

# Una propuesta de aplicación móvil para el aprendizaje de la lengua de señas mexicana mediante el desarrollo de un modelo de realidad aumentada

## A mobile application proposal for learning the mexican sign language through the development of an augmented reality model

C. Hurtado-Sánchez <sup>a,\*</sup>, A. Quezada-Cisnero <sup>a</sup>, A. Rodríguez-Aguñáaga <sup>a</sup>

<sup>a</sup> ITT, Departamento de sistemas y computación, Instituto Tecnológico de Tijuana, Tijuana 22500, Baja California, México.

### Resumen

En este proyecto se presenta una propuesta para el desarrollo de un modelo para una aplicación móvil de realidad aumentada inclusiva para el aprendizaje de la Lengua de Señas de Mexicana (LSM), como una herramienta de apoyo al aprendizaje para personas con discapacidad auditiva, de la comunicación o que quieran aprender la LSM. Esto se pretende lograr utilizando la Realidad Aumentada (RA) que mediante videos interactivos puedan aprender al abecedario y algunas frases en la LSM. En el ámbito educativo, cada vez es más frecuente la incorporación de tecnologías que aportan un enriquecimiento al proceso enseñanza-aprendizaje. La RA está considerada como una de las tecnologías emergentes más prometedoras y que está revolucionando los procesos educativos en todos los niveles de formación académica por su alto nivel de motivación, innovación e interacción. En el presente artículo se plantea hacer un análisis de la LSM y elaborar una propuesta de un modelo de realidad aumentada inclusivo e implementarlo en una aplicación móvil para el aprendizaje de esta lengua.

**Palabras Clave:** Realidad Aumentada, Aplicaciones móviles, Lengua de Señas Mexicana.

### Abstract

This project presents a proposal for the development of a model for an inclusive augmented reality mobile application for learning the Mexican Sign Language (LSM), as a learning support tool for people with hearing disabilities, from the communication or who want to learn the LSM. This is intended to be achieved using Augmented Reality (AR) that through interactive videos they can learn the alphabet and some phrases in the LSM. In the educational field, the incorporation of technologies that enrich the teaching-learning process is becoming more frequent. AR is considered one of the most promising emerging technologies and is revolutionizing educational processes at all levels of academic training due to its high level of motivation, innovation and interaction. This article proposes to analyze the LSM and develop a proposal for an inclusive augmented reality model and implement it in a mobile application for learning this language.

**Keywords:** Augmented Reality, Mobile applications, Mexican Sign Language.

## 1. Introducción

En México existen 2.3 millones de sordos, más de 84 mil son menores de 14 años; de ellos, el 46 por ciento, es decir, casi la mitad, no asiste a la escuela, sumándose a los más de 124 mil jóvenes sordos de 15 a 29 años, de los cuales el 28 por ciento no tuvieron ningún tipo de educación, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Dinámica Demográfica (2021).

A pesar de que México ha reconocido la LSM como una lengua oficial en la Constitución desde 2003, la mayoría de las personas sordas no tienen acceso a servicios de interpretación

en su lengua materna. Esto dificulta su capacidad para interactuar con otras personas y para acceder a servicios básicos como atención médica, servicios gubernamentales y servicios bancarios. Además, las personas sordas en México enfrentan barreras en el acceso a la educación. A menudo se ven obligados a asistir a escuelas especiales para sordos que utilizan la LSM, lo que limita sus oportunidades para interactuar con personas que no son sordas y para acceder a una educación de calidad.

### 1.1. Lengua de Señas Mexicana

\*Autor para la correspondencia: [carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx](mailto:carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx)

Correo electrónico: [carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx](mailto:carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx) (Carlos Hurtado-Sánchez), [angeles.quezada@tectijuana.edu.mx](mailto:angeles.quezada@tectijuana.edu.mx) (Angeles Quezada-Cisnero), [adrian.rodriguez@tectijuana.edu.mx](mailto:adrian.rodriguez@tectijuana.edu.mx) (Adrian Rodriguez-Aguñáaga).

