

Categoría: Congreso Científico de la Fundación Salud, Ciencia y Tecnología 2023

REVISIÓN SISTEMÁTICA

Using Artificial Intelligence for sign language translation: a systematic literature review

Uso de la Inteligencia Artificial para la traducción de lenguajes de señas: una revisión sistemática de literatura

Carlos Ortiz-Leon^{1,2}  , Frank Yupanqui-Allcca^{1,2}  , Brian Meneses-Claudio^{1,2}  

¹Facultad de Ingeniería. Universidad Tecnológica del Perú. Perú

²Facultad de Negocios. Universidad Tecnológica del Perú. Perú

Citar como: Ortiz-Leon C, Yupanqui-Allcca F, Meneses-Claudio B. Uso de la Inteligencia Artificial para la traducción de lenguajes de señas: una revisión sistemática de literatura. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2023; 2:446. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023446>

Recibido: 06-06-2023

Revisado: 05-08-2023

Aceptado: 07-10-2023

Publicado: 08-10-2023

ABSTRACT

Introduction: in this systematic literature review, the use of artificial intelligence in sign language translation for people with hearing and speech loss was analyzed. This review aims to identify the results of the application of artificial intelligence to sign language translation. Method: 462 articles, original and conference papers in SCOPUS, until June 2023, and relying on a selection process based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement, of which 26 studies met exclusion and inclusion criteria. Convolutional Neural Network (CNN) was the most widely implemented machine learning technique in the selected studies. Results: Many sign language systems were tested with various artificial intelligence algorithms and datasets on different continents to create new models and improve sign language translation accuracy. An increasing use of neural networks to achieve better sign language translation efficiency was identified, achieving results ranging from 90 % to 100 % accuracy. Conclusions: The application of artificial intelligence has greatly excelled in the field of Computer Science and has significantly improved the accuracy of sign language translation which has led to lower communication barriers between natural persons and persons with communication disabilities.

Keywords: Sign Language; Support Vector Machine; Artificial Intelligence; Machine Learning; Deep Learning; Neural Network; Natural Language Processing; Bayesian Network; Computer Vision; Convolutional Neural Network; Language Translation; Translation.

RESUMEN

Introducción: en esta revisión sistemática de literatura se analizó el uso de la inteligencia artificial en la traducción de lenguajes de señas para personas con pérdida de la audición y habla. Esta revisión tiene como objetivo identificar los resultados de la aplicación de la inteligencia artificial a la traducción del lenguaje de señas. Método: 462 artículos, originales y conference papers en SCOPUS, hasta junio del 2023, y apoyándonos en proceso de selección basados en la declaración Preferred

Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), de los cuales 26 estudios cumplieron criterios de exclusión e inclusión. Convolutional Neural Network (CNN) fue la técnica de aprendizaje automático más implementada en los estudios seleccionados. Resultados: Muchos sistemas de lenguajes de señas fueron puestos a prueba con varios algoritmos de inteligencia artificial y datasets en distintos continentes para crear nuevos modelos y mejorar la exactitud de la traducción de lenguaje de señas. Se identificó un creciente uso de redes neuronales para lograr una mejor eficacia en la traducción de lenguaje de señas, alcanzando resultados que oscilaron entre 90 % y el 100 % de acierto. Conclusiones: La aplicación de la inteligencia artificial ha destacado mucho en el campo de las Ciencias de la Computación y ha mejorado significativamente la precisión de traducción de los lenguajes de señas lo que ha permitido disminuir las barreras de comunicación entre las personas naturales y las personas con discapacidades de comunicación.

Palabras clave: Lenguaje de Signos; Máquina de Vectores de Apoyo; Inteligencia Artificial; Aprendizaje Automático; Aprendizaje Profundo; Red Neuronal; Procesamiento del Lenguaje Natural; Red Bayesiana; Visión por Ordenador; Red Neuronal Convolutiva; Traducción de Idiomas; Traducción.

INTRODUCCIÓN

Está previsto un aumento significativo en el número de personas con discapacidades auditivas para las próximas décadas (OMS, 2023).⁽¹⁾ Dentro de este grupo se incluye a conjunto de personas que cuentan con distintos sistemas de lenguaje de señas (SL por sus siglas en inglés) a nivel global para su comunicación con personas sin dificultades auditivas.^(2,3,4,5) Sin embargo, muchas de estas personas desconocen del lenguaje de señas por lo que requieren de un intérprete o traductor para poder entender los movimientos faciales, corporales y manuales que el propio SL requiere; lo que resulta en una barrera de comunicación entre estos grupos. La traducción de lenguaje de señas debe permitir una comunicación fluida e inclusiva, por eso, es de suma importancia que se hable de proyectos, programas, métodos y adaptaciones de diferente índole para facilitar la comunicación entre estos grupos de personas.^(6,7,8,9)

Por un lado, Sultan, et al (2022)⁽⁷⁾ indica que los SL más comunes son el Lenguaje de Señas Americano (ASL por sus siglas en inglés), Lenguaje de Señas Español (SSL por sus siglas en inglés), Lenguaje de Señas Australiano (AUSLAN por sus siglas en inglés)⁽¹⁰⁾ y Lenguaje de Señas Árabe (ASL por sus siglas en inglés). Debido a la falta de un lenguaje de señas global unificado y organizado, los diferentes lenguajes de señas utilizados para la comunicación de las personas con discapacidades comunicativas dependen de un sistema de traducción para ser comprendidos por las personas naturales.^(11,12,13,14) La traducción de lenguaje de señas se refiere al proceso de convertir un lenguaje de señas en un lenguaje natural hablado, permitiendo la comunicación de personas con discapacidades comunicativas con aquellas que no presentan problemas de audición o el habla.^(11,15,16) Por otro lado, indica que, aunque existe cierta similitud entre los diferentes lenguajes de señas, también hay diferencias significativas en la gramática, el vocabulario y la cultura que deben ser considerados en el proceso de traducción que, junto a la identificación, el análisis de los gestos, movimientos de las manos y el cuerpo que forman parte de cada lenguaje terminan por complicar la eficiencia de los métodos tradicionales de traducción de SL.^(17,18,19,20,21,22)

La motivación de este estudio fue el propósito de extender el estudio de revisión sistemático que abarcaron Sultan, et al (2022)⁽²³⁾ en el que se indicó que el proceso de entender un SL por una máquina se llama Procesamiento de Lenguaje de Señas (SLP por sus siglas en inglés) del cual desprenden muchos problemas de investigación en ese dominio, como el Reconocimiento de Lenguaje de Señas (SLR por sus siglas en inglés), Identificación de Lenguaje de Señas (SLID por sus siglas en inglés),^(24,25,26,27,28,29,30) Síntesis de Lenguaje de Señas y Traducción de Lengua de Señas (SLT por sus siglas en inglés). Sin embargo, en ese estudio solo abarcaron el SLR y el SLID, y dejaron de lado la SLT.⁽¹⁶⁾ Además, la IA puede significar un

gran aporte en la traducción de los lenguajes de señas, permitiendo una comunicación más efectiva e inclusiva entre personas con discapacidades auditivas y la población tradicional, debido a su alta adaptabilidad y precisión para el manejo de grandes cantidades de información en tiempos mínimos. Esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar los procedimientos y resultados de los estudios que aplicaron inteligencia artificial para la traducción de lenguaje de señas. ^(17,31,32,33,34,35,36,37)

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera. La sección 2, Metodología, contiene la descripción del proceso utilizado para llevar a cabo la selección de estudios y se detallan la cantidad de estudios incluidos y excluidos de acuerdo a los criterios definidos para llevar a cabo la RSL. La sección 3, Resultados, presenta los hallazgos obtenidos a partir del análisis de los estudios que cumplieron con las condiciones de inclusión planteadas en la sección 2. En la sección 4, Discusión, representa la interpretación de los resultados obtenidos y su ubicación en el contexto de la literatura actual. Finalmente, en la sección 5, Conclusiones, se proporciona una síntesis de los hallazgos clave y las recomendaciones que surgieron de la revisión.

