

TECNOLOGÍAS ASISTIVAS PARA LA COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL EN LENGUA DE SEÑAS ENTRE PERSONAS SORDAS Y OYENTES

Assistive technologies for bidirectional sign-language communication between deaf and hearing people

Karen Andrea Velasquez Diaz

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Universidad Manuela Beltrán

<https://orcid.org/0009-0009-2326-6964>

Karenvelasquez.ad@academia.umb.edu.co

Dayana Alejandra Grijalba Sánchez

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Universidad Manuela Beltrán

<https://orcid.org/0009-0006-4369-0357>

Dayanagrijalba.as@academia.umb.edu.co

Jhossymark Nicolas Pedraza Vizcaino

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Universidad Manuela Beltrán

<https://orcid.org/0009-0005-9156-1368>

Jhossymarkpedraza.vn@academia.umb.edu.co

David Leonardo Rodríguez Sarmiento

Docente investigador, Ingeniero Biomédico Doctor en Ciencias de la Salud, Universidad Manuela Beltrán

<https://orcid.org/0000-0002-9811-940X>

David.RodriguezS@docentes.umb.edu.co URL: <https://scholar.google.com/citationsuser=JCGu1z8AAAAJ&hl=en&oi=sra>

John Alexander Muñoz Montenegro

Profesor académico de carrera - Universidad el Bosque

<https://orcid.org/0009-0009-5233-4831>

johnalexandermunoz@gmail.com

Resumen

Objetivo: Analizar tecnologías asistivas orientadas a la comunicación bidireccional en lengua de señas, con el fin de identificar sus características, fortalezas y limitaciones.

Método: Se desarrolló una investigación con enfoque descriptivo-exploratorio basada en la revisión y análisis de publicaciones académicas, artículos científicos, informes, publicaciones web y desarrollos tecnológicos consultados en IEEE Xplore, Web of Science y Google Scholar. Se identificaron tecnologías enfocadas en la traducción e interpretación entre personas sordas y oyentes y se compararon sus características funcionales, limitaciones y fortalezas.

Resultados: Se identificaron seis tecnologías asistivas relevantes. Herramientas como HandTalk, HETAH y otros desarrollos emplean avatares, sensores o modelos de reconocimiento de gestos; sin embargo, predominan las soluciones unidireccionales y persisten limitaciones relacionadas con la interpretación de expresiones faciales, el contexto y la adaptación lingüística y cultural, especialmente a la Lengua de Señas Colombiana.

Conclusión: Las tecnologías revisadas muestran avances importantes, pero aún existe una brecha para lograr comunicación verdaderamente bidireccional, contextualizada y centrada en las necesidades de la comunidad sorda. La integración de inteligencia artificial, visión por computador y sensores representa una oportunidad para desarrollar soluciones más precisas e inclusivas.

Palabras clave: Lengua de Señas; tecnologías asistivas; comunicación bidireccional; personas sordas; inclusión social; accesibilidad; oyentes

Abstract

Objective: To analyze assistive technologies aimed at bidirectional sign-language communication in order to identify their characteristics, strengths, and limitations.

Method: A descriptive-exploratory study was conducted based on the review and analysis of academic publications, scientific articles, reports, web publications, and technological developments consulted in IEEE Xplore, Web of Science, and Google Scholar. Technologies focused on translation and interpretation between deaf and hearing people were identified and their functional characteristics, limitations, and strengths were compared.

Results: Six relevant assistive technologies were identified. Tools such as HandTalk, HETAH, and other developments use avatars, sensors, or gesture-recognition models; however, unidirectional solutions predominate, and limitations remain regarding facial-expression interpretation, context, and linguistic and cultural adaptation, particularly to Colombian Sign Language.

Conclusion: The technologies reviewed show important progress, but a gap remains in achieving truly bidirectional, contextualized, and user-centered communication for the deaf community. The integration of artificial intelligence, computer vision, and sensors represents an opportunity to develop more accurate and inclusive solutions.