La LSM, es la lengua de la comunidad de sordos en México, y 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. (CONADIS, 2017)

La LSM es primordial para la comunicación de la comunidad sorda en México. Esta lengua utiliza una combinación de movimientos de manos, gestos faciales y corporales para transmitir información, y es utilizada por alrededor de 1.2 millones de personas sordas en México. La LSM es importante porque permite a las personas sordas comunicarse de manera efectiva con sus familias, amigos y la sociedad en general. Además, les permite acceder a la educación, el empleo y otros servicios, lo que les brinda una mayor independencia y calidad de vida.

A continuación, se describen algunas características de la LSM:

- **Lengua natural:** lengua con una gramática y estructura propia, no es una traducción visual del español. Es importante reconocer y valorar esta lengua como tal, y no como una mera herramienta para la comunicación.
- **Facilita la inclusión:** Al reconocer la LSM como una lengua, se promueve la inclusión de las personas sordas en la sociedad. La comunicación es esencial para participar plenamente en la vida social, cultural y económica, y la LSM es la lengua que les permite hacerlo.
- **Fortalece la identidad cultural:** La LSM es una parte importante de la cultura sorda mexicana. Al promover su uso y difusión, se fortalece la identidad y el sentido de comunidad de las personas sordas.
- **Es un derecho:** El derecho a la comunicación es fundamental, y las personas sordas tienen el derecho a utilizar la LSM como medio de comunicación. Reconocer y promover el uso de la LSM es un paso importante para garantizar este derecho.

### 1.2. Investigación sobre LSM en México

La LSM es el idioma natural de las personas con discapacidad auditiva, que, por falta de percepción auditiva, les cuesta trabajo expresar lo que sienten y piensan de manera oral, enfrentando la dificultad de comunicarse con las personas que les rodean, y en menor frecuencia porque no pueden escribir como consecuencia del desconocimiento del lenguaje formal escrito, de la mayoría de las personas (Puerto, 2020).

El papel del lenguaje es fundamental para la construcción del pensamiento; la categoría de género puede aportar la visión crítica en torno a cómo se gesta el desarrollo cognitivo desde la niñez y así comprender la influencia de los significados, símbolos y representaciones que pueden ser determinantes para el comportamiento de las personas (García, 2023).

En la actualidad, la Lengua de Señas Mexicana (LSM) sigue siendo objeto de investigación en diferentes áreas de estudio siendo el caso de los mencionados a continuación:

- **Lingüística:** Se está analizando la estructura y gramática de la LSM para comprender mejor su funcionamiento y características únicas.
- **Educación:** Se investiga cómo se puede mejorar la educación de las personas sordas a través de la enseñanza de la LSM. Se están desarrollando métodos de enseñanza más efectivos.
- **Tecnología:** La tecnología puede mejorar la comunicación y el acceso a la información para las personas sordas. Se están desarrollando aplicaciones y dispositivos que utilizan la LSM para permitir la comunicación en tiempo real.
- **Salud:** La LSM puede mejorar la atención médica para las personas sordas. Se están desarrollando programas de capacitación para los profesionales de la salud y se está investigando cómo se puede mejorar el acceso a la información de salud para las personas sordas.

## 2. Usabilidad de Realidad Aumentada para aprender Lengua de Señas Mexicana

La RA es una tecnología que combina elementos virtuales con el entorno físico para proporcionar una experiencia interactiva en tiempo real. Se logra mediante el uso de dispositivos como teléfonos inteligentes, tabletas, gafas o cascos especiales. Estos dispositivos capturan la imagen del entorno físico y, a través de algoritmos y sensores, analizan y reconocen elementos del entorno para superponer y mostrar información digital relevante.

El uso de la RA puede ser una herramienta útil para aprender LSM ya que permite una interacción inmersiva y visual con el contenido de aprendizaje. Además, puede ser utilizada para mostrar imágenes y animaciones tridimensionales que representan las señas de la LSM, así como para proporcionar retroalimentación en tiempo real sobre la precisión y fluidez de la producción de los signos por parte del aprendiz.

Además, se puede utilizar la RA para mejorar la motivación y el compromiso del aprendiz, ya que ofrece una experiencia de aprendizaje interesante e interactiva a diferencia de las formas tradicionales de enseñanza. También puede proporcionar una experiencia de aprendizaje personalizada, ya que puede adaptarse al ritmo y nivel de aprendizaje individual de cada estudiante.

