

Software en el proceso de enseñanza aprendizaje de lengua de señas: una revisión sistemática y bibliométrica

*Software in the sign language teaching and learning process:
A systematic and bibliometric review*

Recibido: 20/08/2025 - Aceptado: 15/12/2025

Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez
<https://orcid.org/0000-0001-5886-7043>
dquevedosa12@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú

Gutember Peralta-Eugenio
<https://orcid.org/0000-0002-1177-6088>
gperaltae@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú

Lizbeth Morales-Perez
<https://orcid.org/0000-0001-7737-8384>
lmoralespe@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Huaraz, Perú

Jorge Enrique Quevedo-Sánchez
<https://orcid.org/0000-0001-7406-5905>
jorgeri.one.song@gmail.com
Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú

Resumen

El objetivo de esta revisión sistemática y bibliométrica fue analizar el impacto del software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lengua de señas. Para ello, se revisaron publicaciones entre 2010 y 2023, aplicando el método PRISMA y una búsqueda estructurada en Scopus y Web of Science. De los 628 estudios identificados, 16 cumplieron los criterios de inclusión. Los artículos seleccionados evaluaron herramientas tecnológicas diversas, como redes neuronales convolucionales, realidad aumentada, avatares animados, reconocimiento de voz y sistemas de visión computacional. Los resultados revelan que estas tecnologías fomentan un aprendizaje más accesible y eficiente, especialmente para personas con discapacidad auditiva y usuarios oyentes en formación. Además, se concentró la mayor producción científica en países como India, Arabia Saudita y Egipto. En conclusión, los hallazgos destacan el potencial de estas herramientas para potenciar la comunicación y promover la inclusión educativa.

Palabras clave: aprendizaje, enseñanza, software.

Abstract

The objective of this systematic and bibliometric review was to analyze the impact of software on the teaching and learning process of sign language. To this end, publications from 2010 to 2023 were reviewed using the PRISMA method and a structured search in Scopus and Web of Science. Of the 628 studies identified, 16 met the inclusion criteria. The selected articles evaluated diverse technological tools, such as convolutional neural networks, augmented reality, animated avatars, speech recognition, and computer vision systems. The results reveal that these technologies foster more accessible and efficient learning, especially for people with hearing impairments and hearing learners. Furthermore, the greatest scientific output was concentrated in countries such as India, Saudi Arabia, and Egypt. In conclusion, the findings highlight the potential of these tools to enhance communication and promote educational inclusion.

Keywords: learning, teaching, software.

Introducción

En el mundo, más de 400 millones de personas presentan algún grado de discapacidad auditiva (Organización Mundial de la Salud, 2025). Estas personas conforman una comunidad con lengua y cultura propias (Falvo et al., 2020). No obstante, estas diferencias suelen pasar desapercibidas, y la sociedad a menudo ignora que su forma de percibir y relacionarse con el entorno difiere notablemente de la de las personas oyentes (Saksiri & Ruenwongsa, 2010).

En el Perú, por ejemplo, se ha documentado que, en una población superior al millón de habitantes, más de 100 000 personas padecen algún tipo de discapacidad (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017). Además, el Ministerio de Educación (2020) registra 430 sedes de educación básica especial (CEBE) destinadas a apoyar la inclusión de niños con discapacidad auditiva. Por otro lado, la Federación de Sordos agrupa a más de 72 millones de miembros, con el objetivo de integrarlos en los niveles de educación básica regular (EBR) y básica alternativa (EBA) mediante la enseñanza de la lengua de señas peruanas (LSP). Sin embargo, este esfuerzo enfrenta limitaciones graves, ya que faltan profesionales capacitados e instrumentos tecnológicos adecuados para facilitar su aprendizaje (Defensoría del Pueblo, 2020).

En el sistema educativo, se evidencia una clara carencia de programas o softwares que permitan a educadores y estudiantes comprender la lengua de señas (Alaín et al., 2020; Hepp et al., 2015). Por ello, el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para diseñar estos softwares representa un paradigma pluricultural esencial (Labrada-Pérez et al., 2015). En consecuencia, dado que existen pocos sistemas virtuales como herramientas para entender e incluir a personas con discapacidad auditiva (Yeh & Tseng, 2020), estos softwares resultan indispensables en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Considerando las dificultades en este proceso para estudiantes con discapacidad auditiva, resulta necesario promover aplicativos tecnológicos que faciliten la comprensión de los contenidos (Cheah & Lee, 2015). De esta manera, se fomenta el desarrollo autónomo e individual, junto con el aprendizaje cooperativo, con el fin de evitar el aislamiento de estas personas y lograr una socialización adecuada mediante las TIC y la enseñanza inclusiva (Brow et al., 2015).

Por otra parte, la investigación sobre la lengua de señas (LS) despierta un interés constante en lingüística y en el proceso de enseñanza-aprendizaje, reconociendo que enseñar y aprender LS es altamente complejo (Naranjo-Zeledón et al., 2021). Además, se ha observado que la tecnología abre nuevas formas de comunicación, lo que beneficia el intercambio y hace imprescindible reforzar programas que profundicen el conocimiento de la LS (Costa et al., 2017).

Por ello, esta investigación se centra en revisar estudios primarios sobre el diseño de softwares que optimicen el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lengua de señas, dado que los dispositivos en plataformas prácticas facilitan notablemente su comprensión (Li et al., 2022). Estos sistemas integran entornos artificiales con experiencias del mundo físico, un enfoque que ha demostrado alta efectividad en la práctica (Mohd & Boilis, 2021). Además, los softwares que van más allá del mero contenido educativo —incorporando elementos estimulantes— permiten a los estudiantes asimilar la información de manera más profunda, tanto en el plano cognitivo como emocional (Antunes et al., 2018). En consecuencia, este estudio analiza artículos empíricos sobre el uso de estos softwares en la enseñanza de la lengua de señas, junto con las co-ocurrencias más relevantes en autores, países y estructuras conceptuales de los documentos seleccionados.

Metodología

Esta metodología detalla el enfoque sistemático empleado para examinar el impacto del software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lengua de señas. Se fundamenta en una revisión exhaustiva de literatura científica, guiada por el método *PRISMA* (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), asegurando rigor, transparencia y reproducibilidad en la selección, extracción y análisis de estudios relevantes (Liberati et al., 2009; Moher et al., 2007). Por ello, se adoptó un diseño teórico de revisión sistemática para recopilar información resumida y estructurada sobre la problemática, integrando diversas fuentes bibliográficas clave (Ato et al., 2013; Siddaway et al., 2019).