Keywords: Sign Language; assistive technologies; two-way communication; deaf people; social inclusion; accessibility; hearing people

Introducción

La comunicación es un proceso fundamental para el desarrollo personal, social y cultural de los seres humanos. (Cordero Duran, 2018) En el caso de las personas sordas, la lengua de señas constituye su principal sistema lingüístico para la interacción con su entorno familiar, educativo y social. (Lionel Antonio, 2001) La lengua de señas posee una estructura gramatical propia, una alta complejidad expresiva y variaciones regionales que responden a contextos socioculturales específicos; Así mismo, la Lengua de Señas Colombiana no solo cumple una función comunicativa, sino que también expresa identidad, pertenencia y construcción colectiva dentro de la comunidad sorda (Caceres et al., 2021; Mariño, 2022; Munar, 2023).

La población con discapacidad auditiva en Colombia enfrenta múltiples barreras para acceder a educación, para adquirir información y en la participación en los escenarios sociales (Mariño, 2022). Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, hay alrededor de 459.000 personas con discapacidad auditiva en el país, y de ellas, alrededor de 54.000 se encuentran en Bogotá y la disponibilidad de intérpretes oficiales es escasa: se estiman que alrededor de 660 en todo el país y aproximadamente 160 en Bogotá, lo que conlleva a una brecha significativa entre la oferta y demanda de servicios de interpretación, lo cual genera dificultades en la comunicación en espacios públicos y privados, también limita la inclusión efectiva de la población sorda en escenarios cotidianos, académicos y laborales (Concejo de Bogotá, 2019; DANE, 2020).

A esta problemática se suman otros factores, como el bajo conocimiento de la lengua de señas por parte de la población oyente y la limitada implementación de estrategias inclusivas en ámbitos sociales, educativos e institucionales, lo que restringe el acceso a diversos recursos, especialmente tecnológicos. En particular, una gran proporción de esta población pertenece a estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, lo que dificulta el acceso a medios y herramientas tecnológicas, acompañamiento profesional y oportunidades educativas, reduciendo así sus posibilidades de inclusión en escenarios laborales y de participación ciudadana. (Munar, 2023)

En este contexto, surge la siguiente pregunta: ¿Qué características, limitaciones y oportunidades presentan las tecnologías asistivas orientadas a la comunicación bidireccional en Lengua de Señas?, el análisis de tecnologías asistivas aplicadas a la comunicación bidireccional adquiere importancia como base para reconocer avances, limitaciones y oportunidades de mejora en el desarrollo de herramientas más inclusivas y contextualizadas. (Hernández et al., 2015)

Por tanto, el presente estudio tiene como propósito analizar tecnologías asistivas orientadas a la comunicación bidireccional en Lengua de Señas, con el fin de identificar sus características, fortalezas, limitaciones.

Metodología

Esta investigación se realizó con un diseño descriptivo-exploratorio, que se enfoca en la identificación y análisis de tecnologías asistivas que se usan en la comunicación entre personas sordas y oyentes en Lengua de señas. El enfoque que se usó permitió conocer fundamentos teóricos, características, funcionalidades, limitaciones y oportunidades de mejora en la herramienta tecnológica dirigidas para romper con las barreras de la comunicación.

Este proceso fue dividido en tres etapas: revisión de la literatura y documentos pertinentes, identificación y análisis de las herramientas tecnológicas existentes y definición de criterios comparativos.

1. Revisión de literatura y documentos pertinentes: Se llevó a cabo una búsqueda en la cual se seleccionaron y se analizaron los artículos científicos, informes, documentos técnicos, literatura académica que fueran pertinentes con

el tema de interés, los cuales son, sordera, lengua de señas, accesibilidad, inclusión y herramientas tecnológicas asistivas. Se realizó una búsqueda en la base de datos como IEEE Xplore, Web of Science y Google Scholar, se utilizó el siguiente booleano: ("hearing loss" OR "hearing impairment" OR "deafness") AND ("sign language" OR "sign language development") AND ("assistive technology" OR "communication technology" OR "human-computer interaction"). Donde inicialmente se obtuvieron aproximadamente un total de 83 documentos.

Para los criterios de inclusión se establecieron: artículos, revisiones sistemáticas, publicaciones en revistas, documentos en español o inglés y que fueran de los últimos 9 años (2016- 2024).

