



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS**

Diseño y desarrollo de un traductor de lenguaje de señas a texto
para la mejora del diálogo no verbal

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

AUTOR:

Vargas Mexico, Javier Alejandro (orcid.org/0000-0002-4029-3333)

ASESOR:

Mg. Saboya Ríos, Nemias (orcid.org/0000-0002-7166-2197)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este artículo a todo el esfuerzo que implicó lograr culminar. Así como, todo y todas las personas que estuvieron detrás de este proyecto, que sin ellos no hubiera sido posible. También queremos expresar nuestro reconocimiento a mi mentor, colegas y seres queridos, cuyo apoyo y aliento han sido fundamentales durante este proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi pareja, quien me brindó el soporte que necesitaba en las tantas veces que quería darme por vencido. A mi asesor por su orientación experta, y comentarios constructivos a lo largo de todo el proceso. Su dedicación y conocimientos fueron fundamentales con el éxito de este trabajo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SABOYA RIOS NEMIAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS A TEXTO PARA LA MEJORA DEL DIÁLOGO NO VERBAL", cuyo autor es VARGAS MEXICO JAVIER ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SABOYA RIOS NEMIAS DNI: 42001721 ORCID: 0000-0002-7166-2197	Firmado electrónicamente por: NSABOYARI el 18- 12-2023 11:26:56

Código documento Trilce: TRI - 0699764



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, VARGAS MEXICO JAVIER ALEJANDRO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS A TEXTO PARA LA MEJORA DEL DIÁLOGO NO VERBAL", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VARGAS MEXICO JAVIER ALEJANDRO DNI: 72767259 ORCID: 0000-0002-4029-3333	Firmado electrónicamente por: JVARGASME el 22-12- 2023 10:01:29

Código documento Trilce: INV - 1401469

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos	33
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RCOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	47
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Guía del lenguaje de señas peruano	13
Tabla 2. Demarcación de la población	18
Tabla 3. Demarcación de la muestra	19
Tabla 4. Tabla de resultados del modelo	41
Tabla 5. Cronograma de proyecto - 2023	45
Tabla 6. Operacionalización de variables	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Traductor de lenguaje de señas a texto	8
Figura 2. Reducción de píxeles	9
Figura 3. Procesamiento de imágenes	9
Figura 4. Redes Neuronales Convolucionales (CNN)	11
Figura 5. El Abecedario del lenguaje de señas	11
Figura 6. Logo de Tensorflow	14
Figura 7. Perceptrones en una red neuronal	15
Figura 8. Diagrama de estudio	16
Figura 9. Carpeta con imágenes del dataset	21
Figura 10 Etiquetado de imágenes	22
Figura 11 Estructura de archivos	22
Figura 12 Redimensión de imágenes	23
Figura 13 Datos extraídos de Roboflow	24
Figura 14 Comando para la creación del modelo	25
Figura 15 Modelos predefinidos de Tensorflow	26
Figura 16 Arquitectura del proyecto	27
Figura 17 Directorio de aplicación web	28
Figura 18 Directorio del modelo dentro de la aplicación web	29
Figura 19 Función para encerrar objetos	30
Figura 20 Función para la detección de frames	31
Figura 21 Carga de modelo en página web	31
Figura 22 Visualización de la página web	32
Figura 23 Vista final de la página web	33
Figura 24 Medidas de tendencia central del tiempo promedio del traductor de lenguaje de señas	35
Figura 25 Conteo de respuestas del nivel de satisfacción del diálogo no verbal	36
Figura 26 Cantidad de datos del nivel de satisfacción del diálogo no verbal	36
Figura 27 Medidas de tendencia central del nivel de precisión en la traducción	37
Figura 28 Resultados del modelo	38
Figura 29 Predicción del modelo con imágenes	38
Figura 30 Curva de pérdida del modelo	39
Figura 31 Correlograma de etiquetas del modelo	39
Figura 32 Matriz de confusión normalizada del modelo	40
Figura 33 Matriz de confusión del modelo	40
Figura 34 Resultado de similitud del programa Turnitin	51
Figura 35 Cuestionario I	52
Figura 36 Cuestionario II	53