La búsqueda bibliográfica se realizó en revistas de alto impacto indexadas en Scopus y Web of Science, abarcando el período de 2010 a 2023. Estas publicaciones documentan la necesidad de software para optimizar dicho proceso educativo.

En concreto, la búsqueda se ejecutó en estas dos bases de datos principales. En Scopus, se aplicó la ecuación: *TITLE-ABS-KEY("sign language" OR "deaf Communication" OR "Gestural language" OR "hand language") AND TITLE-ABS-KEY("software" OR "assistive technology" OR "devices") AND TITLE-ABS-KEY("learning")*. En Web of Science, fue: *(TS=(sign language OR deaf Communication OR gestural language OR hand language) AND TS=(software OR assistive technology OR devices) AND TS=(learning))*, obteniendo 628 artículos en total.

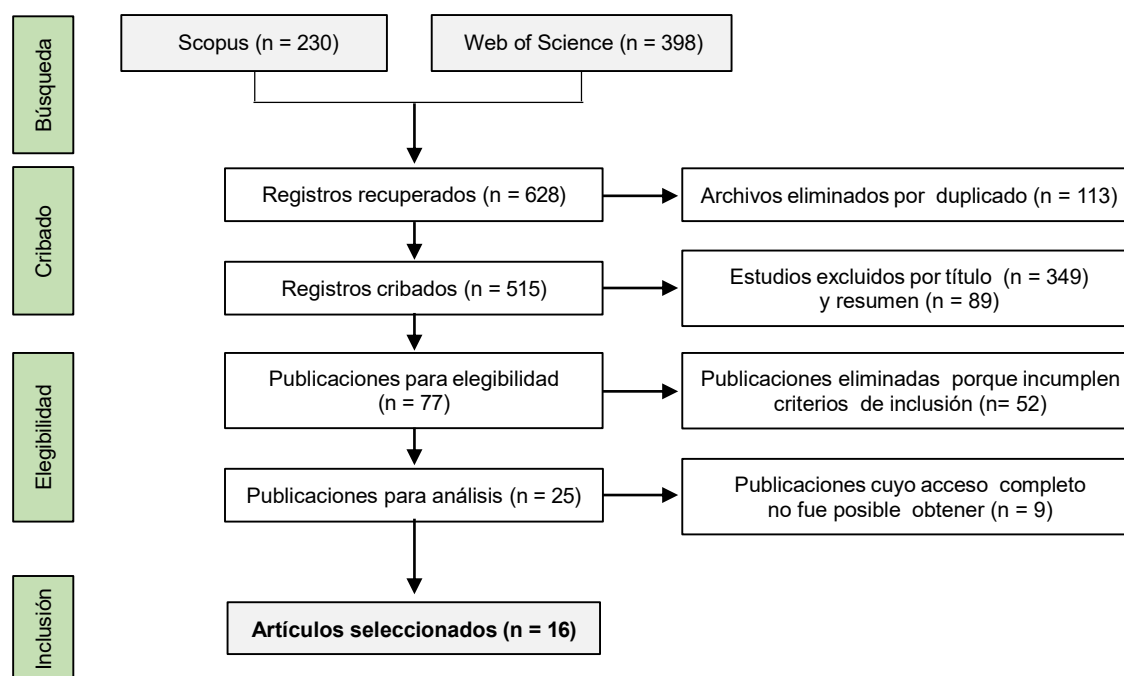
Criterios de selección de los estudios

Para minimizar sesgos en la selección, se aplicaron criterios rigurosos de inclusión y exclusión. Entre los criterios de inclusión se consideraron: 1) Artículos que exploran softwares para el aprendizaje de lengua de señas; 2) Estudios con grupos sociales sin déficits cognitivos. Se excluyeron revisiones teóricas y artículos enfocados en la validación o diseño de instrumentos.

En Scopus se identificaron 230 documentos y en Web of Science 398, eliminándose 113 duplicados para quedar en 515 registros cribados. Posteriormente, tras leer títulos y resúmenes, se descartaron 349 por título y 89 por resumen por no relacionarse con el tema. De los 77 textos completos recuperados, se depuraron 52 que no cumplían los criterios, dejando 25 publicaciones. De estas, no se accedió a 9 artículos completos, por lo que se analizaron finalmente 16. Los datos se extrajeron sistemáticamente según el objetivo del estudio, organizados bajo los siguientes encabezados: autor(es), año de publicación, país, título, sistema utilizado y resultados. La Figura 1 ilustra el flujo completo del proceso de selección.

Figura 1

Diagrama del método PRISMA



Fuente. Elaboración propia

Resultados

Se examinaron dieciséis estudios publicados entre 2013 y 2023, cuyos resúmenes se presentan en la Tabla 1. La mayoría de estas investigaciones se desarrollaron en India, aunque se identificó un número significativo de aplicaciones transculturales. Predominaron el uso de software informático y aplicaciones móviles en la mayoría de los casos.

Los documentos seleccionados provienen de diversos países, destacando India, España, Arabia Saudita, Japón, Egipto, Lituania, Polonia, Brasil, Malasia, Indonesia, Jordania y Estados Unidos. En conjunto, estos

hallazgos revelan la aplicación de múltiples tecnologías y enfoques en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lengua de señas.

Entre las tecnologías más empleadas sobresalen el *machine learning* y los dispositivos de captura de movimiento. Por ejemplo, Saleem et al. (2023) desarrollaron un sistema dúplex basado en aprendizaje automático y dispositivos *Leap Motion*, capaz de traducir gestos de lenguas de señas (ASL, PSL, SSL) a mensajes de audio comprensibles para oyentes. De manera similar, Lu et al. (2023) implementaron guantes de datos con sensores de flexión para capturar movimientos manuales con alta precisión, optimizando el reconocimiento de señas.

Por su parte, las redes neuronales convolucionales (CNN) han demostrado eficacia en el reconocimiento de gestos de lenguas de señas árabe y americana, alcanzando mayor precisión en la traducción (Alshomrani et al., 2021; Shanableh, 2023). Además, la realidad aumentada y los avatares animados han ganado relevancia, como el avatar que traduce en tiempo real del árabe hablado y escrito a señas (Mosa et al., 2023), o el software LEARNSIGN, que integra realidad aumentada y reconocimiento de voz para mejorar la interacción con personas con discapacidad auditiva (Mohd & Boilis, 2021).

Las aplicaciones móviles y juegos educativos también se posicionan como herramientas efectivas para el aprendizaje autónomo y lúdico. En este sentido, Joy et al. (2019, 2020) presentaron SignQuiz y SignDict para el aprendizaje independiente de la lengua de señas india, resaltando el valor de los diccionarios móviles. Siguiendo esta línea, Pontes et al. (2020) crearon MatLIBRAS Racing, un juego educativo que enseña números en lengua de señas brasileña mientras fomenta la interacción social y el aprendizaje lúdico.