MÉTODOS

Para el desarrollo de esta revisión sistemática se utilizó la estrategia PICO (por su acrónimo en inglés y sus variantes). Primero se definió la pregunta de revisión, segundo, se identificó cada componente de la estrategia PICO y tercero, se planteó la pregunta de revisión en preguntas asociadas a los componentes identificados. A continuación, se presenta una tabla con la pregunta de revisión y sus componentes identificados. ⁽²²⁾

Tabla 1. Matriz PICO.		
¿Qué avances se han desarrollado en la traducción de lenguaje de señas mediante el uso de inteligencia artificial desde 2018 hasta el 2023?		
P	Lenguaje de Señas	¿Qué técnicas se han aplicado para la traducción de lenguaje de señas?
I	Inteligencia artificial	¿Qué tipos de tecnologías de inteligencia artificial se han utilizado para la traducción de lenguaje de señas?
O	Traducción	¿Qué nivel de eficiencia y precisión ha alcanzado la traducción de lenguaje de señas?

A partir de los componentes identificados se definió un listado de palabras clave para responder la pregunta PICO, se usó el diccionario IEEE y la base de datos IATE para la especificación de algunas palabras clave. De esta manera se elaboró la ecuación de búsqueda que a la fecha de mayo del 2023 resultó en 462 documentos. En la siguiente tabla se muestran las palabras clave agrupadas por componente y su correspondiente ecuación de búsqueda. ^(23,24,25,38,39,40)

Tabla 2. Construcción de la estrategia de búsqueda.		
Palabras clave		
P	Problema/Objeto de estudio	"Sign Language" OR SL
I	Intervención	"Support vector machine" OR svm OR "Artificial Intelligence" OR ai OR "Machine Learning" OR ml OR "Deep Learning" OR dl OR "Neural Network" OR "Natural Language Processing" OR nlp OR "Bayesian Network" OR "Computer Vision" OR "Convolutional Neural Network" OR cnn
C	Comparación	
O	Resultados	"Language translation" OR Translation
Ecuación De búsqueda		
(TITLE-ABS-KEY ("Sign Language" OR sl) AND TITLE-ABS-KEY ("Support vector machine" OR svm OR "Artificial Intelligence" OR ai OR "Machine Learning" OR ml OR "Deep Learning" OR dl OR "Neural Network" OR "Natural Language Processing" OR nlp OR "Bayesian Network" OR "Computer Vision" OR "Convolutional Neural Network" OR cnn) AND TITLE-ABS-KEY ("Language translation" OR "Translation")) AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2024		

Para asegurar que los documentos fueran apropiados para el objetivo de la revisión sistemática se estableció un listado de criterios de inclusión y de exclusión que ayudó a filtrar los resultados que no correspondían al tema. En el siguiente cuadro se muestra el listado de criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios	
Criterios de inclusión	(CI1) Se incluirán artículos que abarquen la traducción entre imágenes, videos o animaciones de lenguaje de señas a lenguaje natural y viceversa. (CI2) Se incluirá artículos que contengan aprendizaje automático (CI3) Se incluirá Visión por computador que ayude a traducir los lenguajes de señas
Criterios de exclusión	(CE1) Se excluirán aquellos anteriores al 2018. (CE2) Se excluirán aquellos que con idioma original distinto del inglés. (CE3) Se excluirán aquellos tipos de documentos distintos de Article. (CE4) Se excluirán aquellos que no aborden el proceso de traducción de lenguaje de señas a lenguaje natural. (CE5) Se excluirán aquellos que no utilicen Inteligencia artificial en el proceso de traducción. (CE6) Se excluirán aquellos que no se enfoque en la traducción de representaciones visuales de lenguaje de señas a audio de lenguaje natural o viceversa.

Los resultados obtenidos pasaron por un proceso selección basado en la declaración PRISMA. Este proceso de selección contó con las siguientes fases:

1. Se aplicó la ecuación de búsqueda definida y se obtuvo un resultado de 462 documentos.
2. Ningún documento fue eliminado por duplicidad ya que la única base de datos que se utilizó fue Scopus.
3. Como primer filtro se revisaron los títulos, resúmenes y palabras claves que no tenían relación con el objetivo de la revisión sistemática y se excluyeron 246 documentos.
4. De los 216 documentos restantes no se logró recuperar 62 documentos.
5. De los 154 documentos restantes, 128 documentos fueron descartados por criterios de exclusión. A continuación, se detalla la cantidad de documentos descartados por código de criterio de exclusión:
 - a) (CE1) 0 documentos
 - b) (CE2) 4 documentos
 - c) (CE3) 47 documentos
 - d) (CE4) 8 documentos
 - e) (CE5) 6 documentos
 - f) (CE6) 63 documentos
6. Finalmente 26 artículos cumplieron con las condiciones de revisión y fueron incluidos en esta revisión sistemática de literatura.

A continuación, se presenta el proceso de selección seguido basado en la declaración PRISMA.

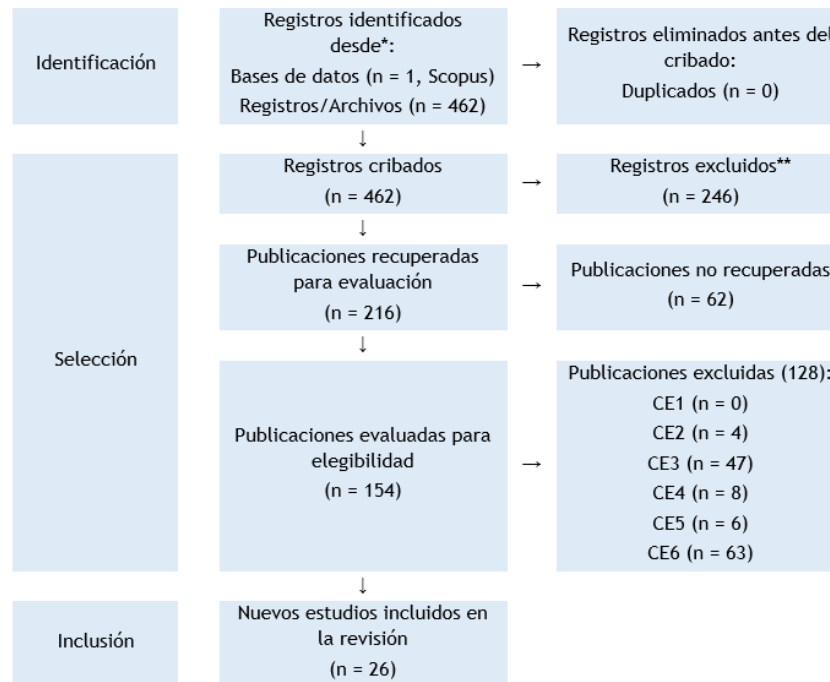


Figura 1. Flujograma de revisión del estado del arte según metodología PRISMA

RESULTADOS

Luego de identificar los artículos que se incluirán en la revisión gracias al desarrollo del PRISMA en el paso anterior, son 26 artículos resultantes de la búsqueda PIO que fueron analizados a partir de su bibliometría y contenido. A continuación, se detalla cada uno de estos puntos:

Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico presenta los resultados del análisis de los 26 artículos que estudiaron el proceso de traducción de los lenguajes de señas según área de investigación.

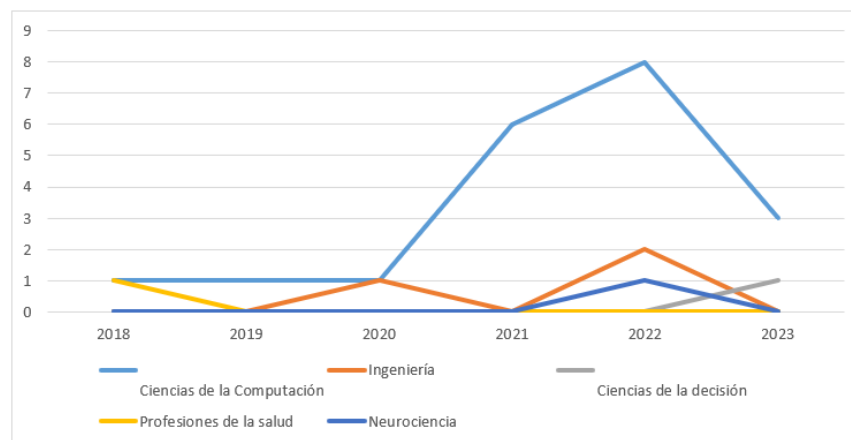


Figura 2. Área de investigación por año de publicación

Análisis de contenido

RQ1: ¿Cuál fue el objetivo del estudio?