RESUMEN

La presente investigación consta del desarrollo de un traductor de lenguaje de señas a texto para la mejora del diálogo no verbal, dicho tema fue escogido debido a que no se encontró un trabajo realizado de la misma forma en ningún informe o proyecto realizado hasta la presente fecha que se elabora dicho documento. El objetivo del informe de investigación presentado básicamente consiste en determinar la eficacia del traductor de lenguaje de señas a texto para la mejora del diálogo no verbal. En cuanto a la metodología, el tipo de investigación fue aplicada de carácter cuantitativo. Su diseño de investigación fue tanto preexperimental como experimental. Se desarrolló el modelo con una muestra de más de 1200 imágenes dentro de nuestro dataset personalizado. Consiguiendo una precisión de 99.7% en imágenes y 90.5% en tiempo real por el momento, ya que luego de la última actualización, estos porcentajes presentaron un crecimiento enorme. Así como también, el indicador que mide la satisfacción del usuario final llegó al 80%, aprobando dicho indicador. En conclusión, debido a los resultados muy favorables y objetivo principal de este trabajo se logra deducir que se ha conseguido la eficacia del traductor de lenguaje de señas.

Palabras clave: Traductor, lenguaje de señas, red neuronal, diálogo no verbal, aplicación web

ABSTRACT

The present research consists of the development of a sign language to text translator for the improvement of nonverbal dialogue, this topic was chosen because no work was found done in the same way in any report or project carried out until the present date that this document is prepared. The objective of the research report presented basically consists of determining the effectiveness of the sign language to text translator for the improvement of nonverbal dialogue. As for the methodology, the type of research was quantitative applied. Its research design was both pre-experimental and experimental. The model was developed with a sample of more than 1200 images within our customized dataset. Achieving an accuracy of 99.7% in images and 90.5% in real time for the moment, since after the last update, these percentages presented a huge growth. Also, the indicator that measures end-user satisfaction reached 80%, approving this indicator. In conclusion, due to the very favorable results and main objective of this work, it can be deduced that the effectiveness of the sign language translator has been achieved.

Keywords: Translator, sign language, neural network, nonverbal dialogue, web application.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, se observa el avance tecnológico que ha tenido la sociedad, desde pequeños inventos hasta cohetes que se pueden volver a utilizar (CNN, 2020), esto va de la mano con el cambio generacional por el que se encuentran atravesando. En este caso, se hablará acerca de la accesibilidad tecnológica y cómo ésta ha ido evolucionando con el pasar de las generaciones a llegar a ser tomada en cuenta, algo que no se lograba hace mucho. (Paez, 2023), menciona que la accesibilidad se ve ampliamente mejorada tanto de manera productiva como eficaz, cuando se emplean herramientas tecnológicas. Y es aquí de donde partimos hacia la elección de nuestro tema. En primer lugar, para poder definir todo lo que abarca la accesibilidad. García, explica que la accesibilidad se entiende como la norma de que todo lugar o herramienta debe cumplir ciertos estándares, con el fin de ser de índole universal para todas las personas, de modo que no afecte la seguridad y ergonomía de los mismos (2022).

En el país, aproximadamente el 10.4% presenta alguna discapacidad, en donde también se encuentra la discapacidad auditiva, estadística que asegura que estas personas suelen contar con dificultades o limitaciones al momento de realizar sus actividades o tareas en su día a día (INEI, 2017). Estas cifras son alarmantes, debido al poco interés que se demuestra, desde caminos señalizados, semáforos con audio integrado, rampas, elevadores, o simplemente, caminos sin asfaltar, problemas en la comunicación con personas sordas, entre otras muchas más. Y es en el último punto descrito, donde se enfocará, en las personas con discapacidades auditivas, ya que, es uno de los grupos con menos implementaciones de accesibilidad y las que más problemas presentan al momento de comunicarse, en un país donde la comunicación es clave, desde avisos por televisión o radio, hasta en la calle misma, en donde muchas veces reina el caos y aún más en este tipo de casos (Espinoza, 2022).