Finalmente, los modelos de aprendizaje profundo aportaron evidencias significativas. Fadlilah et al. (2022) desarrollaron un traductor basado en Raspberry Pi y redes neuronales para identificar letras y palabras en lengua de señas indonesia, mientras que Duwairi y Holloush (2022) aplicaron el modelo VGGNet para el reconocimiento automático de alfabetos en lengua de señas árabe.

Tabla 1

Estudios que analizan los softwares en el proceso de enseñanza aprendizaje de lengua de señas

Autor/Año	País	Título	Sistema Utilizado	Resultado
Saleem et al. (2023)	España	A Machine Learning Based Full Duplex System Supporting Multiple Sign Languages for the Deaf and Mute	Sistema de comunicación dúplex (<i>Machine Learning</i> y dispositivo <i>Leap Motion</i>)	El sistema emplea técnicas de aprendizaje automático para identificar e interpretar los gestos de personas sordas y mudas (D-M), transformándolos en mensajes de audio comprensibles para personas no D-M. Se ha desarrollado un conjunto de datos que abarca tres lenguajes de señas: <i>American Sign Language</i> (ASL), <i>Pakistani Sign Language</i> (PSL) y <i>Spanish Sign Language</i> (SSL).
Alshomrani et al., 2021	Arabia Saudita	Arabic and American Sign Languages Alphabet Recognition by Convolutional Neural Network	Red neuronal convolucional (CNN)	Se desarrolló un sistema para la detección automática de gestos y signos en las lenguas de señas árabe y americana, utilizando dispositivos de captura de imagen como cámaras.
Joy et al., 2019	India	SignQuiz: A Quiz Based Tool for Learning Fingerspelled Signs in Indian Sign Language Using ASLR	SignQuiz	El aprendizaje de los signos escritos con los dedos representa la fase inicial en el proceso de dominio del lenguaje de señas, empleándose cuando no existe un signo correspondiente o el usuario no está familiarizado con él. SignQuiz proporciona una herramienta para aprender estos signos de manera autónoma, sin necesidad de asistencia externa.

Lu et al., 2023	Japón	Data Glove with Bending Sensor and Inertial Sensor Based on Weighted DTW Fusion for Sign Language Recognition	Sign-Glove	El uso de sensores portátiles, como el guante de datos utilizado en este estudio, permite una recolección precisa de datos en entornos complejos y facilita la captura dinámica de movimientos de las manos. Este enfoque permite recoger una amplia gama de características del lenguaje de señas, mejorando así la precisión del reconocimiento.
Mosa et al., 2023	Egipto	A Real-Time Arabic Avatar for Deaf-Mute Community Using Attention Mechanism	Avatar animado en 2D	El artículo presenta un sistema de avatar en tiempo real que utiliza un mecanismo de atención para traducir automáticamente el lenguaje hablado y escrito en árabe al lenguaje de señas árabe, facilitando así la comunicación efectiva entre personas oyentes y personas sordas que utilizan este sistema de señas.
Vaitkevičius et al., 2019	Lituania y Polonia	Recognition of American Sign Language Gestures in a Virtual Reality Using Leap Motion	Leap Motion	En este estudio, se introduce un sistema que utiliza <i>Leap Motion</i> para reconocer los gestos realizados por los usuarios mientras interactúan en entornos de realidad virtual.
Joy et al., 2020	India	Developing a Bilingual Mobile Dictionary for Indian Sign Language and Gathering Users' Experience with SignDict	SignDict	El estudio resalta la importancia fundamental de disponer de un diccionario de lengua de señas como herramienta crucial para promover la alfabetización de las personas sordas.
Kothadiya et al., 2023	India, Arabia Saudita y Estados Unidos.	SIGNFORMER: DeepVision Transformer for Sign Language Recognition	Vision Transformer	El estudio presenta un sistema que utiliza el transformador de visión para reconocer la lengua de signos, logrando identificar con éxito gestos estáticos de la lengua de signos india.
Shanableh (2023)	Emiratos Árabes Unidos	Two-Stage Deep Learning Solution for Continuous Arabic Sign Language Recognition Using Word Count Prediction and Motion Images	Redes neuronales convolucionales (CNN)	Se desarrollan dos modelos de aprendizaje profundo: uno para predecir la cantidad de palabras por oración y otro para interpretar el significado de las oraciones en lengua de signos.
Pontes et al., 2020	Brasil.	An Educational Game to Teach Numbers in Brazilian Sign Language While Having Fun	MatLIBRAS Racing	El juego fomenta la interacción social y facilita el aprendizaje de los signos en lengua de signos brasileña (LIBRAS), lo cual indica un potencial prometedor para su aplicación en contextos académicos.

Mohd & Boilis (2021)	Malasia	Sign Language Communication through Augmented Reality and Speech Recognition (LEARNSIGN)	Software Unity y lenguaje de programación C#	El uso de la realidad aumentada (RA) y la tecnología de reconocimiento de voz beneficia a la comunidad sorda y muda al facilitar la comunicación con personas sin discapacidad, y viceversa. El documento resalta la importancia de la RA para mejorar la interacción en tiempo real y su potencial para mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje.
Sahoo (2021)	India	Indian Sign Language Recognition Using Machine Learning Techniques	Clasificadores k-Nearest Neighbor y Naive Bayes	El sistema fue desarrollado con el propósito de traducir el lenguaje de señas indio a texto convencional y viceversa, con la intención de facilitar la comunicación entre personas sordas o mudas y aquellas que no dominan el lenguaje de señas.
Fadlilah et al., (2022)	Indonesia y Malasia	Modelling of Basic Indonesian Sign Language Translator Based on Raspberry Pi Technology	Tecnología Raspberry Pi y redes neuronales convolucionales	El modelo desarrollado puede identificar letras, palabras, oraciones y números básicos del lenguaje de señas indonesio.
Wang et al., (2006)	Estados Unidos	American Sign Language Recognition Using Multi-Dimensional Hidden Markov Models	Cyberglove y o Flock of Birds	El objetivo es lograr el reconocimiento continuo y en tiempo real de los gestos del lenguaje de señas americano (ASL).
Duwairi & Halloush (2022)	Jordania	Automatic Recognition of Arabic Alphabets Sign Language Using Deep Learning	Modelo VGGNet	El estudio se centra en el reconocimiento automático del lenguaje de señas árabe utilizando técnicas avanzadas de aprendizaje profundo. Destaca la importancia de mejorar la comunicación para personas con discapacidades mediante el uso de tecnologías de asistencia innovadoras.
Biju et al., (2023)	-	Glove Based Wearable Devices for Sign Language—GloSign	GloSign	GloSign facilita la conversión de gestos del lenguaje de señas a letras y palabras en inglés, contribuyendo a mitigar la barrera de comunicación entre personas sordas y oyentes.

