

<https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1712>

Artículos científicos

La lengua de señas: una alternativa para mitigar los contagios de Covid-19 en niños de primaria

Sign language: an alternative to mitigate COVID-19 infections in primary school children

Linguagem gestual: uma alternativa para mitigar as infecções por COVID-19 em crianças do ensino primário

Elena Fabiola Ruiz Ledesma

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

efruiz@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1513-8243>

Lorena Chavarría Báez

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

lchavarria@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8746-6342>

Resumen

La lengua de señas, al permitir la comunicación de forma no verbal, puede ayudar a reducir el riesgo de contagio por covid-19 entre alumnos y profesores dentro de las aulas. Desafortunadamente, ellos no están familiarizados con su uso y aunque existen sistemas de *software* que ayudan a aprenderlo, su principal inconveniente es que no evalúan si la ejecución de la seña es correcta o no. Por lo tanto, el problema que se aborda en este trabajo es la falta de sistemas de *software* que permitan, por un lado, instruir a los niños de educación primaria sin discapacidad auditiva o del habla sobre las nociones básicas de la lengua de señas mexicana (LSM) tomando en cuenta su estilo de aprendizaje y, por otro, evaluar qué tan bien están realizando las señas que han aprendido. Para ello, se desarrolló un sistema de *software*, tanto web como móvil, que satisface ambas necesidades, es decir, instruye, considerando el estilo de aprendizaje, y evalúa, mediante el reconocimiento de la imagen de la seña realizada por el infante. La valoración hecha por un conjunto de niños mostró que es



factible usar este sistema para apoyar la instrucción y evaluación de las señas del alfabeto y los números del LSM, con las cuales es posible formar cualquier palabra/cifra, por lo que esta propuesta se constituye como una alternativa para mitigar los contagios de covid-19 en niños de primaria.

Palabras clave: Lenguaje de signos, covid-19, educación primaria, sistema de información, enseñanza.

Abstract

Sign language, by allowing non-verbal communication, reduces the risk of COVID-19 infection between students/teachers within classrooms. Unfortunately, they are not familiar with its use and although there are software systems that help to learn it, its main disadvantage is that they do not evaluate whether the execution of the sign is correct or not. Therefore, the problem addressed in this work is the lack of software systems that allow, on the one hand, instructing primary school children without hearing or speech disabilities about the basic notions of Mexican Sign Language (MSL), taking into account their learning style, and, on the other hand, evaluating how well they are performing the signs they have learned. To solve it, a software system was developed, both Web and mobile application, that satisfies the two necessities, i.e., it instructs, considering the learning style, and evaluates, by recognizing the image of the sign made by the infant. The evaluation made by a group of children showed that it is feasible to use this system to support the instruction and evaluation of the signs of the alphabet and the numbers of the MSL, with which it is possible to form any word/cipher, so that this proposal constitutes an alternative to mitigate COVID-19 infections in primary school children

Keywords: Sign language, COVID-19, primary education, information system, teaching.

Resumo

A linguagem gestual, ao permitir a comunicação não verbal, pode ajudar a reduzir o risco de infecção por COVID-19 entre alunos/professores dentro das salas de aula. Infelizmente, eles não estão familiarizados com o seu uso e, embora existam sistemas de software que ajudam a aprendê-lo, sua principal desvantagem é que eles não avaliam se a execução do sinal está correta ou não.

Portanto, o problema abordado neste artigo é a falta de sistemas de software que permitam, por um lado, instruir crianças do ensino primário sem deficiência auditiva ou de fala sobre as noções básicas da Língua Mexicana de Sinais (LSM), levando em conta seu estilo de aprendizagem, e, por outro, Avalie o quão bem eles estão executando os sinais que aprenderam. Para resolver isso, foi desenvolvido um sistema de software, tanto Web quanto mobile, que satisfaz ambas as necessidades, ou seja, instrui, considerando o estilo de aprendizagem, e avalia, através do reconhecimento da imagem do sinal feito pela criança. A avaliação feita por um grupo de crianças mostrou que é viável utilizar este sistema para apoiar a instrução e avaliação dos sinais do alfabeto e dos números do LSM, com os quais é possível formar qualquer palavra/figura, pelo que esta proposta se constitui como uma alternativa para mitigar as infecções por COVID-19 em crianças do ensino básico.

Palavras-chave: Linguagem gestual, COVID-19, ensino primário, sistema de informação, ensino.

Fecha Recepción: Junio 2023

Fecha Aceptación: Noviembre 2023

Introducción

Los temas que se presentan a continuación sirven para evidenciar el problema considerado en este trabajo. La descripción de estos expone los conceptos básicos que están relacionados con la utilidad que tiene el uso de la lengua de señas como una forma alternativa de comunicación para mitigar los contagios por covid-19 en niños de primaria y permiten que el lector aprecie la forma en que se aborda la solución del problema.

Lengua de señas

Comunicarse es un aspecto esencial del ser humano. Desde tiempos remotos las personas han tratado de manifestar sus emociones, necesidades, deseos, etc., a través de distintos medios (Magnani, 2008; Williams, 1992). Si bien es cierto que el lenguaje oral es la forma de interacción más común, la comunicación no verbal sigue siendo fundamental para los individuos que padecen algún grado de discapacidad auditiva o del habla, ya que esta condición les impide expresarse mediante la voz (Schlesinger y Namir, 2014). En México, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [Inegi], 2020), el 4.9 % del total de la población, es decir, alrededor de 6 179 890 personas, padece algún tipo de discapacidad. De ellos, el 22 % tiene problemas para oír y el 15 % tiene limitaciones para hablar o no puede hacerlo de forma

comprensible. Esto implica el uso de técnicas especiales de comunicación, por ejemplo, la lectura del habla o la lengua de señas, para la integración de estos sectores a la sociedad.

La lengua de señas emplea los movimientos de las manos y del cuerpo en general para facilitar el diálogo (Schlesinger y Namir, 2014; World Federation of the Deaf, 19 septiembre de 2021). Aunque algunos de esos movimientos o señales son universales, esta forma de comunicación se ajusta a cada país, incluso a distintas regiones dentro de cada uno de ellos. En México, la lengua de señas mexicana (LSM) —que tiene su propia sintaxis, gramática y léxico (De Fleischmann, 2015)— se reconoce oficialmente como una lengua nacional en el artículo 14 de la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2011) y como patrimonio lingüístico en el artículo 8 de la Constitución de la Ciudad de México (Constitución Política de la Ciudad de México, 2011).