Según un estudio realizado en Europa, se confirma un secreto a voces que sería el impacto negativo que dejó a lo largo de su paso la pandemia que se atravesó. Viéndose gravemente afectadas las personas con discapacidad comunicativa, evidenciando y agravando una problemática ya existente, su comunicación. Este estudio, dio como resultado, que la pandemia junto al uso de mascarillas, protectores entre otros, dificulta la comunicación al momento de la lectura de labios o señas para su conversación, generando mayores niveles de

estrés y descuidos, como el quitarse los protectores, para poder entenderse (Martillo, 2023). Es aquí, donde se identifica que la problemática se extiende a una realidad global.

Hospital Clínic explica que en diversos estudios se manifiestan los factores que afectan en el día a día a personas con problemas auditivos, como la presencia de distractores, espacios, iluminación suficiente, no bajar la guardia y mostrarse atento a todo lo ocurrido alrededor, escribir cada que no se logre entender, interrupción en el descanso y problemas en la vida sexual como también al momento de dirigirse a lugares nuevos (2018). Todo lo mencionado, al ser parte de la rutina diaria, no solo afecta a la persona a desarrollarse, sino que también se ve seriamente afectada su calidad de vida (Hospital Clínic, 2018).

Y es así, como luego de todo lo descrito, se propuso escoger e identificar uno de los problemas más comunes y recurrentes que sobrellevan las personas con discapacidades auditivas, la comunicación. Se logró identificar la alternativa más efectiva, la cual consiste en diseñar y desarrollar un traductor de lenguaje de señas, con la finalidad de poder hacer esta conversión a texto, esto se logrará gracias al reconocimiento de imágenes implementado por medio de redes neuronales convolucionales, el motivo de la selección de esta opción fue por su gran relevancia al momento de solucionar nuestra variable dependiente.

Es por ello, que se plantea la realización de un producto comunicacional que facilite esta dificultad auditiva y ayude a aquellas personas a desarrollarse mucho mejor en su entorno.

Por ende, el estudio formula la siguiente pregunta de investigación:

PG: ¿En qué medida el diseño y desarrollo de un traductor de lenguaje de señas a texto favorecerá el diálogo no verbal?

PE1: ¿De qué manera un traductor de lenguaje de señas a texto incrementa la satisfacción en el diálogo no verbal?

PE2: ¿De qué manera un traductor de lenguaje de señas a texto favorece en la precisión de traducción del diálogo no verbal?

Mientras tanto, pasando a las justificaciones, se tiene la obligación de presentar cada una de los motivos y razones encontrados a lo largo de la motivación y las cuales dieron fruto al inicio de la misma:

La justificación teórica de este proyecto consiste en la necesidad de poder romper las brechas existentes de comunicación que enfrentan las personas con discapacidades auditivas con la sociedad. Se espera que el producto presentado proporcione una solución efectiva mediante el uso de la inteligencia artificial, siendo más específicos, las redes neuronales. Por otro lado, el producto puede partir como base a soluciones mucho más avanzadas, en relación al reconocimiento de imágenes.

Para nuestra justificación práctica, consiste en poder expandir la creación y desarrollo de aplicaciones o herramientas que mejoren la accesibilidad y sobre todo mejoren la calidad de vida de las personas con discapacidades auditivas. Se espera que el traductor de lenguaje de señas a texto, nos permita lograr una comunicación efectiva y fluida en diversas situaciones presentadas en el día a día. Además, de poder migrar a distintos campos relacionados, y con esto conseguir ampliar el impacto que cambiaría la forma de comunicar en la sociedad, sin contar el tema de concientización, el cual servirá para poder lograr un mejor trato y empatía, como creación de leyes a favor de este sector.