Como criterios de exclusión se descartaron documentos duplicados, estudios no relacionados, documentos con información insuficientes y documentos que hablaban de una misma herramienta tecnológica. Después de la depuración usando los criterios de exclusión establecidos, los documentos que quedaban fueron revisados de manera detallada con el fin de identificar la herramienta tecnológica, donde inicialmente se encontró que varios documentos hablaban de la misma herramienta, pero en diferentes versiones o propuestas conceptuales iguales, también se encontraron documentos donde la información que brindaban eran limitadas para poder realizar el análisis. Por lo mismo, finalmente se usaron un total de 6 tecnologías que serían pertinentes para la comparación entre sí de estas, cuyo objetivo principal correspondía a la traducción o interpretación de la lengua de señas y que proporcionaban información suficiente para realizar el análisis comparativo, ya que están orientadas a brindar apoyo a la comunicación entre la población sorda y la población oyente.

Esta etapa permitió identificar conceptos fundamentales asociados a la pérdida auditiva, la lengua de señas como sistema lingüístico y las principales barreras sociales y tecnológicas que enfrenta la comunidad sorda.

2. Identificación y análisis de tecnologías existentes:

De los artículos encontrados se extrajeron datos relevantes sobre las tecnologías presentadas para generar una presentación de estos dispositivos, como las características técnicas y características funcionales. A partir de esta revisión, se clasificaron las seis tecnologías según su tipo de solución, dirección de la comunicación, funcionalidad, limitación y nivel de adaptación al contexto colombiano.

3. Criterio de análisis comparativo:

Se logro establecer los criterios de análisis comparativo con base a la revisión de literatura realizada, con el fin de valorar la pertinencia para la comunicación bidireccional entre personas sordas y oyentes en Lengua de Señas Colombiana, también permitieron encontrar los ítems para comparar las herramientas existentes y reconocer sus fortalezas, características, funcionalidad, limitaciones y viabilidad en el contexto local.

• Criterio central de análisis:

Tecnología de Asistencia para la Comunicación Bidireccional:

Se determinó que el criterio central para el análisis sería la capacidad de las herramientas tecnológicas para facilitar la comunicación bidireccional entre personas sordas y oyentes; Se tiene en cuenta desde el diseño, implementación, y el desarrollo de la herramienta, por ejemplo, si es un dispositivo, un software, una aplicación que pueda traducir, interpretar o representar la lengua de señas en tiempo real. Con el fin, de identificar hasta qué punto estas herramientas logran dar solución a la necesidad de la comunicación bidireccional.

• Criterios de comparación:

Precisión: Exactitud con la cual la herramienta interpreta las señas y las traduce ya sea a texto, a señas o a voz.

Velocidad de la interpretación: Se refiere al tiempo que tarde en responder la herramienta, importante para determinar qué tan fluido puede ser una conversación en tiempo real.

Impacto en la inclusión social: Se evalúa que tanto aporta a la reducción de barreras comunicativas y que tanto puede ofrecer para contribuir a la participación de las personas sordas en diferentes contextos sociales, académicos y laborales.

• Factores contextuales de análisis

Permiten dar contexto a la pertinencia de las herramientas tecnológicas, interpretar los resultados y reducir posibles sesgos.

- Características demográficas de los usuarios, como por ejemplo la edad, el género, nivel educativo, lugar de residencia y tipo de pérdida auditiva

- Contexto de uso, ya sea cotidiano, educativo o laboral

- Accesibilidad tecnológica, considerando factores como disponibilidad de dispositivos, conectividad y condiciones socioeconómicas.

Resultados

Al aplicar la búsqueda encontramos relevantes 6 tecnologías asistivas, se identificaron hallazgos relevantes sobre la comunicación bidireccional entre personas sordas y oyentes. En la literatura consultada se evidencia que la lengua de señas es percibida como un sistema de comunicación complejo y completo, cuya interpretación no depende únicamente de configuraciones manuales, como también componentes expresivos como la ubicación, el movimiento, la orientación y la expresión facial de la persona. Esta complejidad representa un desafío importante para el diseño de tecnologías asistivas aplicadas a contextos reales de interacción y en el contexto colombiano. (Higuera Aguirre & Ordóñez Guamán, 2024)