Dentro del LSM, las señas se dividen en cuatro tipos distintos, a saber, manual, bimanual, simétrica y compuesta (Escobedo Delgado, 2017; Lengua de Señas Mexicana [LSM], 2016). En el primero, se emplea una sola mano. En el segundo, se usan ambas manos ya sea de forma dispar, libre o asimétrica. El tercero también se vale de las dos manos, pero los movimientos son en espejo o inversamente proporcionales. Finalmente, en el cuarto, se utilizan, al menos, dos señas simples o tres configuraciones distintas. Las señas en el LSM pueden ser estáticas, es decir, permanecen inamovibles durante su ejecución, o dinámicas, es decir, siguen una trayectoria que indica la dirección del movimiento.

Dentro de las señas estáticas se encuentran las letras del abecedario, con excepción de la J, K Ñ, Q, X y Z, que requieren algún tipo de desplazamiento, y los números naturales del uno al nueve. Mediante el deletreo manual, que es la representación manual de las letras del alfabeto escrito, es posible construir cualquier palabra/cifra letra por letra/dígito por dígito, de forma que el intercambio de información es posible en un nivel básico. El conocimiento y dominio de estas señas por parte de la población en general es particularmente importante porque puede usarse como una forma alternativa de comunicación útil en el tiempo de pandemia causada por covid-19.

Covid-19

A finales del año 2019 apareció el virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad covid-19, en la provincia de Wuhan, China. La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020), el 11 de marzo de 2020, la declaró como pandemia, dada la cantidad de países afectados y el número de personas contagiadas en todo el mundo

Las investigaciones realizadas sobre el virus indicaron que el principal medio de transmisión era el diminuto material líquido que una persona infectada expulsaba por la boca y/o nariz cuando tosía, estornudaba, hablaba o respiraba, ya que podía quedar suspendido en el aire, viajar distancias cortas —por lo general, menos de un metro— y/o entrar en contacto, directo o indirecto, con los ojos nariz y boca de personas sanas.

Entre las recomendaciones para reducir el riesgo de contagio se encontraban las siguientes: 1) guardar la sana distancia de, al menos un metro, entre personas, 2) usar mascarilla facial sanitaria, 3) lavar o desinfectar las manos frecuentemente, 4) cubrir nariz y boca al toser o estornudar, 5) evitar el contacto por tiempo prolongado entre individuos, los lugares concurridos y/o deficientemente ventilados, tocar superficies en lugares públicos, y, 6) vacunarse (Orientaciones para el público, 2019). Tomando en cuenta la situación, varios gobiernos del mundo, incluyendo México, aplicaron confinamientos domiciliarios a sus ciudadanos con el propósito de contener el avance de la pandemia (Quédate en casa, 2019).

Durante algunos periodos, actividades laborales y académicas se realizaron desde los hogares y solo se mantuvieron funcionando actividades esenciales como los servicios de salud. Sin embargo, esta medida no fue de larga duración porque se podían comprometer otros aspectos del bienestar individual y social como la salud mental y la condición económica. De esta forma, la reapertura de actividades cotidianas implicaba un nuevo riesgo de contagio si no se seguían adecuadamente las medidas de prevención. En este sentido, uno de los sectores a los que se trató de brindar el entorno más adecuado posible para su regreso fue el de la educación, especialmente en los niveles que involucraban a los más pequeños, porque si bien los datos mostraban que en menores de dieciocho años la enfermedad se manifestaba de forma leve y se registraba un número relativamente bajo de decesos comparado con otros grupos de edad, se presentaron casos de pacientes críticos. Por lo tanto, debía ser prioridad cumplir los protocolos sanitarios a fin de garantizar la estancia segura de los niños en las escuelas (Guía para el regreso responsable y ordenado a las escuelas. Ciclo escolar 2021–2022, 2021).

Educación primaria

En México, la Ley General de Educación establece que la educación básica está conformada por tres niveles educativos obligatorios: preescolar, primaria y secundaria (Ley General de Educación, 2019). En la educación básica se abordan, entre otros aspectos, los contenidos formales del lenguaje, lo que posibilita la adquisición de más conocimiento. La lectura y la escritura son aprendizajes trascendentales porque al leer no solo se decodifican símbolos y se ejercitan la ortografía y la gramática, sino que estos signos se interpretan, se comprende lo que dicen y se identifica el mensaje que quieren transmitir. Por otra parte, al escribir, se reconoce la representación gráfica de las expresiones del lenguaje oral, así como otros símbolos importantes (Lerner, 2021).

Para enseñar a leer y escribir se emplean diferentes estrategias educativas, entre ellas están los siguientes métodos (Estalayo, 2003): alfabético (deletreo), fonético (fónico), silábico, palabras normales, global, ecléctico, entre otros. El método alfabético consiste en decir separadamente las letras de cada sílaba, las sílabas de cada palabra y luego la palabra entera (Carpio Brenes, 2013). En el método fonético se aprenden primero los sonidos de las letras y luego se combinan entre sí para formar sílabas, palabras, oraciones, etc. En el método silábico, se forman palabras y estructuras complejas a partir de la sílaba como unidad básica de aprendizaje. En el método de palabra normal, se elige una palabra familiar al niño, que se asocia a una figura para facilitar su comprensión y retención. Posteriormente, la palabra se escribe en el pizarrón y los niños la copian en su cuaderno para formar nuevas palabras y frases a través del análisis de sus componentes básicos de sílabas y letras y empleando sonidos conocidos (Barbosa Heldt, 2004). El método global actúa en un sentido inverso, es decir, parte de las palabras para llegar a sus unidades básicas como letras, sílabas y sonidos. Finalmente, el método ecléctico trata de combinar lo mejor de los métodos disponibles para formar uno nuevo para alcanzar mejores resultados en la lectoescritura. Sin importar el método elegido para desarrollar las competencias de lectura y escritura en los niños, es importante que se fomente en ellos la habilidad de relacionar un concepto y su significado con las letras que lo conforman.

Por otro lado, hay que tomar en cuenta que cada niño, y en general cada persona, aprende de un modo diferente, por lo que es útil conocer su estilo de aprendizaje particular, ya que este identifica cómo los individuos perciben y procesan la información para construir su propio aprendizaje. Existen diversas formas en las que se puede clasificar el estilo de

aprendizaje (González Clavero, 2011; González-Peiteado, 2013), una de las más comunes es tomando en cuenta el sistema de representación (Mera Constante y Amores Guevara, 2017).