En cuanto a la justificación social, se busca lograr por medio de la entrega del traductor de lenguaje de señas, conseguir un mayor compromiso por parte de las autoridades y empresas, en cuanto a la accesibilidad y seguridad para las personas con dificultades auditivas dentro de nuestra sociedad, con esto permitir una mejor inclusión en el ámbito laboral y social, y poder afianzar a este grupo minoritario dentro de la población.

Por último, nuestra justificación metodológica, se basa en la realización de métodos científicos con ayuda de herramientas, tanto para recolección de imágenes de personas empleando el lenguaje de señas sin discriminar su edad, generación de nuevos datos, esto datos serán analizados por medio de redes neuronales, para la obtención de una reducción de la brecha social que existe actualmente y perjudica a las personas sordas o con discapacidades auditivas.

En este caso, una vez presentado las justificaciones correspondientes, se procede a explicar cada uno de los objetivos, tanto generales como específicos que

estarán presentes durante toda nuestra investigación:

OG: Determinar la eficacia del traductor de lenguaje de señas a texto en la mejora del diálogo no verbal

OE1: Conseguir un nivel de precisión notablemente alto por traducción realizada.

OE2: Conseguir un notablemente alto nivel de satisfacción de las personas al momento de emplear el lenguaje de señas

Por último, la presentación de las hipótesis correspondientes relacionadas a la investigación:

HG: La implementación del traductor de lenguaje de señas a texto presenta una mejora significativa en el diálogo no verbal

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes nacionales

Si tomamos en cuenta el estudio publicado por Asencios et al. (2018), que consistía en la realización de un traductor móvil de texto a lenguaje de señas, tuvo como objetivo general, mejorar la comunicación de señas en personas con discapacidades auditivas mediante su traductor desarrollado. El tipo de investigación fue pre experimental que tuvo como fuente la recolección de cuestionarios y guías de observación. Se usaron tecnologías como OpenCV, SO Android, entre otros. Por último, se concluyó que tuvo gran aceptación la hipótesis planteada mejorando la comunicación de señas en personas con discapacidad auditiva.

Por otro lado, contamos con el estudio de Ayala (2020), titulado “Sistema informático de escritura para mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas en estudiantes con discapacidad auditiva de un CEBE” el cual tuvo como objetivo mejorar el aprendizaje de lenguaje de señas dentro de la entidad educativa Centro de Educación Básica Especial (CEBE). El diseño de investigación fue experimental y se trabajó con el test de Shapiro-Wilk. Las tecnologías a utilizar fueron Microsoft .Net Framework 4.7.2 y la metodología MEDESME. Finalmente, se concluyó que sí hubo una mejora en el aprendizaje de lenguaje de señas, aceptando la hipótesis alternativa.

Para esta investigación, realizada por Arrunategui et al. (2021), el cual titulaba “Sistema de traducción bidireccional de texto y voz a lenguaje de señas peruano en Piura, 2021”, tuvo como objetivo general determinar el impacto generado después de la implementación de un sistema de traducción bidireccional de texto y voz a lenguaje de señas peruano. El diseño fue experimental. Además, para la recolección de datos, se aplicó la técnica y guías de observación, utilizando el test de Shapiro-Wilk. Por último, se llegó a la conclusión, que el sistema debido a que es bidireccional permitía aumentar el rango de personas beneficiadas, con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios al momento de entablar una conversación.

En cuanto a esta investigación, desarrollado por Cieza (2022), de título Desarrollo de una aplicación móvil de interpretación de lenguaje de señas (LSP) a

texto utilizando la inteligencia artificial para el colegio Tres Olivos. El cual consiste en utilizar la mencionada aplicación con el fin de enseñar a las personas sordas. Su objetivo principal enfatiza en el desarrollo de una app para dispositivos móviles que permita una mejor interpretación del lenguaje de señas. Como conclusión, se logró mejorar tanto los tiempos, como el rendimiento y los costos para las personas que lo utilizaban.