Se evidenció las herramientas como Hetah (Loaiza, 2012) y el Proyecto GANAS (Bootheando, 2009) emplean avatares virtuales como recurso de apoyo para la traducción de contenidos hacia lengua de señas. Estas propuestas evidencian la importancia de los recursos visuales dentro de los sistemas de comunicación asistiva, ya que permiten representar movimientos y expresiones de forma digital. Al identificar sus capacidades se encuentran limitadas debido a que dependen de traducciones previamente establecidas y no logran interpretar completamente la producción espontánea de una persona sorda. Esto reduce su aplicación en escenarios donde se requiere una conversación continua y dinámica entre los participantes. Por otro lado, mientras que soluciones como Showleap plantea una alternativa enfocada en la captura directa del movimiento mediante dispositivos físicos, como brazaletes con sensores capaces de identificar los movimientos de las manos y convertirlos en voz o texto. Esta tecnología representa un avance importante porque busca disminuir la dependencia de intermediarios y permitir una comunicación más directa. Sin embargo, el análisis de los movimientos manuales por sí solo no garantiza una interpretación completa de la lengua de señas, debido a que pueden tener fallos en la lectura por elementos fundamentales como las expresiones faciales, el contexto del mensaje y otros componentes no manuales que aportan significado a la comunicación. y Asimismo, MotionSavvy (Guevara, 2023) propone una solución basada en dispositivos como tablets para facilitar la interacción entre personas sordas y oyentes mediante reconocimiento de señas y conversión entre voz y texto. Su importancia radica en que busca integrar diferentes formas de comunicación dentro de una misma herramienta. Todavía presenta desafíos relacionados con la precisión del reconocimiento, la velocidad de procesamiento y la dificultad de interpretar la variabilidad natural del lenguaje de señas en situaciones reales de interacción, los guantes inteligentes (Ahmed et al., 2018) capturan los movimientos de las manos mediante sensores para convertirlos en texto o voz.

Refiriéndonos a sus fortalezas, se resalta la integración de recursos visuales, como lo son avatares 3D, la aplicación de modelos computacionales para la interpretación de los gestos y señas, sin embargo, también se reconocen los vacíos que persisten como la ausencia de soluciones integrales para la comunicación bidireccional, la poca contextualización cultural y lingüística al entorno de cada país, también se sobresalta la poca participación de la comunidad sorda para el desarrollo de estas herramientas.

A partir de los hallazgos se identificaron que existen avances significativos en los campos de tecnologías asistidas, todavía permanecen en desarrollo sistemas más avanzados e inclusivos, precisos y adaptados al contexto colombiano. Por esta razón, futuras soluciones se consideran a la integración de sensores, visión por computador e inteligencia artificial con modelos de interpretación capaces de analizar tanto los movimientos manuales como elementos expresivos que hacen parte de la comunicación en lengua de señas.

De manera transversal, las tecnologías analizadas presentan una tendencia común orientada a facilitar la comunicación entre personas sordas y oyentes mediante la traducción o interpretación de la lengua de señas, utilizando estrategias como avatares virtuales, sensores de movimiento y modelos de reconocimiento de gestos. Entre sus fortalezas compartidas se destaca la incorporación de recursos tecnológicos que favorecen la representación e interpretación de las señas. Sin embargo, la mayoría presenta limitaciones recurrentes, como la dificultad para interpretar los componentes no manuales de la lengua de señas, la dependencia de vocabularios predefinidos y la escasa adaptación al contexto colombiano. Estos hallazgos evidencian la oportunidad de desarrollar soluciones más integrales que combinen inteligencia artificial, visión por computador y sensores, con la participación de la comunidad sorda, para mejorar la precisión y favorecer una comunicación bidireccional en escenarios reales.

Para sintetizar estos resultados, se presenta la Tabla 1, en la cual se comparan diferentes tecnologías asistivas en términos de tipo de solución, dirección de la comunicación, funcionalidad principal, limitaciones y adaptación al contexto colombiano. Esta comparación permite evidenciar que la mayoría de las herramientas disponibles no responden de manera suficiente a las necesidades de una comunicación bidireccional contextualizada, lo que pone de manifiesto la viabilidad de futuras propuestas tecnológicas orientadas a cerrar esta brecha en el contexto local.