De acuerdo con este criterio, se encuentran el estilo visual, auditivo y kinestésico (táctil). El primero describe a las personas que aprenden mejor usando diagramas, o algún tipo de herramienta gráfica, como mapas conceptuales, diagramas causa-efecto, organigramas, etc., para representar y procesar información. En el segundo, se usan la voz y los oídos como forma primaria de aprender, es decir, depende de escuchar y hablar tanto interna como externamente, por ejemplo, leer en voz alta, tararear u oír música mientras se estudia. Finalmente, el tercero, requiere de las experiencias corporales de los niños al tocar e interactuar con objetos o materiales disponibles en los salones de clases. Actividades que favorecen este estilo de aprendizaje son los talleres y la creación de proyectos. Con base en la identificación del estilo de aprendizaje, se pueden incorporar en las aulas estrategias que favorezcan la adquisición de conocimiento por parte de los niños. Incluso, utilizando las tecnologías de información y comunicación (TIC) se pueden implementar tales estrategias en sistemas de *software*.

Planteamiento del problema

En México, la formalización de la comunicación oral y escrita inicia cuando los niños abordan el área de español en la educación primaria. Sin embargo, las medidas de distanciamiento social impuestas por la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 mantuvieron suspendidas las actividades educativas, lo que de alguna forma afectó el desarrollo académico de los alumnos. Con el avance del programa de vacunación, fue posible el regreso presencial a las aulas respetando las medidas sanitarias indicadas por las autoridades de salud. No obstante, la probabilidad de contagio era aún latente debido a la interacción que podía existir entre alumnos y profesores, por ejemplo, al formular y responder preguntas, ya que la principal forma de contagio es a través de las partículas líquidas que las personas enfermas pueden expeler cuando hablan, tosen o estornudan.

El riesgo de contraer la enfermedad en los salones de clase podría disminuirse usando una forma alternativa de comunicación que no involucrara el lenguaje verbal, por ejemplo, la lengua de señas. Desafortunadamente, la población de alumnos y profesores oyentes no está familiarizada con él y aunque existen sistemas de *software* para alfabetizar a las personas con discapacidad auditiva o del habla que podrían usarse para instruir a la población de alumnos y profesores oyente sobre el LSM, uno de los inconvenientes que presentan es que

no evalúan si la ejecución de la seña es correcta o no, de manera que el usuario no tiene una retroalimentación inmediata acerca del avance realizado.

Por lo tanto, el problema que se aborda en este trabajo es la falta de sistemas de *software* que permitan, por un lado, instruir a los niños de educación primaria sin discapacidad auditiva o del habla sobre las nociones básicas del LSM, como las letras del alfabeto y los números, tomando en cuenta su estilo de aprendizaje y, por otro, evaluar qué tan bien están realizando las señas que han aprendido.

Estado del arte

En años recientes, se han desarrollado sistemas para el reconocimiento de los signos de la lengua de señas y la enseñanza de estos. En cuanto al reconocimiento de los signos, los sistemas basados en visión son los más utilizados, ya que emplean clasificadores para procesar imágenes y encontrar en ellas características clave a fin de reconocer los gestos (Bantupalli y Xie, 2018; Pérez *et al.*, 2017, Jiménez *et al.*, 2017), y también ha sido posible analizar movimientos que involucran alguna trayectoria (Yan *et al.*, 2019). Asimismo, empleando el dispositivo Kinect, se han podido reconocer frases del lenguaje de señas (García-Bautista *et al.*, 2017), mientras que otras alternativas incluyen el uso de un guante especial para traducir el lenguaje de señas a texto (Ocampo *et al.*, 2020) o sensores integrados en objetos portátiles o directamente en el cuerpo para clasificar los signos (Kudrinko *et al.*, 2021).

En cuanto a la enseñanza de la lengua de señas, se ha tratado de integrar la tecnología multimedia para que las personas con discapacidad auditiva y/o del habla puedan usar la forma escrita del lenguaje de señas (Myasoedova *et al.*, 2020) para conocer los estados y capitales de México (Estrada-Cota *et al.*, 2021), etc. En particular, se han creado aplicaciones móviles que intentan ayudar en la alfabetización de la población de personas con discapacidad auditiva o del habla.

El proyecto ALAS (ALAS: Alfabetizar a Sordos, 2018) fue desarrollado por la Universidad Veracruzana como una herramienta para que la comunidad de personas sordas pueda aprender a leer y escribir en español a través de material multimedia como animaciones, fotografías, videos, juegos, ejercicios y cuentos. El aprendizaje toma en cuenta los conocimientos previos, intereses y capacidades de las personas, mientras que la autoevaluación se realiza relacionando imágenes con palabras. En Signamy (Signamy - Apps en Google Play, 2019, Sign'n - Inicio, 2019) se emplea un asistente virtual y es posible

acercar, alejar y/o girar la imagen de la seña para apreciarla mejor. Este puede convertir voz, texto y páginas web a LSM. Dilo en señas (Dilo con Señas, 2016) tiene ochenta y nueve señas distribuidas en siete categorías: una función para jugar viendo el video de la seña y relacionándolo con la imagen correcta y otra para practicar viendo el video de la seña para cada imagen. MiutApp (MiutApp, 2019) permite que las personas oyentes aprendan LSM a través de tutoriales, y las personas con discapacidad auditiva o del habla conozcan información útil para su vida cotidiana. Según sus creadores, esta aplicación aborda el aprendizaje tomando en cuenta el vocabulario y la estructura gramatical del lenguaje.

Aprende señas: Lengua de Señas Mexicana (Aprende señas: Lengua de Señas Mexicana - Apps en Google Play, 2018) permite practicar mediante juegos más de ciento ochenta palabras. La autoevaluación se realiza a través de adivinar la palabra que corresponde a la seña. Manos que hablan (Estrada-Cota *et al.*, 2020) alecciona a niños de preescolar en el LMS a través de juegos. Kitsord (Kitsord, Aprende Lengua de Señas, 2021) enseña usando fotografías y videos. El contenido está dividido por niveles que se pueden ir desbloqueando conforme se avanza en el aprendizaje y se acreditan las evaluaciones. Esta aplicación permite estudiar el lenguaje de señas de países como España y Guatemala y el Lenguaje de Señas Americano. El DILSE (*Diccionario de la lengua de signos española*) recoge las palabras o expresiones de la LSE junto con fotos y videos que muestran cada seña y su definición. El usuario puede guardar las señas en las que está más interesado para consultarlas rápidamente. Cada día se presenta una seña a fin de aprender nuevas palabras (Fundación CNSE, 2020).