Fuente. Elaboración propia

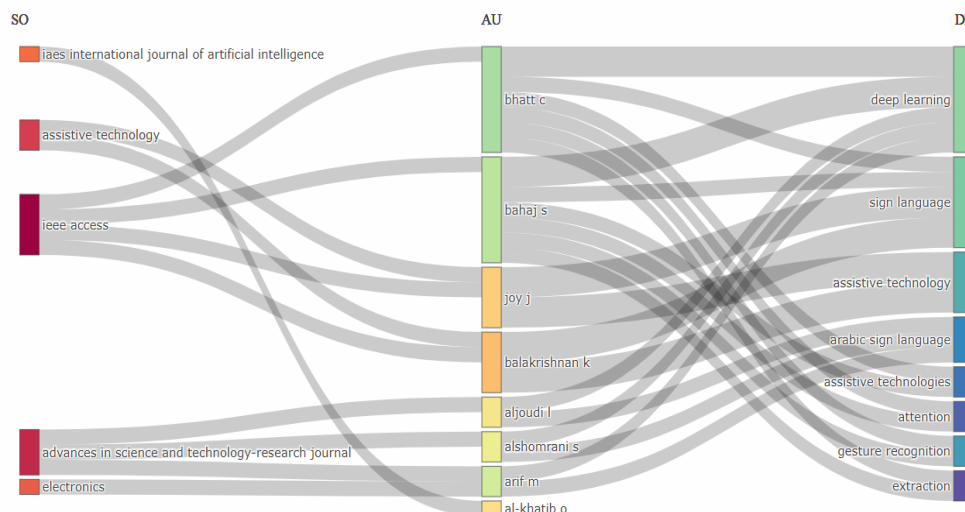
Parcela de tres campos

La Figura 2 presenta una parcela de tres campos que integra tres componentes principales: revistas (SO), autores (AU) y palabras clave (DE). Estos elementos, representados por rectángulos cuyo tamaño refleja la cantidad de artículos asociados, se conectan mediante líneas grises que ilustran sus relaciones interdependientes. De esta forma, se visualiza cómo publicaciones específicas en ciertas revistas se vinculan con autores particulares, quienes a su vez se centran en descriptores temáticos relevantes para el estudio del software aplicado a la enseñanza de la lengua de señas.

Por ejemplo, los artículos publicados en *IEEE Access* provienen principalmente de autores como Bhatt C. y Balakrishnan K., quienes han explorado temas relacionados con *deep learning* y la lengua de señas árabe.

Además, los estudios recientes revelan una tendencia clara hacia el uso de tecnologías avanzadas de inteligencia artificial para optimizar el acceso y la enseñanza de lenguas de señas.

Figura 2
Parcela de tres campos

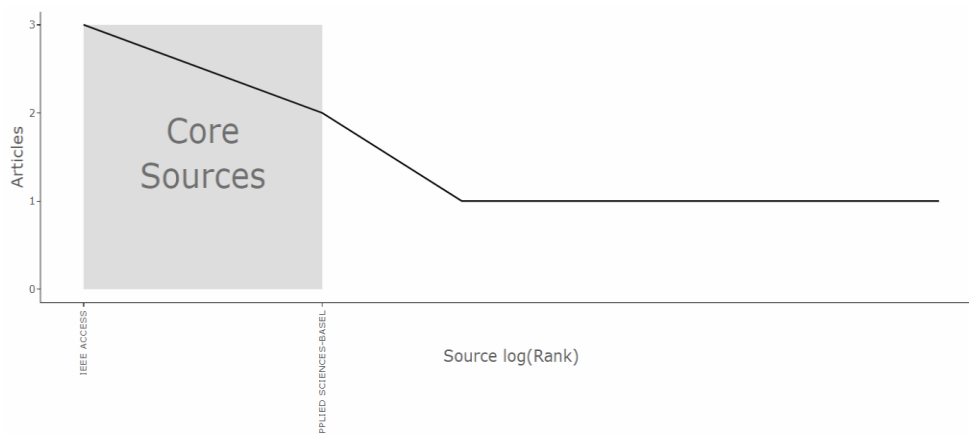


Ley de Bradford

La Figura 3 clasifica las revistas según su productividad (fuente y número de artículos), revelando cómo la literatura sobre software para la enseñanza de lengua de señas se concentra en pocas publicaciones clave, conforme a la Ley de Bradford. Esta ley bibliométrica establece que los artículos se distribuyen en tres zonas de igual producción: un núcleo central (Zona 1) con revistas altamente especializadas, una zona de transición (Zona 2) con n veces más publicaciones, y una zona de dispersión (Zona 3) con n^2 revistas menos productivas.

En este análisis, *IEEE Access* lidera con 3 documentos, seguida de *Applied Sciences-Basel* con 2, consolidándose como el núcleo central (Zona 1) del conocimiento principal en esta área. Por ello, esta clasificación no solo visualiza la distribución desigual de la producción científica, sino que también ofrece una perspectiva precisa sobre la influencia dominante de estas fuentes en la investigación sobre tecnologías para lenguas de señas.

Figura 3
Ley de Bradford



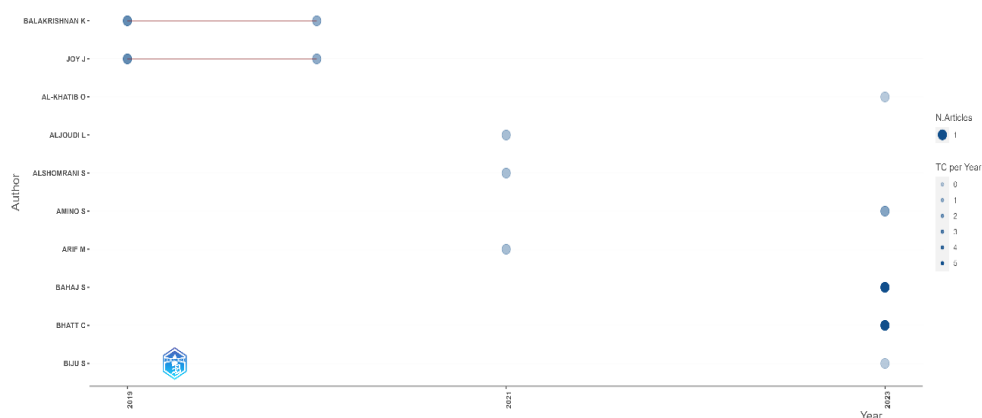
Producción científica según autores

La Figura 4 visualiza las contribuciones individuales de los autores al tema del software para la enseñanza-aprendizaje de lengua de señas entre 2013 y 2023. Cada línea horizontal representa a un autor específico, mientras que los círculos posicionados sobre ellas indican las publicaciones anuales; el tamaño de los círculos refleja proporcionalmente el número de artículos publicados ese año, y su color —de tonos claros a oscuros— corresponde al número de citas recibidas en ese período.