Tabla 1. Comparación de herramientas tecnológicas

Tecnología	Tipo de solución	Dirección de comunicación	Funcionalidad principal	Limitaciones principales	Adaptación a contexto colombiano	Reconocimiento de expresiones	Variables en la tecnología
HandTalk (Jaya & Rajendran, 2019)	Aplicación / Software	Unidireccional	Traduce texto/voz a lengua de señas mediante avatar 3D	No permite respuesta en señas, limitada a lengua de señas brasileña	No	No	Avatar
Showleap (Guevara, D.A. A, 2023)	Dispositivo	Bidireccional	Traduce señas a voz y lenguaje escrito	Alta demanda y no accesible para toda la comunidad	No	No	Sensores, visión por pantalla
Hetah (Loaiza, 2012)	Plataforma web	Unidireccional	Traducción de texto a lengua de señas con avatar	No permite entrada en señas, limitada personalización	Si	No	Avatar
Proyecto GANAS (Bootheando, 2009)	Software	Unidireccional	Traducción de texto a lengua de señas española	No bidireccional, limitada a un idioma específico	No	No	Avatar
Guantes que hablan (Ahmed et al., 2018)	Dispositivo	Unidireccional	puede traducir los gestos de la mano en palabras habladas y escritas en la pantalla de un computador	No bidireccional	No	No	software
MotionSavvy (Guevara, D.A. A, 2023)	Software	Bidireccional	Identifica la seña y la traduce a voz/voz a texto	Alta demanda, no tiene en cuenta expresiones y alta complejidad	No	No	Vision por tablet

Discusión

Los hallazgos obtenidos en esta investigación permiten evidenciar que, si bien existe un avance importante en el desarrollo de tecnologías asistivas para la población sorda, persisten limitaciones estructurales que impiden una comunicación verdaderamente inclusiva y efectiva entre personas sordas y oyentes. Herramientas como HandTalk, Hetah y el Proyecto GANAS han contribuido al acceso a la información mediante el uso de avatares tridimensionales que traducen texto o voz a lengua de señas; sin embargo, estas soluciones se caracterizan por su enfoque unidireccional, lo que restringe la interacción en contextos reales de comunicación (Jaya & Rajendran, 2019; Loaiza, 2012; Bootheando, 2009). Esta situación confirma que, aunque existen avances tecnológicos, estos no responden de manera integral a las necesidades reales de la comunidad sorda, especialmente en contextos como el colombiano.

Uno de los hallazgos principales que se pudo evidenciar en la investigación es que predomina las herramientas tecnológicas unidireccionales, como lo es Handtalk, el cual limita la comunicación al traducir únicamente en texto o voz hacia la lengua de señas, no permite una respuesta desde el usuario sordo (Jaya & Rajendran, 2019). También podemos ver lo anterior con Hetah, que tiene un enfoque en la traducción hacia la lengua de señas mediante avatares, pero no integra procesos de retroalimentación comunicativa (Loaiza, 2012). Mientras que el Proyecto GANAS maneja un modelo de traducción visual que no permite una comunicación bidireccional continua ni fluida (Bootheando, 2009). También encontramos tecnologías como MotionSavvy que maneja la comunicación bidireccional, aunque presenta limitaciones en la integración simultánea y no es fluida (Guevara, 2023). De igual forma, encontramos los guantes inteligentes que capturan movimientos en las manos y los traduce a texto o voz, pero no logra una comunicación bidireccional completa ni continua. (Ahmed et al., 2018).