De acuerdo con los objetivos identificados en cada estudio elaboró la siguiente tabla con las columnas: Autor y Objetivo de Estudio.

Tabla 4. Resumen de los objetivos de cada estudio	
Autor	Objetivo de Estudio
1. F. Ronchetti et al; Rivera-Acosta et al; N. Mehta et al.	Propusieron mejorar el rendimiento de métodos existentes y nueva herramienta para comunicación de los niños con pérdida auditiva
2. G.Z. de Castro et al; Z. Zhou et al; S. Abbas et al; D.A. Dewi et al.	Tuvieron como objetivo diseñar prototipos de traducción bidireccional
3. Y. Kim et al; G. M. Kumar et al; K. Myagila et al.	proponen hacer mejoras para procesamiento de video y de imágenes
4. T. Kujani et al; G. Varol et al; M. de Coster et al; E. Gedkhaw et al; S. Stoll et al; U. Fadlilah et al; T. Ananthanarayana et al; R.U. Khan et al; R.M. Kagalkar et al.	El objetivo fue traducción automática y reconocimiento de signos
5. Y. Gu et al; D. Kosmopoulos et al; S.Z. Gurbuz et al; H. Luqman et al; H. Ector Varela-Santos et al; Z. Zhou et al; M. Ootom et al.	Propusieron métodos con sensores y otros dispositivos

RQ2: ¿Qué lenguaje de señas fueron seleccionado?

En base a los resultados de la revisión, los estudios seleccionaron ciertos lenguajes de señas para realizar sus intervenciones.

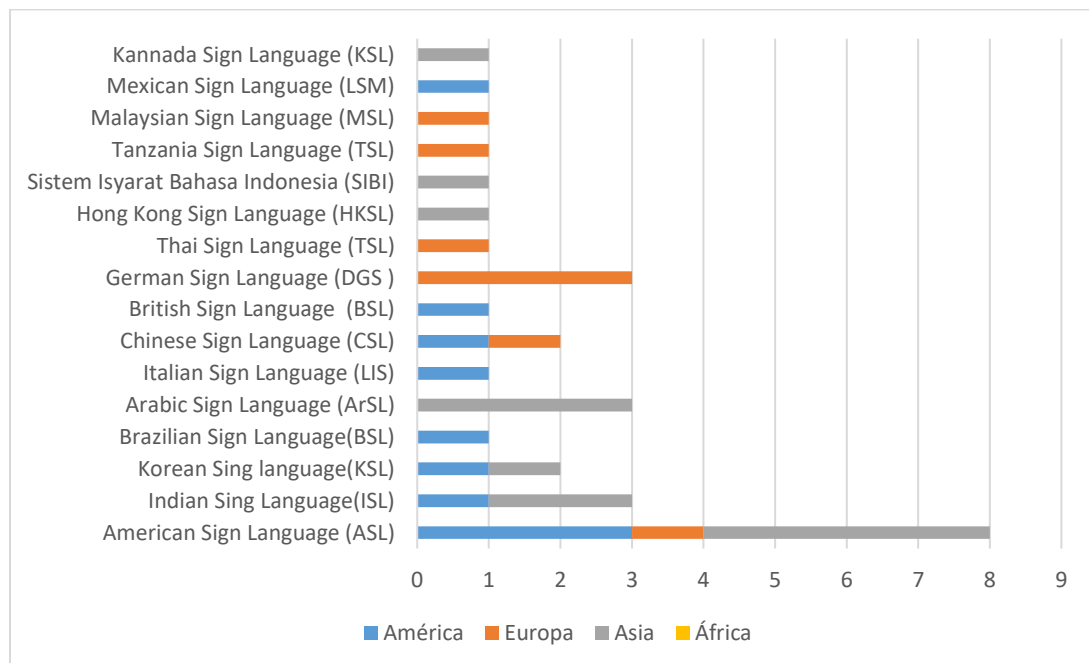


Figura 3. Cantidad de estudios por lenguaje de señas

RQ3: ¿Qué modelos de algoritmo de aprendizaje automático fueron usados?

Los investigadores usaron distintos modelos de aprendizaje automático de la inteligencia artificial para sus trabajos de traducción de lenguaje de señas y entre ellos el más usado fue Convolutional Neural Network (CNN).

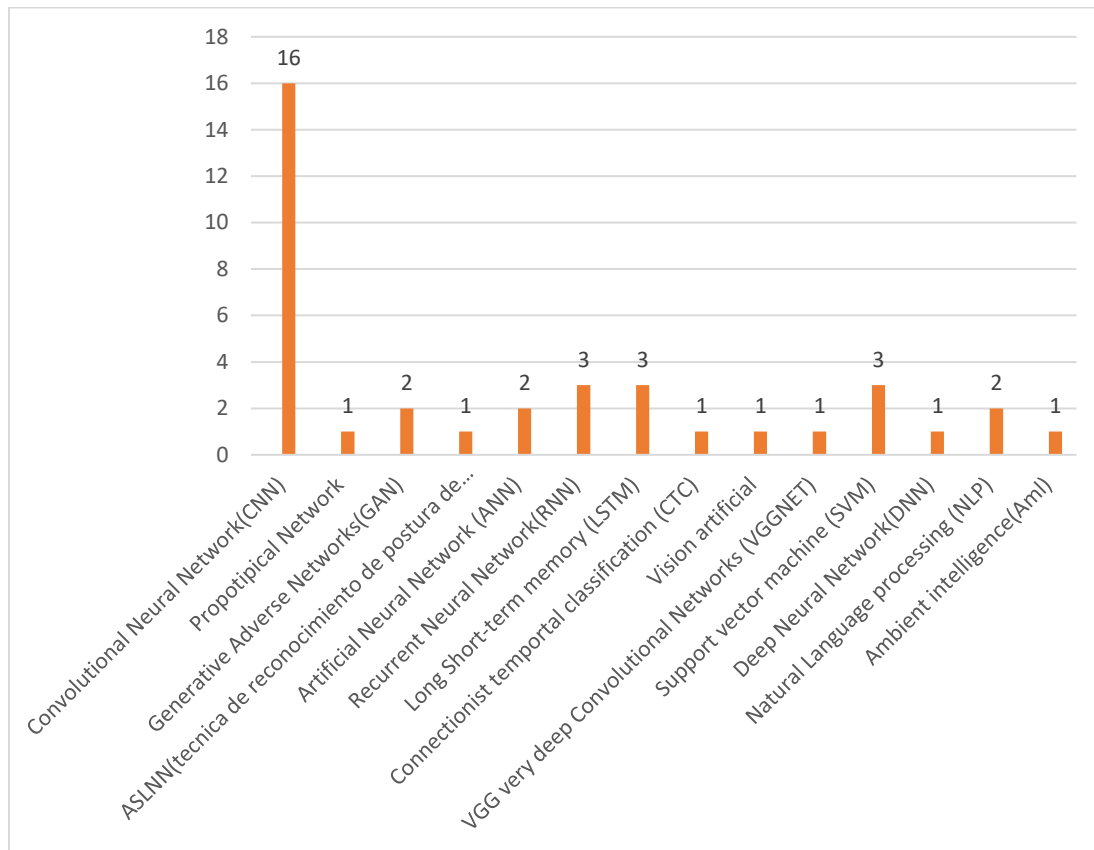
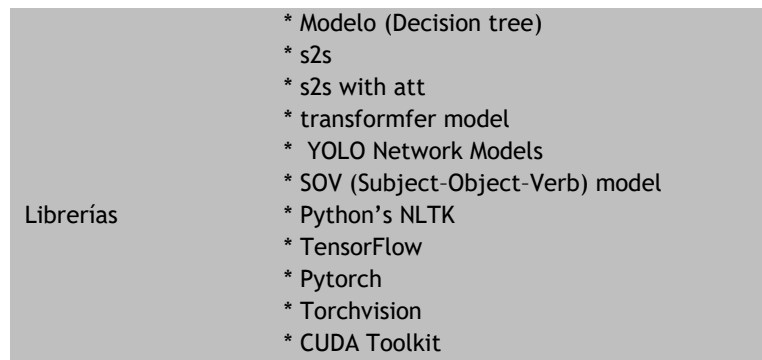


Figura 4. Cantidad de estudios por modelo de algoritmo de aprendizaje automático

RQ4: ¿Qué librerías, frameworks, modelo de datos se usaron?