Entre los autores más prolíficos destacan Joy J. y Balakrishnan K., con múltiples publicaciones concentradas en 2019 y 2020. Además, 2023 registra un aumento notable en la producción científica, impulsado por contribuciones recientes de autores como Amino S., Bhatt C. y Biju S., identificados en el análisis bibliométrico general de las bases de datos consultadas —aunque no incluidos en el análisis detallado de esta revisión sistemática—.

Figura 4

Producción de los autores a lo largo del tiempo



Red de colaboración por autores

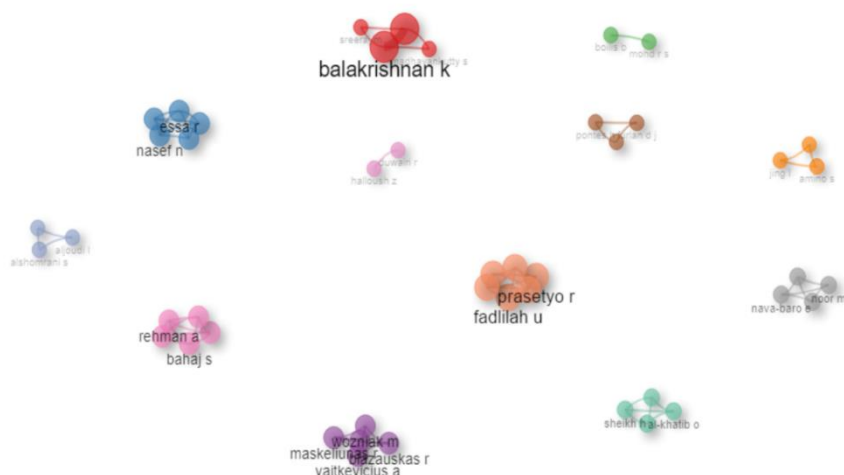
La Figura 5 representa la red de colaboración según la producción científica de los autores. Balakrishnan K. y Joy J. destacan en el Clúster 1 (color rojo) por su mayor centralidad de intermediación y de cercanía, posicionándolos como nodos clave que facilitan la conexión dentro de su grupo y hacia la red global.

Por su parte, los autores del Clúster 2 (color azul) —Essa R., Lotfy A., Mosa D., Nasef N. y Salem A.— presentan métricas de intermediación moderadas, pero su alta cercanía sugiere una colaboración estrecha e intensa dentro del grupo. Finalmente, los autores del Clúster 4 (color morado) —Blažauskas R., Maskeliunas R., Taroza M., Vaitkevicius A. y Wozniak M.— muestran interacciones moderadas en términos de cercanía colaborativa, lo que indica trabajo conjunto, pero sin actuar como puentes cruciales en la red global.

En conjunto, Balakrishnan K. y Joy J. no solo coordinan su clúster, sino que ejercen influencia significativa en la estructura colaborativa total.

Figura 5

Red de colaboración por autores

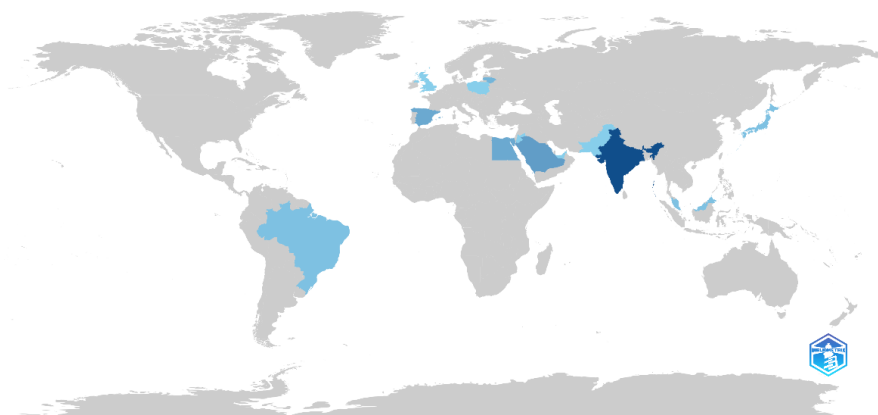


Colaboración según países

La Figura 6 presenta un mapa mundial donde el color azul gradúa la productividad científica por país, siendo tonos más intensos indicativos de mayor frecuencia de publicaciones. India lidera con 12 estudios, representados en azul profundo, seguida de Arabia Saudita con 5 publicaciones. Egipto y España registran 4 contribuciones cada uno, visualizadas en tonos azules moderados. Por su parte, países con frecuencias menores aparecen en gradaciones más claras, revelando una concentración geográfica notable en Asia Occidental y el Sur Asiático en el desarrollo de software para lenguas de señas.

Figura 6

Mapa mundial de producción científica por países



Frecuencia de términos utilizados y estructura conceptual

La Figura 7 analiza la frecuencia de las palabras clave de los autores, revelando que "deep learning" y "sign language" dominan con un 20% cada una, lo que evidencia un enfoque predominante en técnicas de aprendizaje profundo para el reconocimiento y traducción de lenguas de señas. Además, términos como "assistive technology" y "gesture recognition", con un 10% cada uno, subrayan la relevancia de las tecnologías de apoyo y el reconocimiento de gestos en este campo de investigación.