Se logró evidenciar que muchas de las herramientas tecnológicas revisadas no logran integrar la complejidad lingüística y expresiva de la lengua de señas, ya que no solo depende de las señas realizadas con las manos, sino también de la expresión facial, configuraciones, ubicación, orientación y el contexto, lo anterior es de suma importancia para lograr una interpretación adecuada. (Higuera Aguirre & Ordóñez Guamán, 2024). También, hay que tener en cuenta que solo una tecnología de las comparadas está hecha para LSC la cual es HETAH, el resto son exclusivamente en ASL, LIBRAS y LSE. (Jaya & Rajendran, 2019; Bootheando, 2009; Guevara, 2023; Loaiza, 2012). Cabe resaltar que aprender lengua de señas es como aprender un segundo idioma, se necesita de practica constante y un proceso de aprendizaje (Patiño, 2010). La revisión realizada demuestra la importancia del desarrollo de las herramientas tecnológicas, ya sea para la comunicación o al aprendizaje de esta modalidad de comunicación. (Santana, 2025) Sin embargo, hay que tener en cuenta los modismos y las características ligísticas de cada país, ya que por ejemplo es un limitante para la Lengua de Señas Colombiana, ya que con las herramientas encontradas no se podría adaptar a los modelos lingüísticos diferentes. (Caceres et al., 2021; Mariño, 2022; Munar, 2023).

los resultados obtenidos reafirmaron la necesidad de desarrollar tecnologías asistidas más inclusivas, contextualizadas y centradas en las necesidades de la comunidad sorda. Si bien se han logrado avances importantes, predominan las soluciones unidireccionales debido a la complejidad técnica que implica integrar en un mismo sistema la traducción e interpretación bidireccional de la lengua de señas. Entre los principales desafíos se encuentra el reconocimiento simultáneo de los componentes manuales y no manuales, especialmente las expresiones faciales, cuya correcta interpretación es fundamental para comprender el significado del mensaje. En este contexto, el desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial, visión por computador e integración de sensores puede contribuir a mejorar la precisión, la usabilidad, el rendimiento y la aceptación de estas tecnologías, favoreciendo una comunicación más efectiva entre personas sordas y oyentes (Higuera Aguirre & Ordóñez Guamán, 2024).

Conclusiones

En esta investigación se concluye que las tecnologías asistivas a la comunicación en lengua de señas se caracteriza por el diseño realizado en avatares 3D, aplicaciones y dispositivos sensorizados buscando facilitar la comunicación y la accesibilidad de la comunidad sorda, aunque presentan grandes limitaciones como lo es que la mayoría de estas herramientas tecnológicas están diseñadas para funcionar de manera unidireccional, no tienen en cuenta la expresión facial ni el contexto y la mayoría no se adaptan a las características de la LSC. Esto evidencia una brecha tecnológica actualmente, aunque a su vez nos brinda una oportunidad para el desarrollo de soluciones integrales y más precisas, que especialmente permitan la comunicación bidireccional, contextualizada y que sean centradas en el usuario para que puedan responder de manera eficaz las necesidades reales que afronta la comunidad sorda, de esta manera poder aportar a la inclusión social y a la mejora de la calidad de vida, ya sea usando inteligencia artificial o visión por computador.

Referencias

1. A. Barak, "Internet use and personal empowerment of hearing-impaired adolescents", 2008, . Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074756320800023X>.
2. Ahmed MA, Zaidan BB, Zaidan AA, Salih MM, Lakulu MMB. A review on systems-based sensory gloves for sign language recognition: State of the art between 2007 and 2017. *Sensors*. 2018;18(7):2208. doi: 10.3390/s18072208
3. Arenas Santander M. Incluyeñas (Android). [aplicación móvil]. Google Play Store. 2023.
4. Bootheando. Intérprete virtual de lengua de signos. 2009. Disponible en: <https://bootheando.com/2009/10/27/interprete-virtual-de-lengua-de-signos/>
5. Burad V. La interpretación del par de lenguas de señas – cultura sorda, lengua hablada – cultura oyente. Brevísima aproximación a algunas conceptualizaciones generales. Recuperado el 1 de junio 2018 de: [a_aproximacion_conceptualizaciones_generales_2009.pdf](http://www.cultura-sorda.org/wpcontent/uploads/2015/03/Burad_Viviana_Interpretacion_par_LSCS_LHCO_Brevisim). 2009. Disponible en: http://www.cultura-sorda.org/wpcontent/uploads/2015/03/Burad_Viviana_Interpretacion_par_LSCS_LHCO_Brevisim
6. Cáceres MP, García JE, López RF. La lengua de señas como herramienta de comunicación: un estudio descriptivo. *Revista Colombiana de Lingüística Aplicada*. 2021;23(2):123-145. Disponible en: http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-34792021000200231
7. Caiza JJ, Villalba KM, Chanchí GE. Herramienta tecnológica disruptiva para la inclusión social en personas sordas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E27), 751-762. 2020.
8. Concejo de Bogotá. Proyecto de Acuerdo 312 de 2019 [Recuperado el 20 de mayo de 2024]. Gov.co. 2019. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=141989&dt=S>
9. Cordero Durán, Lisandra. La comunicación como proceso cultural. Pistas para el análisis. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 6(3),. Recuperado en 15 de abril de 2026, de. 2018. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230801322018000300013&lng=es&tIng=es
10. Cortés Bello YM, Chacón Gómez ÓA. Consideraciones sobre las actitudes lingüísticas de señantes de lengua de señas colombiana frente a los neologismos y a los señantes de la comunidad Árbol de Vida. 2017.
11. DANE. Panorama general de la discapacidad en Colombia [Recuperado el 9 de abril de 2024]. Gov.co. 2020. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/Panoramageneral-de-la-discapacidad-en-Colombia.pdf>