Tabla 5. Resumen de los estudios que utilizan tecnologías de apoyo	
Tecnologías de apoyo	Nombres
Frameworks	* Anaconda * SL to text framework * Aml
Modelo de datos	* Model-Agnostic Meta-Learning (MAML) * Wide-DenseNet * Prototype Networks * Unidad Recurrente Cerrada (GUR) * Sign2Text * Sequence-to-Sequence (Seq2Seq) * aprendizaje por transferencia * codificadores automáticos convolucionales * BslDict , BSL-1K * Modelo de Markov Oculto (HMM) * TSR-2DCNN * texto2Pose * Pose2Malla



RQ5: ¿Qué métricas fueron consideradas para los resultados?

De acuerdo a los resultados de revisión, los estudios consideraron distintas métricas en sus intervenciones. Como se puede observar en la figura el número de artículos que evaluaron cada métrica por continente. La F-medida fue considerada en dos estudios americanos, tres asiáticos y uno africano.

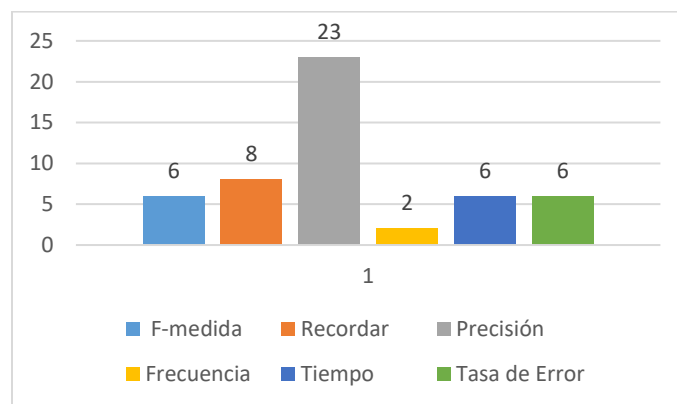


Figura 5. Cantidad de estudios por métrica evaluada

RQ6: ¿Qué conjunto de datos fueron usados para el entrenamiento de la IA?

Los investigadores usaron distintos conjuntos de datos (datasets) para el entrenamiento, validación y evaluación de los modelos de aprendizaje de sus respectivos estudios.

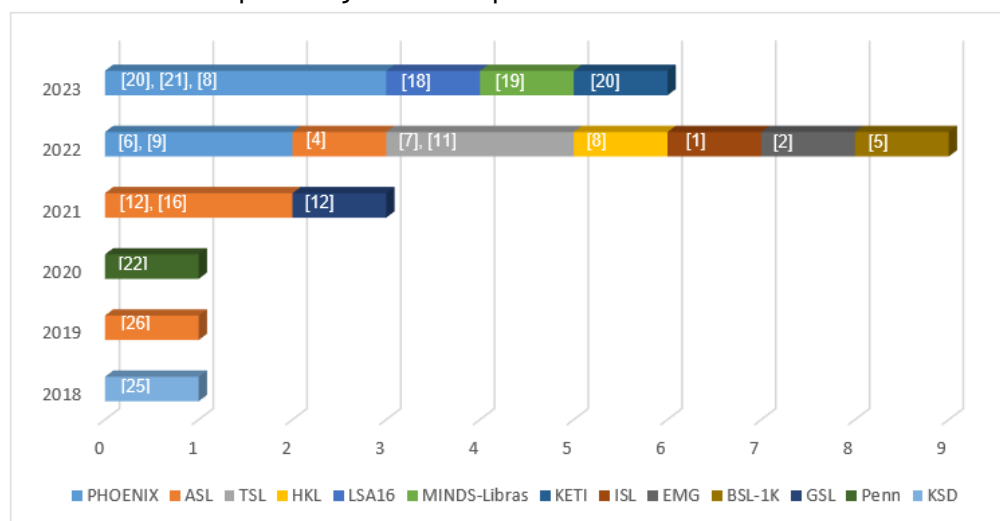


Figura 6. Datasets usados por año

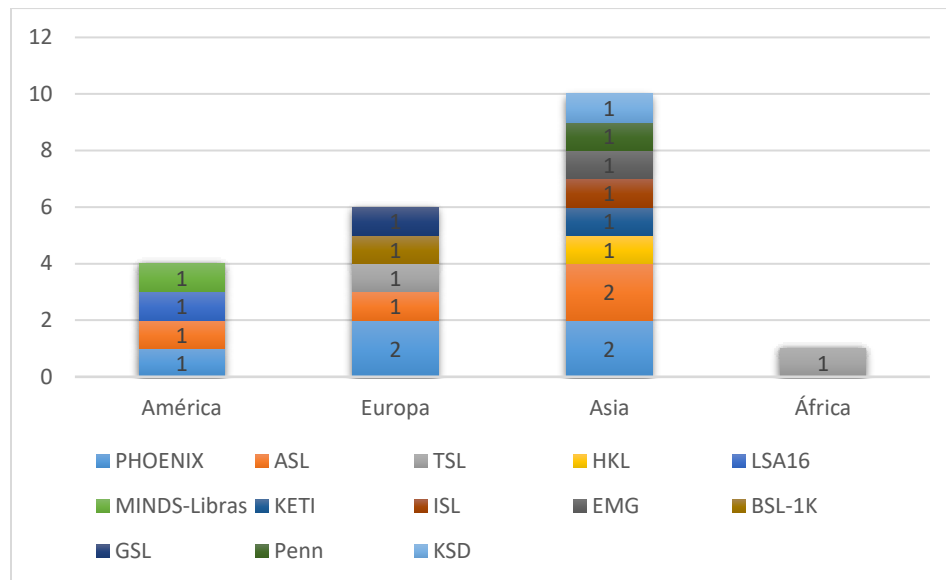


Figura 7. Datasets usados por Continente

RQ7: ¿Cómo se realizó el proceso de validación de la IA?

La validación de la inteligencia artificial es una fase fundamental para el desarrollo de modelos precisos y confiables. Los distintos estudios siguieron diferentes etapas para lograr un significativo rendimiento en la traducción de lenguaje de señas.

Tabla 6. Resumen de las etapas para la validación de la IA en los estudios.