Figura 7
Palabras clave del autor

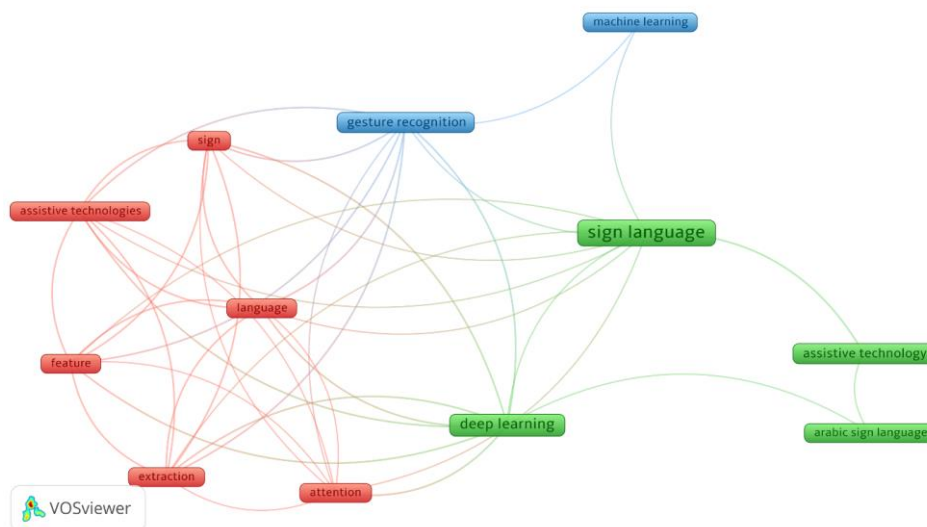


Co-ocurrencia de palabras clave del autor

La Figura 8 revela las redes de co-ocurrencia entre palabras clave de los autores. "*deep learning*" destaca por su alta frecuencia (4 ocurrencias) y fuerza de enlace (16), evidenciando su rol central en el desarrollo de tecnologías avanzadas para el reconocimiento de lenguas de señas. Le sigue "*sign language*" (6 ocurrencias, fuerza de enlace 11), consolidándose como tema pivotal en la creación de herramientas de apoyo educativo.

Además, "*gesture recognition*" (3 ocurrencias, fuerza de enlace 15) subraya el interés creciente en tecnologías para interpretar gestos, elemento esencial de la comunicación en señas. Esta configuración sugiere una interconexión robusta entre "*deep learning*", "*sign language*" y "*gesture recognition*", promoviendo un enfoque interdisciplinario para futuras investigaciones colaborativas.

Figura 8
Co-ocurrencia de palabras clave del autor



Mapa temático

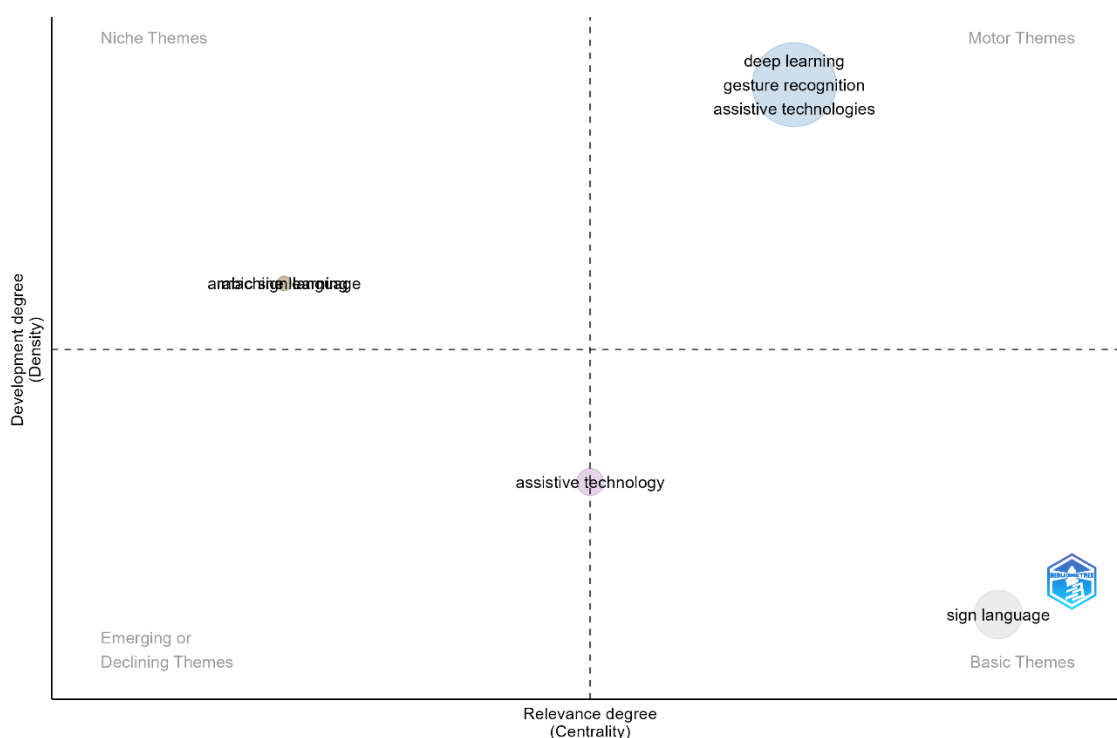
La Figura 9 organiza los temas en cuatro cuadrantes según su desarrollo y relevancia. Los temas motores (cuadrante superior derecho) —"deep learning", "gesture recognition" y "assistive technologies"— destacan por su alto desarrollo y relevancia, posicionándose como indicadores centrales de la investigación actual sobre software para lenguas de señas.

Por su parte, "sign language" se ubica en los temas básicos (cuadrante inferior derecho), esencial y altamente relevante, aunque poco desarrollado en los estudios seleccionados. Esta configuración revela oportunidades significativas para profundizar en investigaciones tecnológicas específicas sobre lenguas de señas.

Finalmente, "Arabic sign language" aparece en los temas nicho (cuadrante superior izquierdo), con desarrollo considerable pero menor relevancia global, lo que sugiere potencial para expansión estratégica en futuras líneas de investigación.

Figura 9

Mapa temático



Discusión

Esta revisión sistemática evidencia el impacto positivo del software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lengua de señas. Tras una búsqueda exhaustiva de publicaciones entre 2010 y 2023, se seleccionaron 16 estudios transculturales, predominantemente desarrollados en India (Joy et al., 2019, 2020; Kothadiya et al., 2023; Sahoo, 2021). Estos trabajos demuestran que dispositivos y aplicaciones virtuales resultan fundamentales para desarrollar esta habilidad tanto en personas con discapacidad auditiva (DA) como en oyentes.

Por ello, resulta alarmante la escasez de sistemas virtuales diseñados específicamente para facilitar la comprensión e inclusión de personas con DA en entornos educativos (Yeh & Tseng, 2020). En este contexto, herramientas como SignDict promueven la alfabetización mediante diccionarios interactivos de lengua de señas (Joy et al., 2020), mientras que otros sistemas predicen la cantidad de palabras por oración e interpretan su significado en LS (Shanableh, 2023). Estas tecnologías no solo optimizan la absorción del aprendizaje, sino que también facilitan interacciones fluidas, especialmente mediante realidad aumentada (RA) y reconocimiento de voz, beneficiando tanto a la comunidad sorda como a los oyentes (Mohd & Boilis, 2021; Sahoo, 2021).