Por último, en la última investigación nacional, Salazar (2022), nos comenta en su trabajo titulado “Aplicación Móvil con Realidad Aumentada para el Aprendizaje de la Lengua de “Señas Peruana en Instituciones para discapacitados sordomudos”, con este trabajo se tuvo como objetivos mejorar el conocimiento y la satisfacción en el aprendizaje del lenguaje de señas. Luego del desarrollo y la prueba conjunta de su población, se logró cumplir con ambos objetivos específicos, consiguiendo una mejora del 40% en la nota mínima y una mejora de 16.4% en la nota media en cuanto al aprendizaje del lenguaje de señas.

Antecedentes Internacionales

En cuanto a los antecedentes internacionales, Barros (2013), con su proyecto “Sistema unidireccional de traducción en lenguaje de señas en Colombia”, el cual por medio de una revisión en cuanto a semántica y gramática logra conseguir una traducción aceptable, la cual tiene como objetivo, permitir accesibilidad entre las personas sordas con la sociedad por medio de un prototipo de traducción. Este desarrollo está realizado con inteligencia artificial que se encarga de la identificación de imágenes para su traducción, posterior a ello, se realiza un mayor énfasis en relacionar todas las palabras traducidas de modo que asegure una buena gramática en el léxico colombiano. Además, menciona su interés en la expansión de la plataforma en diversos países, mejorando y adaptando sus herramientas a los distintos léxicos.

Según Healy (2018), menciona que estudiantes de una universidad de México, desarrollaron el proyecto “Guante traductor de lengua de señas en apoyo a las personas sordas”. Su objetivo es poder comunicar a las personas sordas con los demás, a través de un guante que por medio de los movimientos sea capaz de interpretar sus gestos y traducirlos por medio de frases mostradas en pantalla.

Comenta Romero, R.V., et. al. (2021), por medio del proyecto “SISTRAD”, también de Colombia, tienen como objetivo la creación de una aplicación para dispositivos de escritorio mediante un avatar, que permite reconocer la voz y traducirla al lenguaje de señas. Es decir, permite ingresar el texto para generar un video en lenguaje de señas que traduzca el texto ingresado. Tendrá como herramientas tecnológicas el uso de la base de datos SQLite y fue desarrollada en .NET. Obtuvo como resultado que todos los docentes que emplearon esta tecnología, afirman evidencia una mejoría en cuanto a la enseñanza inclusivo para sus alumnos sordos, indistintamente la edad del mismo. Por otro lado, el uso de vídeos que incluía este proyecto, fue de gran ayuda para captar el interés de los más pequeños.

2.2. Bases teóricas

- **Traductor de lenguaje de señas a texto**

El mundo se está adaptando a la era digital, la cual nos ha producido una serie de inventos tecnológicos que han logrado suplir diversas necesidades que presentan las sociedades. Uno de ellos, la brecha idiomática. Para ello, se desarrollaron los traductores. Según Stratch (2023), comenta que, gracias al aprendizaje automático, se lograron distintas innovaciones a lo largo de los últimos años, siendo los traductores uno de ellos, ya que después de la creación de modelos, pruebas y ajustes se logra que puedan entender palabras, estructuras, semántica, gramática, entre otros. El núcleo de cómo funciona son las redes neuronales convolucionales (CNN).

Figura 1. Traductor de lenguaje de señas a texto



Fuente: Elaboración propia

- **Redes Neuronales Recurrentes**

(Arana C, 2021), señaló en su trabajo de investigación que las redes neuronales recurrentes son un tipo de modelo de aprendizaje intensivo que es utilizado para procesar y analizar datos secuenciales como el lenguaje natural, la música, el vídeo y las series temporales. Las RNN tienen ciclos que conectan nodos adyacentes o pasos de tiempo, lo que les permite tener memoria interna y capturar dependencias secuenciales y temporales en los datos. Las RNN son capaces de realizar mapeos de uno a muchos, de muchos a muchos y de muchos a uno, lo que las hace muy útiles para una amplia variedad de aplicaciones en el procesamiento de datos.