Spread Signs (*Diccionario de lengua de signos*, SpreadTheSign, 2019) contiene más de 300 000 señas del lenguaje de países como Estados Unidos, República Checa, Reino Unido, India, Estonia, Francia, Alemania, Austria, Islandia, Italia, Japón, por mencionar algunos. Cada seña cuenta con una palabra, una imagen y un video. Por último, LSApp (LSApp, 2019) es una aplicación que se auxilia de un avatar que muestra cada seña paso a paso. Para practicar y evaluar el aprendizaje se emplean juegos.

Métodos y materiales

En este apartado se describen el método para la solución del problema, así como los materiales empleados. En concreto, se utilizó una metodología descriptiva —de acuerdo con lo señalado por Hernández *et al.* (2014), ya que se emplea estadística básica para el tratamiento de los datos.

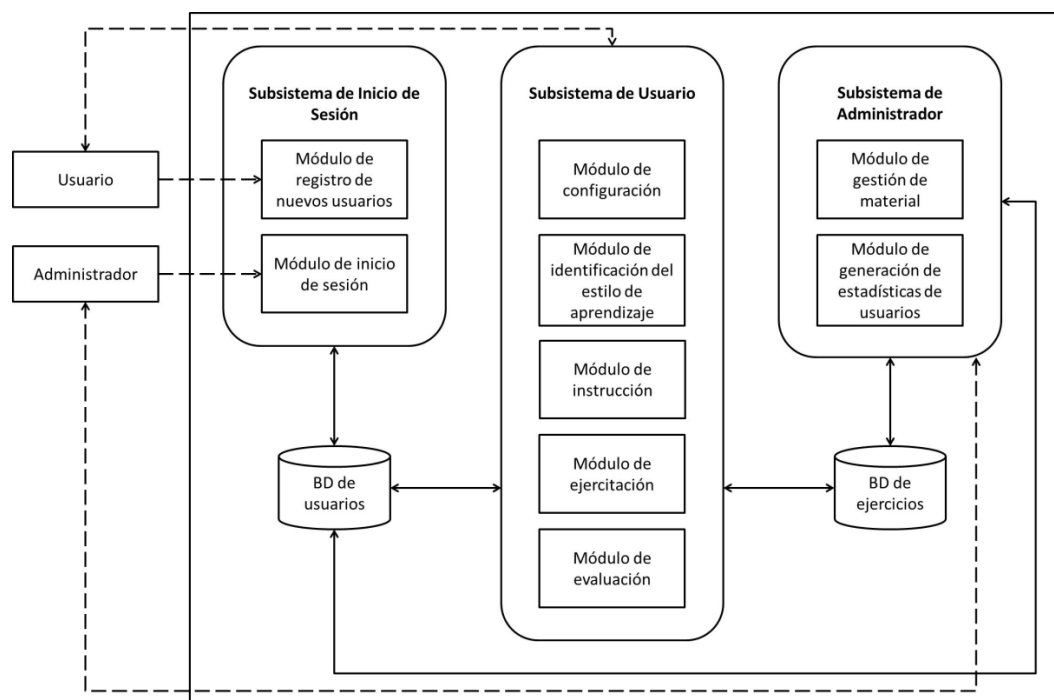
La propuesta de solución consistió en construir un sistema de *software*, tanto web como móvil, para instruir y evaluar a niños de primaria con la capacidad de oír y expresarse de forma comprensible usando el lenguaje verbal, sobre las señas que corresponden a cada una de las letras del alfabeto y los números para que, a través del deletreo manual, puedan expresar cualquier palabra/cifra y comunicarse sin usar el lenguaje oral y sin tener que dominar todo el LSM. Es importante mencionar que el deletreo no es ajeno a la forma en que aprenden los niños oyentes, ya que es un método que se emplea para enseñarles a leer y escribir.

Por otro lado, es común que las personas con discapacidad auditiva o del habla hagan uso del deletreo manual para expresarse (Herrera *et al.*, 2007), por lo que el sistema es apto para pequeños con y sin discapacidad. Para hacer aún más efectiva la transmisión de conocimiento, el sistema considera el estilo que usa cada niño para aprender, ya sea visual, auditivo o kinestésico.

Con respecto a la evaluación, se usa el esquema de relacionar señas con las letras/números como una forma de autoevaluación; además, se examina en tiempo real, mediante el análisis de imágenes capturadas con la cámara del dispositivo, la seña que el niño está haciendo. Con esto no solo se aprecia si el niño conoce o no la seña (ya que solo se le muestra la forma de hacerla a través de imágenes o videos), sino que realmente se evalúa al comparar con imágenes que se encuentran en una base de datos. Esta última se define como una colección o depósito de datos integrados, almacenados en un soporte secundario (no volátil) y con redundancia controlada. Los datos que han de ser compartidos por diferentes usuarios a través de aplicaciones deben mantenerse independientes tanto de los mismos usuarios como de sus aplicaciones. La estructura de una base de datos se apoya en un modelo de datos, el cual debe permitir captar las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real (Cattell *et al.*, 1997; Miguel y Piattini, 1999).

La arquitectura del sistema contempla tres subsistemas, con los módulos que se muestran en la figura 1.

Figura 1. Arquitectura del sistema



Fuente: Elaboración propia

1. Subsistema de inicio de sesión: Proporciona el acceso a los usuarios. Consiste de dos módulos principales:
 - 1.1. Registro de nuevos usuarios, mediante el llenado de un formulario.
 - 1.2. Inicio de sesión, que da acceso al sistema a los usuarios ya registrados.
2. Subsistema de usuario: Atiende a los usuarios registrados en el sistema. Se compone de cinco módulos:
 - 2.1. Configuración: permite al usuario gestionar su cuenta y seleccionar una interfaz de su preferencia.
 - 2.2. Identificación del estilo de aprendizaje: Identifica el estilo de aprendizaje de los usuarios mediante la resolución de un cuestionario.
 - 2.3. Instrucción: selecciona y muestra el contenido para cada usuario, de acuerdo al estilo de aprendizaje previamente identificado.
 - 2.4. Ejercitación: Presenta ejercicios a los usuarios para que practiquen lo aprendido.
 - 2.5. Evaluación: Valora la habilidad adquirida por los usuarios en las señas del alfabeto y los números del LSM a través del reconocimiento de imágenes.