La RA se puede utilizar para el aprendizaje de LSM debido a las siguientes características:

- **Visualización de los gestos:** puede mostrar los gestos de LSM en tiempo real, lo que permite a los usuarios ver y aprender cómo se hacen los signos.
- **Práctica en tiempo real:** puede permitir a los usuarios practicar sus habilidades de LSM en tiempo real. Los usuarios pueden realizar signos y recibir retroalimentación inmediata sobre si están realizando el signo correctamente.

- **Retroalimentación personalizada:** Con la RA se proporciona retroalimentación personalizada sobre el progreso de los usuarios.
- **Accesibilidad:** La RA es una herramienta accesible para aprender LSM. Los usuarios pueden acceder a la realidad aumentada desde sus dispositivos móviles o tabletas, lo que les permite aprender LSM desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Luego de realizar una investigación de entornos de desarrollo para dispositivos móviles se seleccionó la herramienta Unity, que es un motor multiplataforma con el que se puede desarrollar aplicaciones móviles y/o videojuegos, además de las herramientas tecnológicas Vuforia para la RA y Visual Studio para la parte de programación.

### 2.1. Unity

Unity es un motor de desarrollo de videojuegos y una plataforma de creación de aplicaciones en 2D y 3D. Unity proporciona un entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite a los desarrolladores crear, editar, visualizar y probar sus proyectos de manera eficiente. Ofrece una amplia gama de características y herramientas, como un editor visual, un motor de física, un sistema de partículas, animación, inteligencia artificial, iluminación, efectos visuales, entre otros.

Una de las ventajas principales de Unity es su capacidad para desarrollar aplicaciones móviles para el sistema operativo iOS y Android. Unity también cuenta con una amplia comunidad de desarrolladores y una tienda de activos, donde se pueden encontrar recursos adicionales, como modelos 3D, texturas, scripts y plugins, que hacen que el tiempo de desarrollo sea menor.

Unity cuenta con una amplia gama de herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles para RA que permiten el reconocimiento de imágenes y objetos para colocar contenido digital en el mundo real, simulación y previsualización, interacción y un entorno sin necesidad de incorporar marcadores. La aplicación a desarrollar utilizará Vuforia debido a sus características y herramientas mencionadas a continuación.

### 2.2. Vuforia

Vuforia es una plataforma de realidad aumentada (RA) que proporciona un conjunto de herramientas y bibliotecas que permiten a los desarrolladores incorporar fácilmente capacidades de RA en sus aplicaciones móviles, aplicaciones industriales y otros proyectos.

Una de las características destacadas de Vuforia es su capacidad de reconocimiento y seguimiento de imágenes y objetos en tiempo real. Permite a los desarrolladores utilizar imágenes, logotipos o marcadores específicos como puntos de referencia para superponer contenido digital, como gráficos 3D, videos o animaciones, en la pantalla del dispositivo.

Vuforia también ofrece funcionalidades como reconocimiento de texto, seguimiento de objetos en movimiento, detección de planos y tecnología, que permite que los objetos virtuales se superpongan y se oculten detrás de objetos reales en el entorno.

La herramienta de Vuforia que se utilizará en la aplicación es AR Camera and projection que proporciona una cámara virtual en Unity para superponer contenido del mundo real, con esto la aplicación podrá reconocer textos y superponer videos con las señas que representan las palabras o frases.

## 3. Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de la aplicación móvil es el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) (Abrams, 2004). Este tipo de metodología hace al usuario al centro de todas las decisiones de diseño. El DCU es definida como una filosofía en la que coloca al usuario como el centro del proceso de diseño, tomando en cuenta sus necesidades, características y deseos de las personas que van a utilizar este producto de software. La principal estrategia es la utilización de métodos y técnicas de investigación para colocar al usuario en el centro del proceso de diseño, con el objetivo de crear aplicaciones intuitivas, fáciles de utilizar y sobre todo útiles, tomando en cuenta buenas prácticas que aseguren la correcta usabilidad. El DCU es un derivado del campo de la interacción humano-computadora como una metodología para desarrolladores y diseñadores, generando software y hardware que cumpla con las necesidades de los usuarios. El diseño centrado en el usuario consta de 4 etapas, 1) Entender el contexto del usuario, 2) Especificar los requerimientos del usuario, 3) Diseñar soluciones, 4) Evaluar los resultados (Figura 1).