(Autor, Año)	Etapas
1. (F. Ronchetti <i>et al.</i> , 2013) (G. M. Kumar et al., 2022) (KujaniT et al., 2022) (Y. Gu et al., 2022) (M. De Coster et al., 2022) (E. Gedkhaw, 2022) (Z. Zhou et al., 2022) (S. Stoll et al., 2022) (U. Fadlilah et al., 2022) (K. Myagila et al., 2022) (T. Ananthanarayana <i>et al.</i> , 2021) (H. Luqman et al., 2021) (M. Rivera-Acosta et al., 2021) (S. Abbas et al., 2021) (R. U. Khan, 2021) (H. ´ Ector Varela-Santos <i>et al.</i> , 2021) (N. Mehta et al., 2020) (Z. Zhou <i>et al.</i> , 2020) (M. Ootom et al., 2018) (R. M. Kagalkar, 2018)	Clasificación de las muestras: Las muestras fueron agrupadas para el entrenamiento, la validación y prueba de los modelos.
2. (G. Z. de Castro et al., 2022) (Y. Kim et al., 2023) (G. M. Kumar et al., 2022) (G. Varol et al., 2022) (E. Gedkhaw, 2022) (S. Stoll et al., 2022) (U. Fadlilah et al., 2022) (T. Ananthanarayana <i>et al.</i> , 2021) (H. Luqman et al., 2021) (M. Rivera-Acosta et al., 2021) (S. Abbas et al., 2021) (R. U. Khan et al., 2021) (H. ´ Ector Varela-Santos <i>et al.</i> , 2021) (N. Mehta et al., 2020) (Z. Zhou <i>et al.</i> , 2020) (Dewi D.A et al., 2019) (M. Ootom et al., 2018) (R. M. Kagalkar et al., 2018)	Preprocesamiento de las muestras: Se realizó la limpieza de ruido (eliminación de fondo, redimensión, etc.), purificación y depuración de las muestras.

3. (Y. Kim et al., 2023) (Y. Gu et al., 2022) (S. Z. Gurbuz et al., 2022) (M. De Coster et al., 2022) (Dewi D.A. et al., 2019) (M. Ootom et al., 2018) (R. M. Kagalkar et al., 2018)	Codificación/decodificación de las muestras: Permitió capturar y generar secuencias de entrada de manera eficiente.
4. (G. Z. de Castro et al., 2022) (KujaniT et al., 2022) (Y. Gu et al., 2022) (S. Z. Gurbuz et al., 2022) (M. De Coster et al., 2022) (Z. Zhou et al., 2022) (U. Fadlilah et al., 2022) (T. Ananthanarayana et al., 2021) (M. Rivera-Acosta et al., 2021) (Z. Zhou et al., 2020) (Dewi D.A. et al., 2019) (M. Ootom et al., 2018) (R. M. Kagalkar et al., 2018)	Se usaron capas de redes neuronales: Procesó y realizó cálculos para aprender y realizar tareas específicas.
5. (M. De Coster et al., 2022)	Usaron modelos preentrenados: Para acelerar las pruebas de traducción se usaron modelos evaluados previamente.
6. (F. Ronchetti et al., 2023) (G. Z. De Castro et al., 2022) (Y. Kim et al., 2023) (G. M. Kumar et al., 2022) (KujaniT et al., 2022) (Y. Gu et al., 2022) (S. Z. Gurbuz et al., 2022) (G. Varol et al., 2022) (E. Gedkhaw, 2022) (Z. Zhou et al., 2022) (S. Stoll et al., 2022) (U. Fadlilah et al., 2022) (K. Myagila et al., 2022) (T. Ananthanarayana et al., 2021) (H. Luqman, 2021) (M. Rivera-Acosta et al., 2021) (S. Abbas et al., 2021) (R. U. Khan et al., 2021) (H. Ector Varela-Santos et al., 2021) (N. Mehta et al., 2020) (Z. Zhou et al., 2020) (Dewi D.A. et al., 2019) (M. Ootom et al., 2018) (R. M. Kagalkar et al., 2018)	Entrenamiento de los modelos: Permitió que el modelo aprenda de los datos de entrenamiento para que pueda hacer predicciones o tomar decisiones precisas sobre nuevos datos que no ha visto antes.
7. (F. Ronchetti et al., 2023) (G. Z. De Castro et al., 2022) (Y. Kim et al., 2023) (G. M. Kumar et al., 2022) (KujaniT et al., 2022) (Y. Gu et al., 2022) (S. Z. Gurbuz et al., 2022) (G. Varol et al., 2022) (M. De Coster et al., 2022) (E. Gedkhaw, 2022) (Z. Zhou et al., 2022) (S. Stoll et al., 2022) (U. Fadlilah et al., 2022) (K. Myagila et al., 2022) (T. Ananthanarayana et al., 2021) (H. Luqman, 2021) (M. Rivera-Acosta et al., 2021) (S. Abbas et al., 2021) (R. U. Khan et al., 2021) (H. Ector Varela-Santos et al., 2021) (N. Mehta et al., 2020) (Z. Zhou et al., 2020) (M. Ootom et al., 2018) (R. M. Kagalkar et al., 2018)	Medición de precisión: Se utilizaron una variedad de métricas de evaluación para medir la calidad y el rendimiento de los modelos de aprendizaje automático. Algunos son: accuracy, recall, F1 score, etc.
8. (D. Kosmopoulos et al., 2022)	No especifica

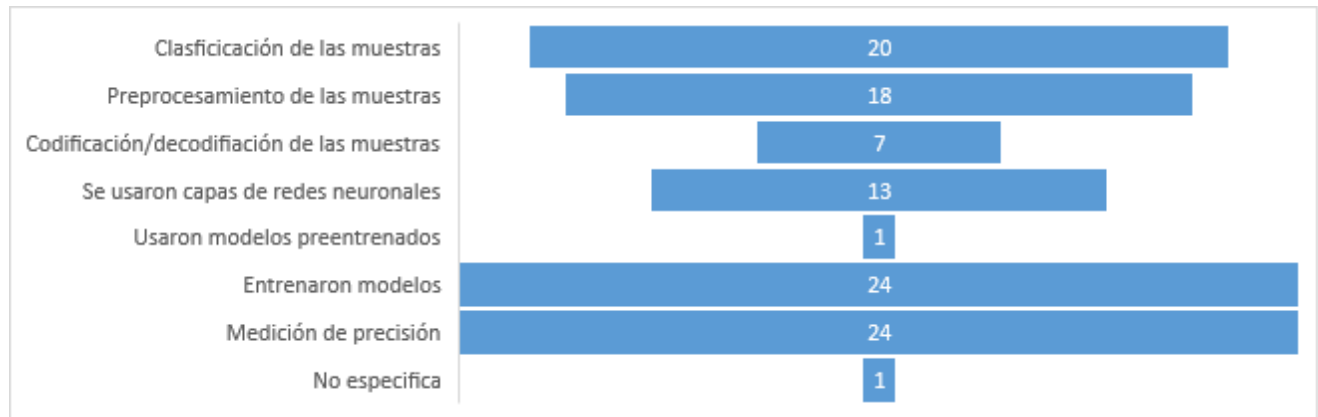


Figura 8. Cantidad de estudios por etapa de validación de IA

RQ8: ¿Cuál fue el nivel de precisión alcanzado en la validación de los modelos de la IA?

Por simplicidad, se denominó “bajo” a los resultados dentro del rango 0 % - 59,9 %, “medio” 60 % - 89,9 % y “alto” 90 % - 100 %.