3. Subsistema de Administrador: Está habilitado para el administrador del sistema para que obtenga información acerca del desempeño de los niños y actualice los ejercicios. Tiene dos módulos:
 - 3.1. Gestión de material, que consiste en incorporar, eliminar y actualizar material.
 - 3.2. Generación de estadísticas de usuarios, que proporciona información sobre su desempeño.
4. El sistema contiene las siguientes dos bases de datos (BD):
 - 4.1. Usuarios, que almacena los datos de los usuarios, incluyendo aquellos generados por el módulo de evaluación.
 - 4.2. Ejercicios, que guarda los datos de los ejercicios disponibles en el sistema.

Por ser un aspecto fundamental de la propuesta desarrollada, se describirá con mayor detalle la forma en la que el sistema instruye y evalúa la lengua de señas. Esta fase incluye la programación del sistema, por lo que se muestran algunas de las interfaces y se explica lo que debe realizar el usuario en ella.

Instrucción y evaluación del lenguaje de señas

La primera vez que el usuario accede al sistema debe efectuar el test para determinar su estilo de aprendizaje, que consta de quince preguntas. De esa manera obtiene contenido personalizado. La figura 2 muestra la pantalla de formulación de preguntas.

Figura 2. Pantalla para identificar el estilo de aprendizaje

Test Estilo de Aprendizaje

Conteste las siguientes preguntas, responda 1, 2 o 3 teniendo en cuenta que:

- Número 3 = Siempre lo hago
- Número 2 = Algunas veces lo hago
- Número 1 = Casi nunca lo hago

1. Puedo recordar algo un poco mejor, si lo digo en voz alta
○ 1 ○ 2 ○ 3
2. Prefiero seguir instrucciones escritas y no orales
○ 1 ○ 2 ○ 3
3. Cuando estudio, me gusta hacerme notas o escribir algo
○ 1 ○ 2 ○ 3
4. Recuerdo los cosas mejor cuando las veo escritas
○ 1 ○ 2 ○ 3
5. Prefiero aprender por medio de simulaciones y juegos
○ 1 ○ 2 ○ 3

Siguiente

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado el estilo de aprendizaje, se inicia la instrucción de las señas del abecedario y los números. Para el estilo de aprendizaje visual, se le proporcionan las instrucciones al niño para realizar la seña, además de una imagen de esta. Para el estilo de aprendizaje auditivo, se usan audios que pronuncian las reglas para realizar la seña en cuestión. Finalmente, para la instrucción kinestésica se emplean analogías para que el usuario pueda, partiendo de alguna seña o gesto que haya utilizado o visto previamente, llegar a aquella que se le está mostrando. La figura 3 enseña este tipo de instrucción para las letras.

Figura 3. Instrucción de las letras en el estilo de aprendizaje kinestésico



Fuente: Elaboración propia

Para valorar la destreza del niño realizando los distintos gestos aprendidos, el sistema le proporciona una palabra/cifra para que la construya letra por letra/dígito por dígito. Por cada símbolo realizado, se captura una imagen que se examina mediante la herramienta Tensor Flow. Esta, a su vez, usa un algoritmo de red neuronal convolucional y se obtiene un indicador sobre qué tan bien hecha está la seña. El proceso continúa hasta que no hay más símbolos por formar. De esta forma, el niño tiene una retroalimentación inmediata acerca del gesto manual que está ejecutando. Cabe mencionar que para la realización de este módulo se entrenó un modelo de reconocimiento para cada letra/número en el que se contemplaron más de cien imágenes con la seña específica.

Materiales

Además de las pruebas realizadas al propio sistema para verificar que cada funcionalidad programada se llevara a cabo correctamente, se realizó la validación con ocho niños de entre 8 y 12 años. Es importante señalar que la muestra estuvo constituida por ocho niños debido a que, por las condiciones de distanciamiento social impuestas por la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, el espacio donde se trabajó solo admitió a diez personas separadas con un metro de distancia entre ellas, que fueron los estudiantes y los dos instructores. Se trabajó con los niños durante cuatro días, una hora y media por día, con dos descansos de 5 minutos. Todos los niños contaron con el aval de sus tutores mediante la firma de una forma de participación. Además, se solicitó a los participantes asistir a la validación del sistema con mascarilla facial sanitaria, desinfectar sus manos con gel antibacteriano antes de ingresar al lugar de aplicación y mantener la sana distancia entre ellos. Las pruebas se dividieron en tres fases:

1. Recopilación de información general. Se obtuvieron los siguientes datos: nombre completo, edad, nombre del tutor y tipo de dispositivo personal usado (computadora o teléfono celular).

2. Instrucción general. Se dieron las instrucciones, paso a paso, sobre el uso del sistema; además, se resolvieron dudas y los participantes interactuaron con las actividades, tal como se puede observar en la figura 4.

Figura 4. Usuarios interactuando con el sistema




Fuente: Elaboración propia

3. Evaluación de la satisfacción del usuario. La ejecución de esta fase permitió conocer el grado de satisfacción de los niños con respecto a su interacción con el sistema.

Encuesta de satisfacción de usuario

Esta encuesta se realizó para evaluar la interacción con el sistema. Las respuestas obtenidas permitieron identificar aquellos aspectos que se pueden mejorar. Para la aplicación, se les solicitó a los alumnos leer detenidamente cada uno de los enunciados y que marcaran con una “x” la opción que mejor representara su nivel de acuerdo/desacuerdo con él. En caso de dudas, podían preguntar al instructor encargado. El enunciado de la pregunta se encuentra en la primera columna y las opciones de respuesta en las cuatro siguientes (tabla 1).