Figura 1. Diseño Centrado en el Usuario

Para entender el contexto del usuario y la especificación de los requerimientos del usuario se realizó una investigación del diccionario de Lengua de Señas Mexicana de la Ciudad de México (2017), el Manual de Lengua de Señas Mexicana del DIF (2018) y Lengua de Señas Mexicana en Baja California (2021). En estos documentos se analizó información básica sobre la comunidad sorda y su cultura, información básica sobre la LSM, rasgos distintivos de la LSM y guía de uso de la LSM.

Luego de revisar esta bibliografía se asistió a un curso de aprendizaje de LSM presencial para comprender la metodología de enseñanza empleada por profesores profesionales en este tema, se les cuestionó sobre temas teóricos y prácticos para comprender mejor como se puede realizar un aprendizaje más significativo.

Por último, se asistió a la escuela Normal Fronteriza con el objetivo de hablar con docentes y alumnos de la carrera de

educación inclusiva para obtener retroalimentación, recomendaciones y comentarios en base a su experiencia. Los docentes proporcionaron los temas básicos para el aprendizaje de principiantes como realizar correctamente las señas ya que en la documentación sólo se explican movimientos que se hacen con las manos, adicionalmente comentaron que no es lo mismo la explicación teórica con imágenes y flechas que ver como lo hacen las personas expertas en el tema.

### 3.1. Videos de temas de LSM

Con apoyo de los alumnos y alumnas de la carrera de educación inclusiva se elaboraron algunos videos cortos de letras y frases de prueba.

La Figura 2 muestra imágenes de los videos grabados de los temas básicos de LSM, de los cuales incluye el ABC, partes del cuerpo, los días de la semana y escuela. Serán usados para la interacción con la RA. El usuario final, con el catálogo dado de todos los temas, podrá escanear el tema que desee y al momento le aparecerá un video del cómo tiene que realizar la seña correctamente los videos tienen una duración promedio de 5 segundo.



Figura 2. Videos de palabras con señas

### 3.2. Elaboración de diagrama de casos de uso

Luego de haber realizado el proceso de elaboración de videos se continuó a la parte del diseño de la aplicación móvil, primero, se crearon los diagramas de casos de uso basados en los comentarios y recomendaciones de los usuarios y maestros.

En los diagramas de casos de uso, se representan las acciones que los usuarios pueden realizar, así como la interacción con la aplicación. La Figura 3 muestra el caso de uso del inicio y el menú principal de la aplicación, los menús con los que cuenta la aplicación son: Ver temas, información sobre la aplicación, instrucciones de uso, créditos de los desarrolladores y un módulo de atención para obtener retroalimentación del diseño y experiencia de usuario.

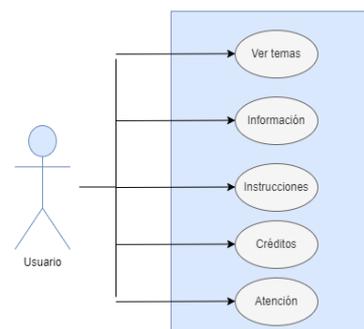


Figura 3. Inicio / Menú principal

La Figura 4. Presenta el caso de uso de cuando el usuario selecciona la opción de ver temas, a las secciones que puede acceder el usuario son: Inicio RA el cual muestra la cámara para que la aplicación reconozca algunas palabras previamente registradas como por ejemplo los días de la semana y Videos ABC que muestran la seña de las letras del abecedario y Salir de la aplicación.

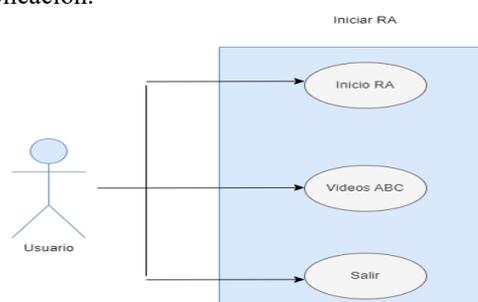


Figura 4. Iniciar realidad aumentada.