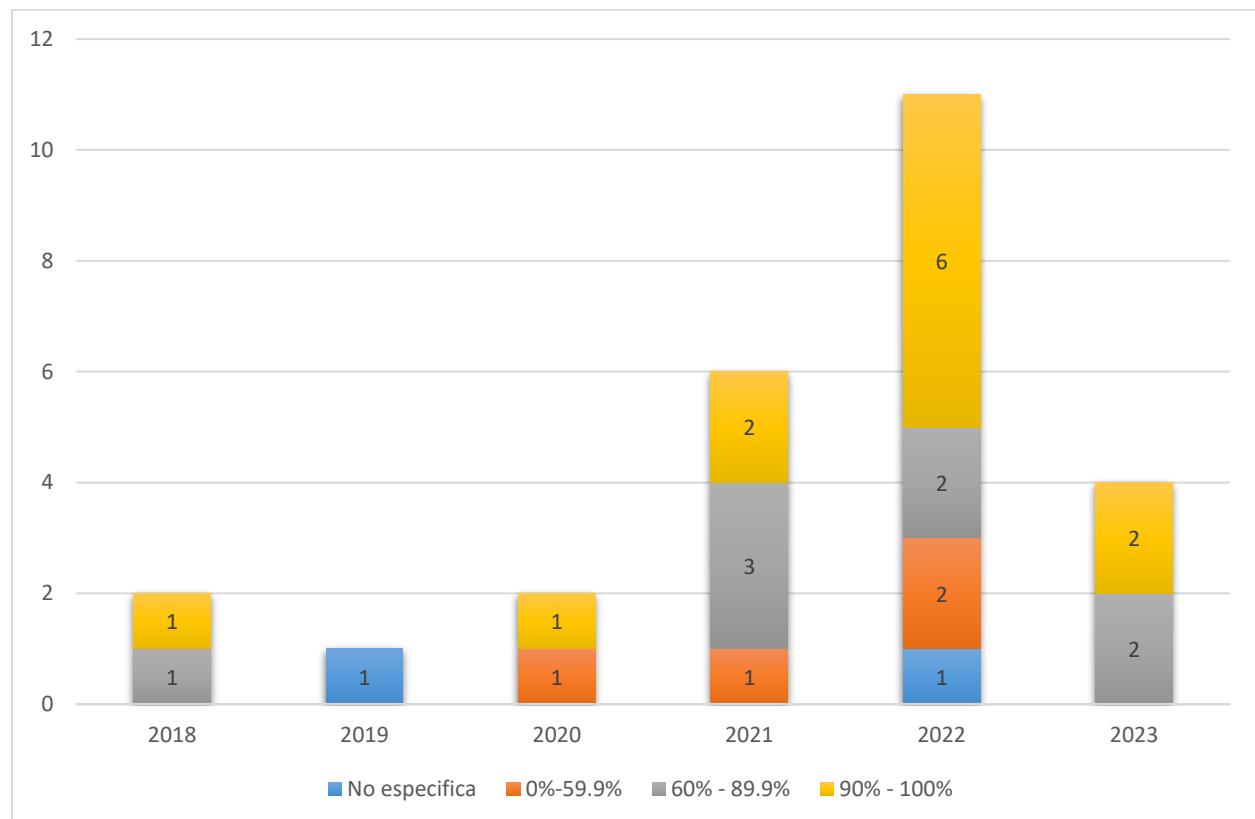


Figura 9. Nivel de precisión de traducción por año

A partir de lo anterior, el 50 % obtuvo un nivel alto, 33 % medio, 17 % bajo y 12 % no especifica resultados de precisión alguna.

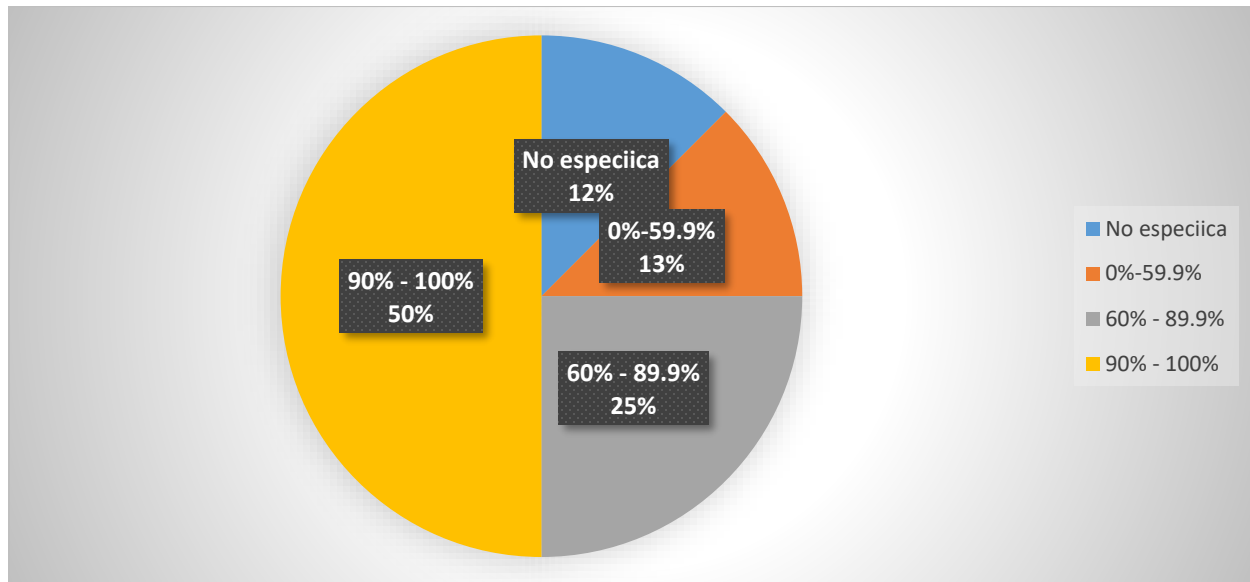


Figura 10. Porcentaje por nivel de precisión

DISCUSIÓN

En este estudio de revisión, incrementó significativamente las investigaciones sobre el uso de inteligencia artificial en la traducción de lenguajes de señas. Este incremento está relacionado a la participación de nuevos continentes en el área de Ciencias de la Computación.^(40,41,42) El en año 2022 se realizó una investigación africana, continente que no había registrado anteriormente estudios en este campo. Adicionalmente, ese mismo año se quintuplicó la cantidad de estudios europeos en comparación con la cantidad de estudios desarrollados el año previo.^(43,44,45,46,47)

A diferencia de lo reportado, los estudios utilizaron lenguajes de señas para realizar sus intervenciones y el lenguaje de señas indio artículos lo consideran que se adapta bien al momento de interpretar las señas lo que proporciona mayor precisión.^(48,49,50) En esta revisión sistemática, se evidencia diferentes objetivos de estudio, los autores propusieron métodos con sensores y otros dispositivos como teléfonos móviles y relojes digitales, lo cual demuestra a diferencia de años anteriores la evolución de los estudios para romper las barreras para las personas con pedida de audición y habla.^(51,52,53,54,55,56) Varios de estos estudios utilizaron Convolutional Neural Network (CNN) fue mencionado 16 veces, para entrenar los algoritmos y mejorar la precisión reconocimiento y traducción del lenguaje de señas.⁽⁵⁷⁾ Y para organizar y documentar estos datos se ayudaron de proponiendo modelos de datos mencionados en 13 artículos y otros estudios usaron frameworks, librerías para procesar los datos y mejorarlos.⁽⁵⁸⁾

También se encontró que el nivel de precisión de traducción de lenguaje de señas alcanzado por la mayoría estudios del periodo 2022 - 2023 es alto (90 % - 100 %), en comparación con las investigaciones desarrolladas en el periodo 2018 - 2021. Esta diferencia puede explicarse con el incremento de uso de datasets en los estudios más recientes que fueron muy relevantes en la etapa de entrenamiento y validación de los modelos de IA para alcanzar un mejor desempeño en las tareas de reconocimiento de las entradas de datos.^(59,60,61,62,63)

CONCLUSIONES

Este estudio llevó a cabo una revisión de literatura sistemática acerca del uso de inteligencia artificial en la traducción de lenguaje de señas. Esta investigación identificó un persistente esfuerzo, en la traducción de lenguaje de señas con IA, del continente asiático desde el año 2018 y, además, se corroboró

un auge en el área de las Ciencias de la Computación enfocado a la traducción del lenguaje de señas a partir del año 2020. Se concluye que existe una evolución exponencial en el uso de redes neuronales para lograr una mejor eficacia en la traducción de lenguajes señas. Las redes neuronales más usadas y eficientes fueron las llamadas Redes Neuronales Convolucionales (CNN por sus siglas en inglés) que alcanzaron un nivel de precisión alto, es decir, sus resultados oscilaron entre 90 % y el 100 % de acertamiento. Las etapas más aplicadas involucraron la clasificación de las muestras, preprocesamiento de las muestras, aplicación de capas de redes neuronales, entrenamiento de los modelos de aprendizaje y la evaluación de las métricas. Para futuros trabajos, es recomendable revisar las investigaciones pertenecientes a continentes que tuvieron escasa participación en esta revisión de literatura sistemática como, por ejemplo, el continente africano; y el uso de redes neuronales que no resaltaron mucho en este estudio como, por ejemplo, Redes Adversas Generativas (GAN por sus siglas en inglés) y Red Neuronal Profunda (DNN por sus siglas en inglés) ya que equilibrarían la precisión e incremento del uso de inteligencia artificial en la traducción de lenguaje de señas entre continentes.