Tabla 1. Encuesta aplicada al usuario

Enunciado	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. En general, estoy muy satisfecho(a) de utilizar esta aplicación.				
2. Fue fácil aprender a usar esta aplicación.				
3. Encontré con facilidad los íconos que necesitaba para desarrollar mi actividad.				
4. La aplicación muestra mensajes de error cuando me equivoco.				
5. Realicé con facilidad la secuencia de acciones que se me pedía realizar.				
6. Entendía lo que se me pedía realizar en la aplicación.				
7. La organización de la información de la aplicación en la pantalla fue clara.				
8. Recuerdo con facilidad cómo usar esta aplicación.				
9. Me gustó usar esta aplicación				

Fuente: Elaboración propia

La encuesta de la tabla 1 se validó a través del coeficiente alfa de Cronbach (Maese Núñez *et al.*, 2016), que mide la homogeneidad de las preguntas promediando las correlaciones entre todos los ítems. Cuanto más se acerca el valor obtenido a 1, mejor es la

fiabilidad. Esta característica se considera como aceptable a partir de un valor de 0.70. La ecuación 1 describe la fórmula estadística del coeficiente alfa de Cronbach y en la tabla 2 se muestran los valores obtenidos.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (1)$$

donde

K: representa el número de ítems,

S_i^2 : es la sumatoria de varianzas de los ítems.

S_t^2 : es la varianza de la suma de los ítems.

α : es el coeficiente alfa de Cronbach.

Tabla 2. Valores para la obtención del alfa de Cronbach

Elemento	Valor
K (total de respuestas)	8
K - 1:	7
Sumatoria de varianzas	5.964285714
Varianza de sumas	21.71428571
$\frac{k}{k-1}$:	1.142857143
$1 - \left(\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$:	0.725328947
Alfa de Cronbach	0.828947368

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar la ecuación 1 al instrumento desarrollado, se obtuvo como resultado un valor de 0.82, lo que significa que las preguntas son homogéneas y el cuestionario es confiable al no presentar una tendencia que favorezca a los resultados de la evaluación. En la tabla 2 se muestran los valores que permitieron llegar a esa conclusión.

Resultados

De los ocho niños que participaron en la validación del sistema, todos mostraron un predominio de estilo de aprendizaje visual, seguido del kinestésico, por lo que trabajaron con las instrucciones que tenía el sistema para estos dos estilos de aprendizaje. Ellos también decidieron trabajar con lo correspondiente al auditivo. De esta manera, probaron el trabajo para los tres estilos de aprendizaje.

El cuarto día de trabajo se les pidió resolver el cuestionario mostrado en la sección previa. La descripción de los resultados obtenidos se realizó empleando la media aritmética y la desviación estándar. La escala va desde 1 hasta 4, donde 1 significa muy en desacuerdo

y 4 muy de acuerdo. La tabla 3 condensa los resultados para cada enunciado de la encuesta aplicada 1.

Tabla 3. Resultados obtenidos para las preguntas de la encuesta

Enunciado	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Media aritmética	Desviación estándar
1	12.5 %	0 %	12.5 %	75 %	3.5	1
2	0 %	0 %	25 %	75 %	3.75	0.4
3	0 %	0 %	25 %	75 %	3.75	0.46
4	12.5 %	0 %	62.5 %	25 %	3.37	0.5
5	25 %	0 %	25 %	50 %	3	1.3
6	0 %	0 %	25 %	75 %	3.75	0.4
7	12.5 %	0 %	37.5 %	50 %	3.25	1
8	0 %	12.5 %	25 %	62.5 %	3.5	0.7
9	0 %	12.5 %	12.5 %	75 %	3.6	0.7

Fuente: Elaboración propia

En relación con la variable *satisfacción al usar el sitio web* (enunciado 1), los niños se encontraron muy satisfechos con la interacción, pues valoraron este aspecto con 3.5/4. La variable *facilidad de uso del sitio web* se evaluó mediante tres aspectos, a saber: facilidad para aprender a navegar en el sitio (enunciado 2), facilidad para realizar las acciones solicitadas (enunciado 5) y facilidad para recordar su uso (enunciado 8), los cuales obtuvieron puntuaciones de 3.75/4, 3/4 y 3.5/4, respectivamente. También manifestaron mediante una apreciación de 3.75/4 haber comprendido todas las indicaciones que el sistema les pidió realizar (enunciado 6). Este resultado también se puede explicar debido a la estimación aprobatoria que los infantes realizaron sobre si la información del sitio era clara y comprensible (enunciado 7), la cual obtuvo un puntaje de 3.25/4, si encontraron con facilidad los íconos para resolver las actividades solicitadas (enunciado 3), rubro que obtuvo una ponderación de 3.75/4, y si el sistema les mostraba mensajes de error cuando cometían alguna equivocación (enunciado 4), el cual se juzgó con 3.37/4.

Finalmente, los valores anteriores permiten explicar el gusto que tuvieron los niños al usar el sistema (enunciado 9), ya que valoraron este aspecto con 3.6/4. En conclusión, se

puede decir que los niños aprendieron con facilidad a trabajar con el sitio web, encontraron con facilidad la información y recordaron con facilidad cómo usarlo.

Discusión

El aporte del sistema construido en comparación con los que se presentaron en el marco teórico (Bantupalli y Xie, 2018; Dilo con Señas, 2016; Jiménez *et al.*, 2017; Pérez *et al.*, 2017; Sign'n - Inicio, 2019; Signamy - Apps en Google Play, 2019) es que toma en cuenta dos aspectos: enseñar las señas para que el niño se comunique y evaluar cómo las está haciendo. Además, en ambos procesos se integran los tres canales de comunicación (el visual, el auditivo y el kinestésico) con la finalidad de que se obtenga un aprendizaje más personalizado, a diferencia de los presentados por Bantupalli y Xie (2018), Pérez *et al.* (2017), Jiménez *et al.* (2017), que solamente toman en cuenta la parte visual, dejando de lado lo auditivo y lo kinestésico.

En el caso de Dilo en señas (Dilo con Señas, 2016), solo tiene una función para jugar viendo el video de la seña y relacionándolo con la imagen correcta, pero no realiza una evaluación de cómo el niño está ejecutando la seña.

En el caso del sistema propuesto, no solo se aprecia si el niño conoce o no la seña (ya que no solo se le muestra la forma de hacerla a través de imágenes o videos), sino que realmente se evalúa. Por eso, a continuación, se muestran tanto las fortalezas como las limitaciones que tiene el sistema.