La Figura 5 muestra el caso de uso del menú de información, en información de figuras se muestran las figuras de las señas que se pueden escanear en la aplicación, los otros dos menús muestran información de la app y el objetivo que se espera al desarrollar la app.

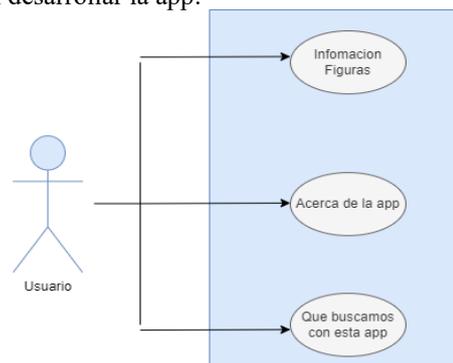


Figura 5. Información de la aplicación

La Figura 6 Muestra el caso de uso de las instrucciones de la aplicación, dentro de las secciones que contiene son las instrucciones para utilizar la app, las instrucciones para la selección de tema, ajustes para que la aplicación pueda adaptarse a los gustos de los usuarios y como se ejecuta la app.

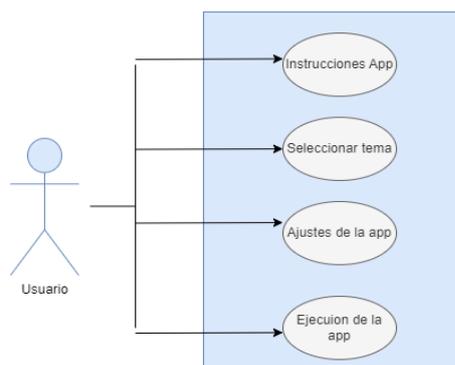


Figura 6. Instrucciones de uso de la aplicación

se requiere tomar uno de estos catálogos que se han agregador en la base de datos y con la cámara del dispositivo móvil enfocar el texto que se quiere aprender en LSM. En la figura 10 se muestra que este ejemplo se enfoca en la palabra Buenas tardes, al momento de que la aplicación reconoce el texto aparecerá un video de un alumno realizando la seña que representa Buenas tardes, el funcionamiento de la aplicación para las otras tres palabras que se muestran en la figura 10 es el mismo, se enfoca la cámara al texto y cuando la aplicación la detecta aparece un video con la seña que representa lo que se quiere aprender.



Figura 9. Instrucciones

#### 4. Resultados

Luego de la elaboración de los diagramas de casos de uso, se realizó el maquetado de la aplicación, por estar en una fase de pruebas se crearon pantallas basadas en algunos casos de usos ya que se requiere hacer pruebas de usabilidad e interacción con los usuarios para que nos den su punto de vista y sugerencias de la aplicación móvil. Se crearon algunos ejemplos de palabras y frases en un temario elaborado en base a la investigación realizada en la literatura (figura 7) y los comentarios y sugerencias de los profesores que imparten clases de LSM en la carrera de educación inclusiva.

Tema1- ABC	Tema3- Saludos
Tema4- Preguntas	Tema5- Numeros
Tema6- Dias	Tema7- Meses
Tema8 - Familia	Tema11- Animales--
Tema12- Escuela	Tema13- Verbos
Tema14- Frutas	Tema15- Comida
Tema16- Profesiones	Tema17- Naturaleza
Tema19- Cuerpo	Tema28- Religión

Figura 7. Temario de palabras y frases



Figura 10. Menú iniciar

Figura 8. Al entrar a la aplicación móvil, encontrarás un menú principal, en cual hay 4 botones que te llevarán a diferentes pantallas. El botón grande con la leyenda iniciar te manda directamente a la cámara para empezar a escanear palabras, también hay 1 iconos en la parte inferior de los cuales uno es para ir a la pantalla créditos, y el botón localizado en la parte superior es para salir de la aplicación.



Figura 8. Menú principal

Figura 9. En esta pantalla veremos instrucciones de uso, explica los pasos a seguir y el funcionamiento de la aplicación.