REFERENCIAS

1. Sultan, W. Makram, M. Kayed, y A. A. Ali, «Sign language identification and recognition: A comparative study», *Open Computer Science*, vol. 12, n.o 1, pp. 191-210, may 2022, doi: 10.1515/comp-2022-0240.
2. Aguirre M, Peñafiel S, Anlage A, Brown E, Enriquez-Chavez C, Paredes I. Comparative Analysis of Classification Models for Predicting Cancer Stage in a Chilean Cancer Center. *Data and Metadata* 2023;2:123 123. <https://doi.org/10.56294/dm2023123>.
3. Álvarez YB, Martínez AB, Rodríguez EM, Morales-Peralta E, Domínguez NG, Méndez-Rosado LA. Inusual ganancia en 9qh y su posible influencia en los trastornos reproductivos. A propósito de un caso. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias* 2023;2:339 339. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023339>.
4. Arellano JF, Pineda EA, Ponce ML, Zarco A, Aburto IA, Arellano DU. Academic stress in first year students in the career of Medical Surgeon of the Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. *UNAM, 2022. Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:37 37. <https://doi.org/10.56294/mw202337>.
5. Auza-Santivañez JC, Perez JS, Lara YD, León DO, Condori-Villca N, Loaces JPA. Valor predictivo de la escala CONUT en la detección precoz del riesgo nutricional y su relación con la mortalidad en pacientes críticos. *Salud, Ciencia y Tecnología* 2023;3:339 339. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023339>.
6. Bautista CAC, Carpio V del PC. Conocimientos y actitudes en adolescentes frente a enfermedades de transmisión sexual. *Salud, Ciencia y Tecnología* 2023;3:344 344. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023344>.
7. Cantaro JCC, Tello JDLCH, Ruiz GEZ, Claudio BAM. Leadership styles and organizational climate among employees in Lima, Peru. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:36 36. <https://doi.org/10.56294/hl202336>.
8. Castillo-González W. The importance of human supervision in the use of ChatGPT as a support tool in scientific writing. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:29 29. <https://doi.org/10.56294/mr202329>.

9. D. Kosmopoulos et al., "Museum Guidance in Sign Language: the SignGuide project," in ACM International Conference Proceeding Series, Association for Computing Machinery, Jun. 2022, pp. 646-652. doi: 10.1145/3529190.3534718.
10. Dávila-Morán RC, Castillo-Sáenz RA, Vargas-Murillo AR, Dávila LV, García-Huamantumba E, García-Huamantumba CF, et al. Aplicación de Modelos de Aprendizaje Automático en la Detección de Fraudes en Transacciones Financieras. *Data and Metadata* 2023;2:109 109. <https://doi.org/10.56294/dm2023109>.
11. Dewi D.A., Rajinder Singh H.K., and Husaini M.A., "InstantSL: A Sign Language Model to Support Two-Way Communication between Aurally Impaired Communities with Others," 2019.
12. E. Gedkhaw, "The Performance of Thai Sign Language Recognition with 2D Convolutional Neural Network Based on NVIDIA Jetson Nano Developer Kit," *TEM Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 411-419, Feb. 2022, doi: 10.18421/TEM111-52.
13. F. Ronchetti et al., "comparison of small sample methods for Handshape Recognition," *J Comput Sci Technol*, vol. 23, no. 1, p. e03, Apr. 2023, doi: 10.24215/16666038.23.e03.
14. Fernández CJ. El caso Wyclif en la Inglaterra medieval tardía: un ejemplo de interacción entre filosofía, política, crítica social y lengua. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias* 2023;2:70 70. <https://doi.org/10.56294/sctconf202370>.
15. G. M. Kumar and A. Pandian, "A constructive deep convolutional network model for analyzing video-to-image sequences," *Data Knowl Eng*, vol. 144, p. 102119, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.datak.2022.102119.
16. G. Varol, L. Momeni, S. Albanie, T. Afouras, and A. Zisserman, "Scaling up sign spotting through sign language dictionaries," May 2022, doi: 10.1007/s11263-022-01589-6.
17. G. Z. de Castro, R. R. Guerra, and F. G. Guimarães, "Automatic translation of sign language with multi-stream 3D CNN and generation of artificial depth maps," *Expert Syst Appl*, vol. 215, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.119394.
18. García-García I, González-García S, Coello-Caballero H, Garzón-Cutiño L, Hernández-Cuétara L. Analysis of scientific publications by professors of a Faculty of Medical Sciences. *Data and Metadata* 2023;2:118 118. <https://doi.org/10.56294/dm2023118>.
19. Goire YE, Durán AGP, Arias MC, Flores CR, Muñoz EEC. Metrics on Internal Medicine from the journal *Gaceta Médica Estudiantil*. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:36 36. <https://doi.org/10.56294/mw202336>.
20. Gonzalez-Argote D, Gonzalez-Argote J, Machuca-Contreras F. Blockchain in the health sector: a systematic literature review of success cases. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:6 6. <https://doi.org/10.56294/gr20236>.
21. Gonzalez-Argote D, Gonzalez-Argote J. Generation of graphs from scientific journal metadata with the OAI-PMH system. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:43 43. <https://doi.org/10.56294/mw202343>.

22. Gonzalez-Argote J, Gonzalez-Argote D. 10 Best practices in Immersive Learning Design and 10 points of connection with the Metaverse: a point of view. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:7 7. <https://doi.org/10.56294/mr20237>.
23. Gonzalez-Argote J. A Bibliometric Analysis of the Studies in Modeling and Simulation: Insights from Scopus. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:5 5. <https://doi.org/10.56294/gr20235>.
24. Gonzalez-Argote J. Analyzing the Trends and Impact of Health Policy Research: A Bibliometric Study. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:28 28. <https://doi.org/10.56294/hl202328>.
25. H. ´ Ector Varela-Santos et al., “Assistive Device for the Translation from Mexican Sign Language to Verbal Language,” 2021.
26. H. Luqman and E. S. M. El-Alfy, “Towards hybrid multimodal manual and non-manual arabic sign language recognition: Marsl database and pilot study,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 10, no. 14, Jul. 2021, doi: 10.3390/electronics10141739.
27. Henao C, Lis-Gutiérrez JP, Lis-Gutiérrez M. Desigualdad en el acceso a la atención sanitaria: Una perspectiva latinoamericana. *Salud, Ciencia y Tecnología* 2023;3:355 355. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023355>.
28. Jimenez XC, Vargas JC, Medina PRSO, Victoria SM. Death: between the individual and the social. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:118 118. <https://doi.org/10.56294/cid2023118>.
29. K. Myagila and H. Kilavo, “A Comparative Study on Performance of SVM and CNN in Tanzania Sign Language Translation Using Image Recognition,” *Applied Artificial Intelligence*, vol. 36, no. 1, 2022, doi: 10.1080/08839514.2021.2005297.
30. KujaniT and DhipilKumarV, “Multiple Deep CNN models for Indian Sign Language translation for Person with Verbal Impairment,” 2022. [Online]. Available: www.ijisae.org
31. Leon E, Rodriguez C, Martínez MDC, Ron M. Hearing injuries due to atmospheric pressure changes in air and water survival training instructors. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:39 39. <https://doi.org/10.56294/hl202339>.
32. Lichtensztein M, Benavides M, Galdona C, Canova-Barrios CJ. Knowledge of students of the Faculty of Health Sciences about Music Therapy. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:35 35. <https://doi.org/10.56294/mw202335>.
33. M. De Coster and J. Dambre, “Leveraging Frozen Pretrained Written Language Models for Neural Sign Language Translation,” *Information (Switzerland)*, vol. 13, no. 5, May 2022, doi: 10.3390/info13050220.
34. M. Ootom and M. A. Alzubaidi, “Ambient intelligence framework for real-time speech-to-sign translation,” *Assistive Technology*, vol. 30, no. 3, pp. 119-132, May 2018, doi: 10.1080/10400435.2016.1268218.