- **Redes Neuronales Convolucionales**

Las redes neuronales convolucionales, según IBM (2022), forman parte del mundo del machine learning y Deep learning. Consiste en un conjunto de nodos los cuales se relacionan entre sí por medio de umbrales y pesos. Se utilizan en su mayoría para la clasificación de imágenes debido a su gran eficacia frente a este tipo de escenarios, ya que, presentan un aprendizaje con base en las características del objeto a estudiar y no de su forma en sí, logrando reconocer los objetos en casuísticas frente a distintas iluminaciones, distorsiones y otras modificaciones al momento de tomar la imagen.

Figura 2. Reducción de píxeles



Fuente: Elaboración propia

- **Procesamiento de imágenes**

Las redes neuronales convolucionales procesan las imágenes mediante capas, cada capa sirve de ayuda para extraer cada una de las características que presente el objeto de estudio, con el fin de poder reconocerlo sin la necesidad de recordar la forma como tal. La primera capa sirve de ayuda para tratar la información recibida en los parámetros, por lo general, se manejan y reducen las imágenes a una idéntica, pero mucha más reducida en píxeles (Pérez Borrero y Gégundez Arias 2021).

Este tipo de redes, se dividen en dos procesos, los cuales consisten en la extracción de características del objeto indicado, se realiza por el estudio de cada uno de los píxeles y alrededor con ayuda de bucles, y el segundo proceso consiste en la clasificación de características ya extraídas previamente (Pérez Borrero y Gégundez Arias 2021).

Figura 3. Procesamiento de imágenes



Fuente: Elaboración propia

- **Framework**

El framework a utilizar será TensorFlow, ya que, además de ser de código abierto, facilita la creación de redes neuronales y el reconocimiento de imágenes. Por otro lado, fue el framework que más se han utilizado en los artículos revisados, cuenta con una gran comunidad. Por último, muchas de las grandes empresas como Google o Twitter, utilizan esta tecnología.

- **Chat GPT**

Es un chatbot conocido que funciona a través de redes neuronales según la arquitectura Transformer. Además, con su nueva funcionalidad mediante API, permite realizar búsquedas a través de peticiones HTTP.

- **API**

Sus siglas significan Application Programming Interface, es el intermediario entre el backend y frontend y permite su conexión, sirve para cargar todo tipo de información, servicios y hasta recursos. Gracias a ellas, se maneja la interoperabilidad, que nos permite crear aplicaciones a gran escala.

2.3. Marco conceptual

- **Plataforma web**

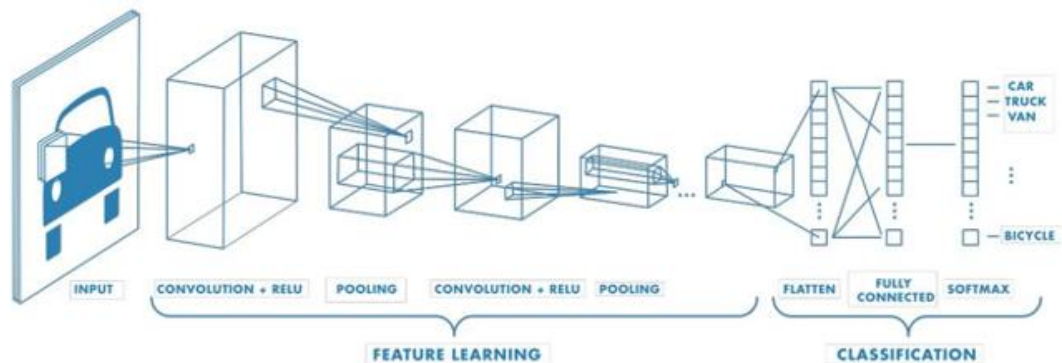
También conocido como sitio web, es un conjunto de herramientas y tecnologías que permiten la creación de sitios y aplicaciones web. Estas plataformas van más allá de una simple red social, ya que ofrecen la posibilidad de crear un sitio personalizado según nuestras preferencias y necesidades. En este espacio, podemos exhibir nuestro portafolio, proyectos independientes, compartir vídeos, enlazar nuestras redes sociales e incluso utilizarlo como una plataforma de ventas (Agudelo, 2015).