Fortalezas

Las fortalezas del presente trabajo se pueden dividir en las siguientes categorías:

1. Construcción del sistema:
 - a. Interfaz personalizable. En el diseño de las interfaces se usaron colores y diferentes esquemas de combinaciones para atraer la atención de los niños y mejorar la experiencia de usuario.
 - b. Sistema web para aquellos usuarios que tienen acceso a una computadora, y aplicación móvil para trabajar en cualquier momento y lugar.
2. Instrucción:
 - a. Estilo de aprendizaje. Se toma en cuenta para la instrucción con lo que se fortalece la comprensión, el aprendizaje y el logro de los objetivos académicos.

- b. Conocimiento de los signos de las letras y los números para formar cualquier palabra y/o cifra mediante deletreo manual, que también se puede utilizar para representar ideas que no tienen una seña establecida, como pueden ser nombres propios o tecnicismos
3. Ejercitación y evaluación: Se realiza mediante el análisis de imágenes, lo que proporciona información precisa acerca de qué tan bien se está ejecutando cada signo. Esta es una característica distintiva del sistema desarrollado: examina la ejecución de la seña que el propio usuario está realizando.
4. Utilidad general: Además de servir para enseñar a los niños una forma alternativa de comunicación que puede reducir el riesgo de contagio por covid-19 en esa población, el sistema puede favorecer la inclusión de las personas con discapacidad auditiva. Por ejemplo, recientemente la Secretaría de Seguridad Pública de la Ciudad de México capacitó a su personal en el LSM con el fin de que estos se relacionen mejor con los ciudadanos que padecen esta discapacidad (Nava, 31 de julio de 2021).

Limitaciones del estudio

La principal limitación de este trabajo fue durante su aplicación práctica, ya que, debido a la suspensión de actividades educativas presenciales, primero no fue posible acceder a un grupo numeroso de estudiantes y, segundo, probablemente el efecto del aislamiento social provocó que la atención de niños y niñas entre ocho y nueve años descendiera, pues después de aproximadamente diez minutos tuvieron dificultades para recordar el nombre de los dedos; además, la participación de los varones fue menor que la de las mujeres.

Aunque son varios los factores que pudieron haber influido en estas reacciones, es cierto que la nula interacción presencial entre alumnos y profesores impidió el reforzamiento continuo de los aprendizajes; además, la continua exposición a la televisión y/o computadora como medios para continuar el aprendizaje mermó el interés en trabajar con estos dispositivos.

Conclusiones

La aparición en el mundo del virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad covid-19, obligó el replanteamiento de muchas actividades cotidianas de la población, ya que algunas se vieron limitadas, mientras que otras fueron completamente suspendidas o se efectuaron con ciertas modificaciones. Sin embargo, lo que se mantuvo constante en el ser humano, por su propia naturaleza social, fue su necesidad de expresarse y comunicarse con sus semejantes, de ahí que las herramientas de videoconferencia hayan sido fundamentales para reunirse, virtualmente, con familiares y amigos. Empero, el retorno a una nueva normalidad después de un tiempo de confinamiento supuso, otra vez, un riesgo de contagio por el restablecimiento de las relaciones sociales y laborales de manera presencial.

El ámbito educativo, especialmente los niveles de preescolar y primaria, fue un sector susceptible a infecciones por la dinámica de interacción entre sus miembros. La vulnerabilidad de este sector pudo haber sido mitigada empleando una forma de comunicación no verbal, como la lengua de señas. En ese sentido, en este trabajo se presentó un sistema de *software* desarrollado para instruir, considerando su estilo de aprendizaje, a niños de educación primaria sobre las letras del abecedario y los números del LMS, con los cuales es posible formar cualquier palabra/cifra y, de esta forma, comunicarse sin necesidad de producir sonidos.

En este sistema, también se desarrolló un apartado para evaluar, a través del reconocimiento de imágenes, la ejecución de los signos realizados por los niños. Esto permitió que tuvieran información para mejorar la puesta en práctica de lo aprendido. Aunque la operación de este sistema se vio limitada por las condiciones de distanciamiento social impuestas por la pandemia, la valoración hecha por un conjunto de niños mostró que es factible usar este sistema para apoyar la instrucción y evaluación de las señas del alfabeto y los números del LSM. Por eso, se puede indicar que la propuesta presentada no solo se constituye como una alternativa, desde la trinchera de la ingeniería en sistemas computacionales, para mitigar los contagios por covid-19 en niños de primaria, sino que se puede ampliar su uso a otras áreas para contribuir a la reducción de la brecha de inclusión de las personas con discapacidad auditiva en la sociedad.

Contribuciones a futuras líneas de investigación

Se planea incorporar la instrucción de signos dinámicos considerando los tres estilos de aprendizaje y extender el módulo de evaluación para examinar más movimientos corporales y gestos faciales. Para ello, se ajustará el sistema en cuanto a interfaz y determinación de estilo de aprendizaje para que pueda emplearse como una herramienta de apoyo en la impartición de cursos sobre esta lengua o para que la población en general aprenda por sí misma.

Referencias

- ALAS - Alfabetizar a Sordos (2018). *ALAS - Alfabetizar a Sordos*. <https://alas.uv.mx/>
- Bantupalli, K. and Xie, Y. (2018). *American Sign Language Recognition using Deep Learning and Computer Vision*. IEEE International Conference on Big Data (Big Data). <https://doi.org/10.1109/bigdata.2018.8622141>
- Barbosa Heldt, A. (2004). *Cómo enseñar a leer y escribir*. Pax México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2011). Constitución Política de la Ciudad de México (Última Reforma DOF 06-06-2023).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2019). Ley General de Educación (Nueva Ley DOF 30-09-2019).
- Carpio Brenes, M. Á. (2013). Escritura y lectura: hecho social, no natural. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(3), 1–23.
- Cattell, R. G. G., Barry, D., Bartels, D., Berler, M., Eastman, J., Gamerman, S., Jordan, D., Springer, A., Strickland, H. and Wade, D. (1997). *The Object Database Standard: ODMG 2.0*. New York, United States: Macmillan Publishers.
- De Fleischmann, M. S. (2015). *Diccionario de lenguaje mexicano de señas*. Trillas.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2011). *Decreto por el que se crea la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad*. <https://bit.ly/3Ky4AAb>
- Diccionario de lengua de signos | SpreadTheSign. (2019). *Spread Signs*. <https://bit.ly/3pWRlkF>
- Dilo con Señas (2016). *Dilo con Señas*. <https://bit.ly/3I1C1td>
- Escobedo Delgado, C. E. (coord. y ed.) (2017). *Diccionario de lengua de señas mexicana*. INDEPEDI.
- Estalayo, V. (2003). *Leer bien, al alcance de todos*. Biblioteca Nueva.