12. Del Pezo Izaguirre E, Abásolo MJ, Collazos CA. BlipBla aplicación móvil y colaborativa para enseñar la lectura labial a niños sordos. 2025.
13. Fang B, Co, J. y Zang M. Enabling Ubiquitous and Non-Intrusive Word and SentenceLevel Sign Language Translation. (Tesis de grado, Universidad del Estado de Michigan EEUU). 2017. Disponible en: https://www.egr.msu.edu/~fangbiyi/papers/2017_SenSys_DeepASL.pdf
14. Fernández MBG. Cultura, educación e inserción laboral de la comunidad sorda [Doctoral dissertation]. Universidad de Granada. Editorial de la Universidad de Granada. 2008.
15. F. A. Valenzuela, "Desarrollo de entornos interactivos para usuarios sordos", 2011, . Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18787>.
16. Fuck RS, Loss T, Motta MS. Tecnologia digital na educação bilíngue de surdos: o processo de desenvolvimento de um objeto de aprendizagem gamificado de matemática. ETD: Educação Temática Digital, (26), 19. 2024.
17. Florez-Martelo LS. Hard-of-Hearing Individuals' Narratives of Inclusion and Exclusion of their Schooled EFL Learning. 2020.
18. Gonzáles R. ¿Existe la traducción de la lengua de signos? Recuperado el 1 de junio 2018 de: 2015. Disponible en: <http://funcasor.org/wp-content/uploads/2015/07/R-3-traduccion-lengua-designos-.pdf>
19. Guerrero, J. y Pérez W. Sistema traductor de Lenguaje de Señas Colombiana a texto basado en dispositivo FPGA. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia). 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-
20. Guevara DAA. Algoritmo de traducción de voz a texto como herramienta educativa para personas con sordera. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/12035>
21. Hernández C, Márquez H, Martínez F. Propuesta Tecnológica para el Mejoramiento de la Educación y la Inclusión Social en los Niños Sordos. Formación Universitaria. 2015;8(6):107-120. doi: 10.4067/s0718-50062015000600013
22. Higuera Aguirre EF, Ordóñez Guamán SV. La perspectiva de los oyentes sobre la comunicación con personas sordas. Revista UNIMAR. 2024;42(1):174-188. doi: 10.31948/ru.v42i1.3578
23. Huiracocha L, Brito L, Perez ME, Clavijo R, Sempertegui S, Huiracocha K, Blume S. 'Su guagua no escucha nada': Ecuadorian families confronting the deafness of a child. 2017.
24. INSOR. Llamado a gobernadores y alcaldes para garantizar los derechos de la población sorda colombiana [Recuperado el 9 de abril de 2024]. 2024.
25. INSOR - Instituto Nacional para Sordos. Glosario - INSOR - Instituto Nacional para Sordos. INSOR - Instituto Nacional Para Sordos. 2025. Disponible en: <https://www.insor.gov.co/home/glosario/>
26. Izaguirre EDP, Abásolo MJ, Collazos CA. Aplicación móvil y colaborativa para enseñar la lectura labial a niños sordos. Campus Virtuales. 2024;13(1):25-33.
27. Jaya T, Rajendran V. Hand Talk: An assistive technology for deaf and dumb. 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331776939_Hand_Talk-An_Assistive_Technology_for_Deaf_and_Dumb
28. Kawahigashi K, Shirai Y, Miura Jand Shimada N. Automatic synthesis of training data for sign language recognition using HMM, in 10th International Conference On Computers Helping People With Special Needs And Pre-Conference Vol. 4061, pp. 623-626, 2006. doi: 10.1007/11788713_92.