Además, la escasez de instructores especializados en LS representa un desafío crítico, haciendo imprescindibles mecanismos de apoyo autónomo. Herramientas como SignQuiz permiten aprender LS de forma independiente, sin asistencia externa, mediante tecnologías innovadoras que fomentan un aprendizaje profundo (Joy et al., 2019; Duwairi & Halloush, 2022).

La mayoría de los estudios se centra en dispositivos para reconocer e interpretar gestos en tiempo real, utilizando sistemas de captura de imágenes con redes neuronales convolucionales (CNN) para convertir señas en audio, letras o palabras (Alshomrani et al., 2021; Pontes et al., 2020; Vaitkevicius et al., 2019; Wang et al., 2006). En consecuencia, estos avances mitigan barreras comunicativas entre sordos y oyentes (Biju et al., 2023; Fadlilah et al., 2022; Saleem et al., 2023).

A diferencia de revisiones previas, este análisis destaca innovaciones como avatares animados 2D para traducir lenguaje hablado/escrito a señas (Mosa et al., 2023), guantes de datos Sign-Glove para capturar movimientos precisos (Lu et al., 2023), y sistemas Vision Transformer para gestos estáticos (Kothadiya et al., 2023).

Por otra parte, el creciente interés interdisciplinario en LS —que abarca lingüística, informática y educación— subraya la complejidad inherente a su enseñanza. Aunque los dispositivos prácticos combinan entornos artificiales con experiencias físicas para mejorar la comprensión de LS, persisten oportunidades y desafíos en la implementación de tecnologías de inteligencia artificial.

Sin embargo, esta revisión también revela limitaciones prácticas, como la falta de profesionales capacitados e instrumentos tecnológicos adecuados en contextos educativos reales. Entre las limitaciones metodológicas del estudio se encuentran la variabilidad en la calidad de los artículos revisados y la ausencia de evaluaciones uniformes sobre la efectividad de los softwares. Además, al centrarse la mayoría en contextos específicos, los resultados presentan restricciones para su generalización a otras poblaciones y entornos educativos diversos.

Conclusiones

Las nuevas tecnologías —principalmente dispositivos Android, software de *deep learning* y aplicaciones virtuales— facilitan un aprendizaje acelerado y accesible de la lengua de señas, como evidencian los 16 estudios revisados. India lidera la producción científica (12 publicaciones), seguida de Arabia Saudita y Egipto, concentrando esfuerzos en herramientas como redes neuronales convolucionales (CNN), realidad aumentada y sistemas de captura de gestos (*Leap Motion*, guantes sensoriales). Estos recursos resultan indispensables tanto para personas con discapacidad auditiva como para oyentes, promoviendo interacciones fluidas, absorción óptima del conocimiento y una inclusión educativa efectiva.

Por ello, el estudio interdisciplinario de las lenguas de señas genera un interés creciente en lingüística, informática y educación, donde términos como "*gesture recognition*" y "*assistive technology*" dominan las redes conceptuales. Sin embargo, persisten desafíos significativos: escasez de instructores especializados, limitaciones en la generalización transcultural y necesidad de evaluaciones uniformes sobre efectividad. En consecuencia, resulta esencial expandir mecanismos de apoyo tecnológico autónomo —como SignQuiz y SignDict— que optimicen este proceso inclusivo, especialmente en contextos educativos con recursos limitados como el Perú.

Esta revisión no solo valida el potencial transformador del software, sino que identifica oportunidades prioritarias para futuras investigaciones que cierren estas brechas y potencien la comunicación universal.

Referencias

- Alaín, L., Gallego, J. L., Navarro, A., & Rodríguez, A. (2020). Evaluation for teachers and students in higher education. *Sustainability*, 12(10), Artículo 4078. <https://doi.org/10.3390/su12104078>
- Alshomrani, S., Aljoudi, L., & Arif, M. (2021). Arabic and American sign languages alphabet recognition by convolutional neural network. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 15(4), 136–148. <https://doi.org/10.12913/22998624/142012>
- Antunes, B. R., Abreu, F. D. L., Rodrigues, S. C. M., Silva, D. P., Bonini, L. M. M., & Bissaco, M. A. S. (2018). Computerized method for teaching the Brazilian Sign Language. En Costa-Felix, R., Machado, J., Alvarenga, A. (Eds.) *XXVI Brazilian Congress on Biomedical Engineering*. IFMBE Proceedings, Vol. 70/2. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2517-5_101
- Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038–1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>

- Biju, S. M., Al-Khatib, O., Sheikh, H. Z., & Oroumchian, F. (2023). Glove based wearable devices for sign language—GloSign. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 12(4), 1666–1676. <https://doi.org/10.11591/ijai.v12.i4.pp1666-1676>
- Brow, B., Dressler, R., Eaton, S. E., & Jacobsen, M. (2015). Practicing what we teach: Using action research to learn about teaching action research. *The Canadian Journal of Action Research*, 16(3), 61–78. <https://journals.nipissingu.ca/index.php/cjar/article/view/228>
- Cheah, H. M., & Lee, L. L. (2015). Teaching and learning in an ICT-enhanced environment: Automating the assessment of 21st century skills. *Advances in the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(1), 1–15.
- Costa Machado, M., Diniz Gomes, C. A., Graciano Leal dos Santos, G., Dias de Sousa, L., & Borcard Cancela, L. (2017). Inclusao social de deficientes auditivos por meio de tecnologias assistivas. *Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*, 6(1), 1–6. http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/12091
- Defensoría del Pueblo. (24 de septiembre de 2020). Defensoría del Pueblo: Debe facilitarse el aprendizaje de la lengua de señas peruana y promover la identidad lingüística y cultural de las personas sordas. *Defensoría del Pueblo*. <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-debe-facilitarse-el-aprendizaje-de-la-lengua-de-senas-peruana-y-promover-la-identidad-linguistica-y-cultural-de-las-personas-sordas/>
- Duwairi, R. M., & Halloush, Z. A. (2022). Automatic recognition of Arabic alphabets sign language using deep learning. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 12(3), 2996–3004. <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i3.pp2996-3004>
- Fadlilah, U., Prasetyo, R. A. R., Mahamad, A. K., Handaga, B., Saon, S., & Sudarmilah, E. (2022). Modelling of basic Indonesian Sign Language translator based on Raspberry Pi technology. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 22(3), 574–584. <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2022-22-3-574-584>
- Falvo, V., Scatalon, L., & Francine, E. (2020). The role of technology to teaching and learning sign languages: A systematic mapping. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274169>
- Hepp, K., Prats, P., A, M., & Holgado, J. (2015). Formació d'educadors: La tecnologia al servei del desenvolupament d'un perfil professional innovador i reflexiu. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(2), 30–43. <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i2.2458>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Perú: Perfil sociodemográfico informe nacional. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
- Joy, J., Balakrishnan, K., & Madhavankutty, S. (2020). Developing a bilingual mobile dictionary for Indian Sign Language and gathering users experience with SignDict. *Assistive Technology*, 32(3), 153–160. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1508093>
- Joy, J., Balakrishnan, K., & Sreeraj, M. (2019). SignQuiz: A quiz based tool for learning fingerspelled signs in Indian sign language using ASLR. *IEEE Access*, 7, 28363–28371. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2901863>
- Kothadiya, D. R., Bhatt, C. M., Saba, T., Rehman, A., & Bahaj, S. A. (2023). SIGNFORMER: DeepVision Transformer for Sign Language Recognition. *IEEE Access*, 11, 4730–4739. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3231130>
- Labrada-Pérez, M., Fuentes-Rodríguez, H., & Jiménez-Peña, Y. (2015). Procedimientos para la enseñanza-aprendizaje de la lengua de señas. *Revista Electrónica Trimestral de la Universidad de Holguín*, 14, 37–46. <https://www.redalyc.org/pdf/5891/589165732005.pdf>
- Li, J., Zhang, P., Chang, J., & Cai, S. (2022). Design and effect of AR sign language teaching software based on natural interaction. *30th International Conference on Computers in Education Conference, ICCE 2022 – Proceedings*, 1, 402–409. <https://library.apsce.net/index.php/ICCE/article/view/4513>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), Artículo e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Lu, C., Amino, S., & Jing, L. (2023). Data glove with bending sensor and inertial sensor based on weighted DTW fusion for sign language recognition. *Electronics*, 12(3), Artículo 613. <https://doi.org/10.3390/electronics12030613>