La Figura 10. Muestra el botón iniciar, al presionar el botón la aplicación nos envía a la cámara del dispositivo móvil, actualmente la base de datos esta alimentada con un catálogo de palabras básicas. Para utilizar la aplicación correctamente

#### 5. Conclusiones

En conclusión, el objetivo de este proyecto es crear una aplicación móvil de RA destinada a apoyar el aprendizaje de la LSM en niños, jóvenes y adultos. Para lograr este objetivo, se estableció una metodología de diseño centrada en el usuario.

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del estado actual del arte en relación con la RA y las aplicaciones diseñadas para el aprendizaje de la LSM. Esto permitió obtener información relevante sobre las tendencias y enfoques actuales en este campo.

Además, se realizó un análisis de los diferentes lenguajes de programación utilizados en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, con el fin de determinar el más adecuado para la implementación de la interfaz de RA en la aplicación.

Otro objetivo fue desarrollar e implementar una interfaz de RA en la aplicación. Esta interfaz proporcionará una experiencia interactiva y visualmente enriquecedora para los usuarios al combinar elementos virtuales con el entorno real a través de la cámara del dispositivo móvil.

Se creó un menú en la aplicación que mostrará las diferentes funciones disponibles, brindando a los usuarios un acceso fácil y organizado a las distintas secciones y características de la aplicación.

Para facilitar el aprendizaje de la LSM, se desarrollaron dos módulos de RA. El primero consiste en un módulo que presenta el alfabeto en LSM a través de videos que interpretan

cada una de las señas correspondientes a las letras del abecedario. El segundo módulo aborda temas básicos en LSM, también mediante videos que muestran las señas correspondientes a cada palabra.

Este proyecto busca aprovechar las capacidades de la RA para proporcionar una herramienta interactiva y visualmente atractiva. La aplicación móvil desarrollada ofrece un enfoque innovador y accesible para usuarios de diferentes edades, permitiéndoles aprender y practicar la LSM de manera efectiva y divertida.

Por último, se realizaron pruebas de usabilidad del avance del proyecto hasta el momento con los profesores y alumnos de la carrera de educación inclusiva, al finalizarlas, comentaron que debemos mejorar los videos debido a que consideran que algunas de las señas que se hacen deben mejorar para no ocasionar confusiones. Pero en general la retroalimentación de la usabilidad fue positiva.

En cuestiones de accesibilidad, debido a que Unity es un motor de videojuego multiplataforma, la aplicación se podrá descargar para los sistemas operativos móviles iOS y Android, en cuestiones de acceso a la aplicación, y los menús comentaron que la interfaz hasta el momento es amigable y fácil de usar.

## Referencias

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., Preece, J. (2004) User-Centered Design. In Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications.
- CONADIS (2017). Consejo Nacional de la Lengua de Señas Mexicana (LSM). Gobierno de México. Recuperado 8 de marzo de 2023, de <https://www.gob.mx/conadis/articulos/dia-nacional-de-la-lengua-de-senas-mexicana-lsm?idiom=es>
- Encuesta Nacional de Dinámica Demográfica (2021). Aprueban reformas para que personas con discapacidad auditiva reciban educación bilingüe en lengua de señas. <https://comunicacionnoticias.diputados.gob.mx>. Recuperado 7 de marzo de 2023
- García Villanueva, J., Ortega Islas, L., & Hernández Ramírez, C. (2023). Experiencias de docentes sobre la enseñanza de la Lengua de Señas Mexicana como lengua natural en personas sordas desde una perspectiva de género. *Revista de psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 12(30 fasc. 2), 217-249. consultado de <https://revistapsicologia.uaemex.mx/article/view/20983>
- Gobierno de la Ciudad de México (2017). *Diccionario de Lengua de Señas Mexicana Ciudad de México*
- Puerto, R. G. (2020) Lengua de Señas Mexicana como herramienta de comunicación para la inclusión social de las personas con discapacidad auditiva. <https://www.eumed.net/actas/20/educacion/37-lengua-de-senas-mexicana-como-herramienta-de-comunicacion-para-la-inclusion-social.pdf>
- Secretaría de Educación, Gobierno de Baja California (2021) *Lengua de Señas Mexicana en Baja California. Educación inclusiva para la atención del alumno sordo en educación básica*
- Sistema Municipal DIF (2018). *Manual de Lengua de Señas Mexicana*