios, quedan como trabajo a futuro una implementación completa del diccionario de señas, una herramienta sugerida para búsqueda por voz, juegos propuestos como “sopa de señas” y sudoku en LSM, así como la funcionalidad de colaboración entre participantes. Como se discute en la sección anterior, la adición de escenarios adicionales, como los de educación, asesoría jurídica o servicios en oficinas de gobierno, requieren de investigación y colaboración con la comunidad sorda y prestadores de servicios en cada una de esas áreas.

PlexLSM representa un paso hacia la promoción de la accesibilidad y la inclusión mediante la capacitación en LSM. Aunque se trata de un proyecto de investigación, la disponibilidad del software, de documentos y publicaciones relacionadas pueden contribuir a generar una versión que pueda ser liberada al público en general y que tenga un impacto positivo en la vida de las personas sordas, hacia una sociedad más inclusiva y consciente de la diversidad lingüística y cultural.

8 Agradecimientos

Este trabajo recibió apoyo parcial del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, a través de una beca para estudios de maestría. Agradecemos la colaboración de Miguel Ángel Preciado en la generación de materiales en LSM, de Juan Arturo Flores al facilitar el reuso de contenidos en LSM del área de

salud, y de los participantes de áreas de servicio y de la comunidad sorda en cada una de las etapas del diseño y evaluación de PlexLSM.

9 Referencias

- [1] Alvarez Rodríguez, F., Chávez, R., Carreño, M., & Fragoso, O. (2021, July). Diagnosis for School Inclusion in Teacher Training in One Higher Normal School in Mexico. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 3-11). Springer, Cham.
- [2] Antunes, D. R., & Rodrigues, J. D. (2021, Jul.). Endless Running Game to Support Sign Language Learning by Deaf Children. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 25-40). Springer, Cham.
- [3] Cornide-Reyes, H., Duran, C., Baltierra, S., Silva-Aravena, F., & Morales, J. (2024). Improving UX in Digital Transformation Projects Through Lean Principles. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 161-178). Springer, Cham.
- [4] Daniela, L. (Ed.). (2020). Pedagogies of Digital Learning in Higher Education. Routledge.
- [5] Diario Oficial de la Federación. (30 de mayo de 2011). Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5191516&fecha=30/05/2011#gsc.tab=0
- [6] Efthimiou, E., Fotinea, S. E., Flouda, C., Goulas, T., Ametoglou, G., Sapountzaki, G., Papadimitriou, K. & Potamianos, G. (2021, July). The SL-ReDu Environment for Self-monitoring and Objective Learner Assessment in Greek Sign Language. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 72-81). Springer, Cham.
- [7] Errington, E.P. (2010) Preparing Graduates for the Professions: Achieving Employability through the Exploration of Near-world Scenarios. *Int. J. Interdiscip. Soc. Sci. Annu. Rev.*, 5, 1–10.
- [8] Ferreira, M. A. M., García, L. S., Felipe, T. A., Bueno, J., & Opolz, S. F. (2021, July). An Assessment of Moodle Environment Tools for the Literacy Environment of Deaf Children in the Context of the 3rd Year of Elementary Education. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 82-94). Springer, Cham.
- [9] Fominykh, M., Shikhova, E., Soule, M. V., Perifanou, M., & Zhukova, D. (2021, July). Digital Competence Assessment Survey for Language Teachers. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 264-282). Springer, Cham.
- [10] García, L. S., Felipe, T. A., Guedes, A. P., Antunes, D. R., Iatskiu, C. E., Todt, E., & Rodrigues, L. (2021, Jul.). Deaf Inclusion Through Brazilian Sign Language: A Computational Architecture Supporting Artifacts and Interactive Applications and Tools. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 167-185). Springer, Cham.
- [11] Godwin-Jones R. (2016) Augmented reality and language learning: From annotated vocabulary to place-based mobile games. *Language Learning & Technology* 20 (3), 9–19.
- [12] Gothelf, J., & Seiden, J. (2016) *Lean UX: Designing Great Products with Agile Teams*. O'Reilly Media.
- [13] Hernández de la Luz, R., & Abud Figueroa, M. A. (2019). Desarrollo de un intérprete de lengua de señas mexicana con vocabulario configurable según el contexto [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Orizaba]. Repositorio digital TecNM. <http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/handle/123456789/448>
- [14] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020, enero). Censo 2020: 16.5% de la población en México son personas con discapacidad. Obtenido de <https://dis-capacidad.com/2021/01/30/censo-2020-16-5-de-la-poblacion-en-mexico-son-personas-con-discapacidad/>
- [15] Kakoulli Constantinou, E. (2021, Jul.). Using the G Suite for Education in Language Teacher Education: Benefits and Challenges. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 301-314). Springer, Cham.
- [16] Kitchenham, Barbara & Charters, Stuart. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. 2.
- [17] Kosmas, P., Parmaxi, A., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2021, July). Open Educational Resources for Language Education: Towards the development of an e-toolkit. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 65-79). Springer, Cham.
- [18] Mokhtar, S.A, Anuar, S.S.S., Anuar, S.M.S. (2017), Web-based application for learning Malaysian sign language. In: Proceedings of the 11th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM 2017), pp. 1–6. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- [19] Naciones Unidas. (2022). Obtenido de <https://www.un.org/es/observances/sign-languages-day>.
- [20] Nielsen, J. (15 de enero de 2012). Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. The Nielsen Norman Group. Obtenido de <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>
- [21] Norak, K., & Põldoja, H. (2021). Designing a Virtual Learning Environment Based on a Learner Language Corpus. In International Conference on Web-Based Learning (pp. 40-51). Springer, Cham.
- [22] Organización Mundial de la Salud. (27 de febrero de 2023). Obtenido de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.
- [23] Sánchez, J. A., Flores-Rivera, J. A., & Prietch, S. S. (2023, Oct.). Designing a sign language training platform for hearing healthcare personnel. In Proceedings of the XI Latin American Conference on Human Computer Interaction (pp. 1-9).
- [24] Snow, B. (2016). The potential for game-based learning to improve outcomes for nontraditional students. Muzzy Lane Software Report, funding from Bill and Melinda Gates Foundation.
- [25] Vidal Campos, M. A. (2023). Plataforma extensible para capacitación en Lengua de Señas Mexicana basada en escenarios. Tesis de Maestría. Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA). Xalapa, Ver., México.

[26] Wilson, C., Brereton, M., Ploderer, B., & Sitbon, L. (2018, Jun.). MyWord: Enhancing engagement, interaction and self-expression with minimally-verbal children on the autism spectrum through a personal audio-visual dictionary. In

Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children (pp. 106-118).



© 2024 by the authors. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.