29. Lopez Roca KA. Aplicación móvil de interpretación del lenguaje de señas peruanas para discapacitados auditivos en la Asociación de Sordos de la Región Lima. 2018.
30. Loaiza CD. Fundación HETAH. Blog de Accesibilidad de la Universidad Tecnológica de Pereira. 2012. Disponible en: <https://blog.utp.edu.co/accesibilidad/fundacion-hetah/>
31. Mariño CCP. Barreras de la comunidad sorda en Bogotá ELESPECTADOR.COM. 2022. Disponible en: <https://www.elespectador.com/bogota/barreras-de-la-comunidad-sorda-en-bogota-y-donde-aprender-lengua-de-senas-en-colombia/>
32. Munar LL. "Colombia tiene porcentaje bajo en la implementación de los derechos de las personas sordas", Insor. 2023. Disponible en: <https://www.infobae.com/colombia/2023/09/24/colombia-tiene-porcentaje-bajo-en-laimplementacion-de-los-derechos-de-las-personas-sordas-insor/>
33. Orozco RRL, Jaramillo MJ, Castro GRB, Castro MAB. Herramientas Digitales Como Apoyo Para La Enseñ 'Anza Del Lenguaje De Seña 'As. En Un Contexto Internacional. Contribuciones a las Ciencias Sociales, (2016-10). 2016.
34. Patiño Giraldo LE. La Lengua de señas colombiana como mediadora en el proceso de conceptualización de nociones relacionadas con las ciencias sociales en niños y niñas no oyentes. [Tesis de grado para optar al título de Doctora en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, Universidad de Manizales- CINDE] Repositorio Institucional CINDE. 2010. Disponible en: <https://repositorio.cinde.org.co/handle/20.500.11907/515>
35. Pérez-Bautista YY, Robles-Montijo SS, Tiburcio-Sainz MA, Guevara-Benítez CY. ProTGTism: Diseño y evaluación de una aplicación para la educación sexual de jóvenes sordos mexicanos. Revista de Estudios e Investigación en Psicología y educación. 2020;7(2):136-148.
36. Rodríguez V, Grijalva, J. y Gallar Y. Sistema de traducción simultánea de lenguaje de señas a voz mediante una interfaz natural de usuario para personas con discapacidad. (Tesis de grado, Universidad Internacional SEK Ecuador). 2015. Disponible en: <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/didascalia/article/view/493/324>
37. RESOLUCIÓN 8430 [Recuperado el 23 de junio del 2026]. Ministerio de Salud, Gov.co. 1993. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/Bibliotec%20Digital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE1993.PDF>
38. Santana ENM, Perez BES, Sánchez MS, Cabrera PSM, Moreno MM. Duo Señas: Aplicación móvil para conocer y practicar inclusivamente la Lengua de Señas Mexicana (LSM) mediante metodologías ágiles y tecnologías multiplataforma. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2025;9(3):1618-1633.
39. T. Granollers i Saltiveri MPIu+a. "Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8120/Tgsa4de5.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
40. Tovar LA. La importancia del estudio de las lenguas de señas. Cultura Sorda. 2001. Disponible en: <https://www.cultura-sorda.org/la-importancia-del-est>

41. Vargas LP, Barba L, Torres COand Mattos L, Sign language recognition system using neural network for digital hardware implementation Journal of Physics: Conference Series. 274 (1), 2011. doi: 10.1088/1742-6596/274/1/012051.
42. Yarza MV. Comunidad sorda y lengua escrita: un estudio acerca de las representaciones sociales que construyen las personas sordas adultas sobre la lengua escrita. 2015.