- Estrada-Cota, I., Carreno-Leon, M. A., Andres Sandoval-Bringas, J. y Leyva-Carrillo, A. A. (2020). «*Manos que hablan*»: tool for teaching – learning the Mexican Sign Language for children with or without hearing disabilities. 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE). <https://doi.org/10.1109/contie51334.2020.00039>
- Estrada-Cota, I., Carreno-Leon, M. A., Sandoval-Bringas, J. A., Leyva-Carrillo, A. A. and Quiroz, H. X. C. (2021). *Design of a Web tool for teaching – learning of states and capitals of México through the Mexican sign language*. 4th International Conference on Inclusive Technology and Education (CONTIE). <https://doi.org/10.1109/contie54684.2021.00036>
- Fundación CNSE (2020). *Diccionario de la lengua de signos española*. <https://bit.ly/35LgJ69>
- García-Bautista, G., Trujillo-Romero, F. and Caballero-Morales, S. O. (2017). *Mexican sign language recognition using kinect and data time warping algorithm*. International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP). <https://doi.org/10.1109/conielecomp.2017.7891832>
- González Clavero, M. V. (2011). Estilos de aprendizaje: su influencia para aprender a aprender. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(7), 207–216.
- González-Peiteado, M. (2013). Los estilos de enseñanza y aprendizaje como soporte de la actividad docente. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 6(11), 51–70.
- Guía para el regreso responsable y ordenado a las escuelas. Ciclo escolar 2021–2022. (2021).
- Hernández, S. R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). México: Mc Graw Hill.
- Herrera, V., Puente, A., Alvarado, J. M. y Ardila, A. (2007). Códigos de lectura en sordos: la dactilología y otras estrategias visuales y kinestésicas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(2), 269–286.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (Inegi) (2020). *Población. Discapacidad*. <https://bit.ly/3tLPdgW>
- Jiménez, J., Martin, A., Uc, V. and Espinosa, A. (2017). Mexican Sign Language Alphanumerical Gestures Recognition using 3D Haar-like Features. *IEEE Latin America Transactions*, 15(10), 2000–2005. <https://doi.org/10.1109/tla.2017.8071247>
- Kitsord | Aprende Lengua de Señas (2021). Kitsord. <https://bit.ly/3CvVilv>

- Kudrinko, K., Flavin, E., Zhu, X. and Li, Q. (2021). Wearable Sensor-Based Sign Language Recognition: A Comprehensive Review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 14, 82–97. <https://doi.org/10.1109/rbme.2020.3019769>
- Lengua de Señas Mexicana - Apps en Google Play. (2018). *Aprende señas*. <https://bit.ly/3iePljL>
- Lengua de Señas Mexicana (LSM) (2016). *Lengua de Señas Mexicana (LSM)*. <https://bit.ly/3CyTIER>
- Lerner, D. (2021). *Leer y escribir en la escuela: lo real lo posible y lo necesario*. Fondo de Cultura Económica.
- LSApp. (2019). LSApp. <https://bit.ly/3pR1nDW>
- Maese Núñez, J. D., Alvarado Iniesta, A., Valles Rosales, D. J. y Báez López, Y. A. (2016). Coeficiente alfa de Cronbach para medir la fiabilidad de un cuestionario difuso. *Revista de Investigación en Ingeniería e Innovación Tecnológica*, 59(13), 146–156.
- Magnani, E. (2008). *Historia de la comunicación*. Capital Intelectual S. A.
- Mera Constante, M. A. y Amores Guevara, P. R. (2017). Estilos de aprendizaje y sistemas de representación mental de la información. *Revista Publicando*, 4(12), 181–196.
- MiutApp. (2019). Miut. <https://bit.ly/3tPCYzV>
- Miguel, A. D. and Piattini, M. G. (1999). *Fundamentos y modelos de bases de datos* (2.ª ed.). México: Alfa Omega.
- Myasoedova, M. A., Myasoedova, Z. P. and Farkhadov, M. P. (2020). *Multimedia technologies to teach Sign Language in a written form*. IEEE 14th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). <https://doi.org/10.1109/aict50176.2020.9368720>
- Nava, A. (31 de julio de 2021). SSC capacita a policías en lengua de señas mexicana. *Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/ssc-capacita-a-policias-en-lengua-de-senas-mexicana/1463235>
- Ocampo, J. C. C., Leon, M. A. C., Bringas, J. A. S., Encinas, I. D. and Munoz, J. G. S. (2020). *Design of a Glove Like Support for the Learning of the Mexican Sign Language*. 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE). <https://doi.org/10.1109/contie51334.2020.00038>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019). *Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público*. <https://bit.ly/3MEwkVG>

- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020). *Nuevo coronavirus. Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. <https://bit.ly/3vWKbRt>
- Pérez, L. M., Rosales, A. J., Gallegos, F. J. and Barba, A. V. (2017). *LSM static signs recognition using image processing*. 14th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE). <https://doi.org/10.1109/iceee.2017.8108885>
- Quédate en casa (2019). Quédate en casa - Coronavirus. <https://bit.ly/3CzroN2>
- Schlesinger, I. M. and Namir, L. (2014). *Sign Language of the Deaf*. Elsevier.
- Sign'n - Inicio. (2019). Signamy. <https://bit.ly/3MFCJQx>
- Signamy - Apps en Google Play. (2019). Signamy. <https://bit.ly/3Kxolrv>
- Williams, R. (1992). *Historia de la comunicación*. Bosch.
- World Federation of the Deaf (19 septiembre de 2021). WFD. <https://bit.ly/3vUi0m7>
- Yan, Y., Li, Z., Tao, Q., Liu, C. and Zhang, R. (2019). *Research on Dynamic Sign Language Algorithm Based on Sign Language Trajectory and Key Frame Extraction*. 2nd International Conference on Electronics Technology (ICET). <https://doi.org/10.1109/eltech.2019.8839587>

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Lorena Chavarría Báez
Metodología	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Software	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Validación	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Análisis Formal	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Investigación	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Recursos	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Curación de datos	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Escritura - Preparación del borrador original	Lorena Chavarría Báez
Escritura - Revisión y edición	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Visualización	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Supervisión	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Administración de Proyectos	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Adquisición de fondos	Lorena Chavarría Báez y Elena Fabiola Ruiz Ledesma