- Ministerio de Educación. (2020). *Orientaciones para la atención educativa de estudiantes con discapacidad auditiva*. Dirección General de Educación Básica Especial. <http://www.minedu.gob.pe/minedu/archivos/a/002/05-bibliografia-para-ebe/6-orientaciones-para-la-atencion-educativa-de-estudiantes-con-discapacidad-auditiva.pdf>
- Mohd, S. N., & Boilis, B. I. (2021). Sign language communication through augmented reality and speech recognition (LEARNSIGN). *International Journal of Engineering Trends and Technology - IJETT*, 69(4), 125–130. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I4P218>
- Moher, D., Tetzlaff, J., Tricco, A. C., Sampson, M., & Altman, D. G. (2007). Epidemiology and reporting characteristics of systematic reviews. *PLoS Medicine*, 4(3), Artículo e78. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040078>
- Mosa, D. T., Nasef, N. A., Lotfy, M. A., Abohany, A. A., Essa, R. M., & Salem, A. (2023). A real-time Arabic avatar for deaf-mute community using attention mechanism. *Neural Computing and Applications*, 35(29), 21709–21723. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08858-6>
- Naranjo-Zeledón, L., Chacón-Rivas, M., Peral, J., Ferrández, A., & Gil, D. (2021). Improvement of a sign language learning reinforcement tool through phonological proximity. *Springer Proceedings in Complexity*, 9, 99–107. <https://orion.tec.ac.cr/en/publications/improvement-of-a-sign-language-learning-reinforcement-tool-through/>
- Organización Mundial de la Salud. (26 de febrero de 2025). Sordera y pérdida de la audición. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Pontes, H. P., Furlan Duarte, J. B., & Pinheiro, P. R. (2020). An educational game to teach numbers in Brazilian Sign Language while having fun. *Computers in Human Behavior*, 107, Artículo 105825. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.003>
- Sahoo, A. K. (2021). Indian Sign Language Recognition Using Machine Learning Techniques. *Macromolecular Symposia*, 397(1), Article 2000241. <https://doi.org/10.1002/masy.202000241>
- Saksiri, B., & Ruenwongsa, P. (2010). Effects of a virtual sign animated pedagogical agent on ICT learning. *The International Journal of Learning: Annual Review*, 17(3), 37–50. <https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v17i03/46931>
- Saleem, M. I., Siddiqui, A., Noor, S., Luque-Nieto, M. A., & Nava-Baro, E. (2023). A machine learning based full duplex system supporting multiple sign languages for the deaf and mute. *Applied Sciences*, 13(5), Artículo 3114. <https://doi.org/10.3390/app13053114>
- Shanableh, T. (2023). Two-stage deep learning solution for continuous Arabic Sign Language recognition using word count prediction and motion images. *IEEE Access*, 11, 126823–126833. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3332250>
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70, 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Vaitkevičius, A., Taroza, M., Blažauskas, T., Damaševičius, R., Maskeliunas, R., & Woźniak, M. (2019). Recognition of American Sign Language gestures in a virtual reality using Leap Motion. *Applied Sciences*, 9(3), Artículo 445. <https://doi.org/10.3390/app9030445>
- Wang, H., Ming, C., Leu, & Cemil, O. (2006). American Sign Language recognition using multi-dimensional Hidden Markov Models. *Journal of Information Science and Engineering*, 22, 1109–1123. <https://www.researchgate.net/publication/243788237>
- Yeh, H.-C., & Tseng, S.-S. (2020). Enhancing multimodal literacy using augmented reality. *Language Learning & Technology*, 24(1), 27–37. <https://doi.org/10.125/44706>

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

1. Conceptualización: Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez; Jorge Enrique Quevedo-Sánchez.
2. Curación de datos: Gutember Peralta-Eugenio.
3. Análisis formal: Gutember Peralta-Eugenio.
4. Adquisición de fondos: No aplica.
5. Investigación: Lizbeth Morales-Perez; Gutember Peralta-Eugenio; Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez.
6. Metodología: Gutember Peralta-Eugenio.
7. Dirección del proyecto: Lizbeth Morales-Perez; Gutember Peralta-Eugenio.
8. Software: Gutember Peralta-Eugenio.

9. Supervisión: Gutember Peralta-Eugenio.
10. Validación: Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez; Jorge Enrique Quevedo-Sánchez.
11. Visualización: Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez; Jorge Enrique Quevedo-Sánchez.
12. Redacción - borrador original: Lizbeth Morales-Perez; Gutember Peralta-Eugenio; Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez, Jorge Enrique Quevedo-Sánchez.
13. Redacción - corrección de pruebas y edición: Lizbeth Morales-Perez; Gutember Peralta-Eugenio; Lourdes del Pilar Quevedo-Sánchez, Jorge Enrique Quevedo-Sánchez.