35. M. Rivera-Acosta, J. M. Ruiz-Varela, S. Ortega-Cisneros, J. Rivera, R. Parra-Michel, and P. Mejia-Alvarez, "Spelling correction real-time american sign language alphabet translation system based on yolo network and LSTM," *Electronics (Switzerland)*, vol. 10, no. 9, May 2021, doi: 10.3390/electronics10091035.
36. Mendoza PT, Pérez GH, Rosales LM, Rosado LAM. Cromosoma 22 en anillo en paciente con trastorno del neurodesarrollo. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias* 2023;2:345 345. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023345>.
37. Milián YF. Diseño de curso de superación de postgrado sobre Nefrología Neonatal. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:85 85. <https://doi.org/10.56294/cid202385>.
38. Morgner MI, Djament L. Impact of Preventive and Mandatory Social Isolation in the control of type I diabetes in adults in the Buenos Aires Metropolitan Area. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:82 82. <https://doi.org/10.56294/cid202382>.
39. N. Mehta, S. Pai, and S. Singh, "Automated 3D sign language caption generation for video," *Univers Access Inf Soc*, vol. 19, no. 4, pp. 725-738, Nov. 2020, doi: 10.1007/s10209-019-00668-9.
40. Nahi HA, Hasan MA, Lazem AH, Alkhafaji MA. Securing Virtual Architecture of Smartphones based on Network Function Virtualization. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:37 37. <https://doi.org/10.56294/mr202337>.
41. Paredes FFO, Zuta MEC, Rios SWR, Achachagua AJY. Decision-Making in Tourism Management and its Impact on Environmental Awareness. *Data and Metadata* 2023;2:85 85. <https://doi.org/10.56294/dm202385>.
42. Peralta EM. Aplicación de los avances genéticos al diagnóstico médico. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias* 2023;2:338 338. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023338>.
43. Pérez-Hernández G, Téllez NR, C JJR, S LGL, L OG. Use of videos as a method of learning in social service projects. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:100 100. <https://doi.org/10.56294/cid2023100>.
44. Quintana-Honores M, Corvalán P, Girona-Gurán J. Family integration and skin-to-skin contact with the newborn favors the recovery of the hospitalized patient: experiences of its implementation in an Obstetric Critical Care Unit. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:33 33. <https://doi.org/10.56294/hl202333>.
45. R. M. Kagalkar and S. V. Gumaste, "Mobile application based translation of sign language to text description in Kannada language," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 12, no. 2, pp. 92-112, 2018, doi: 10.3991/ijim.v12i2.8071.
46. R. U. Khan, H. Khattak, W. S. Wong, H. Alsalman, M. A. A. Mosleh, and S. M. Mizanur Rahman, "Intelligent Malaysian Sign Language Translation System Using Convolutional-Based Attention Module with Residual Network," *Comput Intell Neurosci*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/9023010.

47. Romero-Carazas R. Prompt lawyer: a challenge in the face of the integration of artificial intelligence and law. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:7 7. <https://doi.org/10.56294/gr20237>.
48. Ruiz-Sáez P, Velásquez-Oberreuter L, Zúñiga NT, Acevedo ML. Implementación de dispositivos tecnológicos usados por terapeutas ocupacionales en la rehabilitación de extremidad superior posterior a un accidente cerebro vascular. *Salud, Ciencia y Tecnología* 2023;3:694 694. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023694>.
49. S. Abbas, H. Al-Barhamtoshy, and F. Alotaibi, "Towards an Arabic Sign Language (ArSL) corpus for deaf drivers," *PeerJ Comput Sci*, vol. 7, 2021, doi: 10.7717/PEERJ-CS.741.
50. S. Stoll, A. Mustafa, and J. Y. Guillemaut, "There and Back Again: 3D Sign Language Generation from Text Using Back-Translation," in *Proceedings - 2022 International Conference on 3D Vision, 3DV 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 187-196. doi: 10.1109/3DV57658.2022.00031.
51. S. Z. Gurbuz et al., "Multi-Frequency RF Sensor Fusion for Word-Level Fluent ASL Recognition," 2022. [Online]. Available: <http://asl-lex.org>
52. Saltos GDC, Oyarvide WV, Sánchez EA, Reyes YM. Análisis bibliométrico sobre estudios de la neurociencia, la inteligencia artificial y la robótica: énfasis en las tecnologías disruptivas en educación. *Salud, Ciencia y Tecnología* 2023;3:362 362. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023362>.
53. Sánchez RM. Transformando la educación online: el impacto de la gamificación en la formación del profesorado en un entorno universitario. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:47 47. <https://doi.org/10.56294/mr202347>.
54. Sánchez RM. Vídeos 360o como herramienta de entrenamiento de habilidades sociales con alumnado TEA. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:34 34. <https://doi.org/10.56294/mr202334>.
55. T. Ananthanarayana et al., "Deep Learning Methods for Sign Language Translation," *ACM Trans Access Comput*, vol. 14, no. 4, Dec. 2021, doi: 10.1145/3477498.
56. Torres LPL. Photographic images of indigenous peoples in contemporary Chilean poetry. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:76 76. <https://doi.org/10.56294/cid202376>.
57. U. Fadlilah, R. A. R. Prasetyo, A. K. Mahamad, B. Handaga, S. Saon, and E. Sudarmilah, "Modelling of basic Indonesian Sign Language translator based on Raspberry Pi technology," *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, vol. 22, no. 3, pp. 574-584, 2022, doi: 10.17586/2226-1494-2022-22-3-574-584.
58. Valles-Coral M, Lazo-Bartra U, Pinedo L, Navarro-Cabrera JR, Salazar-Ramírez L, Ruiz-Saavedra F, et al. Algoritmo no supervisado para clasificar niveles de riesgo de inmigración. *Data and Metadata* 2023;2:98 98. <https://doi.org/10.56294/dm202398>. Velasco ASD, Ccama FLM, Claudio BAM, Ruiz GEZ. Transformational Leadership as a Driver of Business Success: A Case Study in Caquetá. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:37 37. <https://doi.org/10.56294/hl202337>.

59. Y. Gu, C. Zheng, M. Todoh, and F. Zha, "American Sign Language Translation Using Wearable Inertial and Electromyography Sensors for Tracking Hand Movements and Facial Expressions," *Front Neurosci*, vol. 16, Jul. 2022, doi: 10.3389/fnins.2022.962141.

60. Y. Kim and H. Baek, "Preprocessing for Keypoint-Based Sign Language Translation without Glosses," *Sensors (Basel)*, vol. 23, no. 6, Mar. 2023, doi: 10.3390/s23063231.

61. Z. Zhou et al., "Sign-to-speech translation using machine-learning-assisted stretchable sensor arrays," *Nat Electron*, vol. 3, no. 9, pp. 571-578, Sep. 2020, doi: 10.1038/s41928-020-0428-6.

62. Z. Zhou, V. W. L. Tam, and E. Y. Lam, "A Portable Sign Language Collection and Translation Platform with Smart Watches Using a BLSTM-Based Multi-Feature Framework," *Micromachines (Basel)*, vol. 13, no. 2, Feb. 2022, doi: 10.3390/mi13020333.

63. Zayas ND, Martínez YEV, Hernández DQ, Ramírez MB. Diagnóstico prenatal de Hiperplasia adrenal congénita: presentación de un caso. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2023*;2:164 164. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023164>.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Conceptualización: Carlos Ortiz-Leon, Frank Yupanqui-Allcca, Brian Meneses-Claudio.

Investigación: Carlos Ortiz-Leon, Frank Yupanqui-Allcca, Brian Meneses-Claudio.

Redacción - borrador original: Carlos Ortiz-Leon, Frank Yupanqui-Allcca, Brian Meneses-Claudio.

Redacción - corrección y edición: Carlos Ortiz-Leon, Frank Yupanqui-Allcca, Brian Meneses-Claudio.