- **Red neuronal convolucional**

Según Pérez (2021), pertenece a las redes neuronales. Sin embargo, se diferencia debido a su inspiración en el cerebro humano, replicando funciones complejas como si se tratara de un humano. Se caracteriza por extraer características para la detección y reconocimiento de objetos mediante

imágenes.

Figura 4. Red Neuronal Convolutiva (CNN)



Fuente: Mathworks

- **Lenguaje de señas**

Según DIGEBE (2015), explica que la lengua de señas, también conocida como lengua de signos, es un sistema de comunicación natural basado en gestos, expresiones y percepción visual. Es utilizada por personas sordas para interactuar con su entorno social. Esta forma de comunicación se basa en el uso de movimientos y expresiones realizados con las manos, los ojos, el rostro, la boca y el cuerpo.

Figura 5. El abecedario en lenguaje de señas



Fuente: Ministerio de Educación

- **Guía de lenguaje de señas peruano**

Según Minedu (2015), proporciona una guía de 24 capítulos, con material

actualizado de las correctas señas aceptadas dentro del territorio peruano para poder comunicarse, e indica que, se agregó un apartado de vocabulario básico para conocer el alfabeto en dicho lenguaje.

Este documento comprende los siguientes capítulos:

Tabla 1. Guía de lenguaje de señas peruano

CAPÍTULO	HOJAS	TOTAL DE SEÑAS
El Alfabeto	2 hojas	Hay 27 señas
Números (Parte 1)	3 hojas	Hay 30 señas
Relaciones personales y Familiares	5 hojas	Hay 30 señas
Cuerpo Humano y Primeros Auxilios	1 hojas	Hay 6 señas
Números (Parte 2)	1 hojas	Hay 30 señas
Expresiones Comunes	3 hojas	Hay 8 señas
El Vocabulario	1 hojas	No hay señas
El Género Gramatical	2 hojas	Hay 4 señas
El Número Gramatical	3 hojas	Hay 6 señas
Los Tiempos Verbales	3 hojas	Hay 9 señas
Las formas interrogativas	4 hojas	Hay 11 señas
La Deixis en la lengua de señas	1 hoja	Hay 1 seña
Pronombres Personales	4 hojas	Hay 9 señas
Pronombres Posesivos	2 hojas	Hay 4 señas
Adjetivos Demostrativos	2 hojas	Hay 4 señas

Fuente: Elaboración propia

- **Tensorflow**

Es una biblioteca open source, dedicada al aprendizaje automático, el cual nos permite construir redes neuronales con mayor facilidad, ya sea para la resolución de tareas, algoritmos o el procesamiento de imágenes. Para la configuración inicial de las neuronas es necesario tener definido con qué información contamos y hacia dónde queremos llegar, por ello, debemos tener en cuenta nuestros parámetros de entrada.

Figura 6. Logo de Tensorflow



Fuente: Tensorflow

- **TensorflowJS**

Es una biblioteca creada con el fin de obtener compatibilidad con el lenguaje de programación JavaScript y ser una alternativa a los desarrollos de Python. Al igual que otras bibliotecas, trabaja con aprendizaje automático y se apoya del motor del navegador o de node, como lo hace el mismo lenguaje.

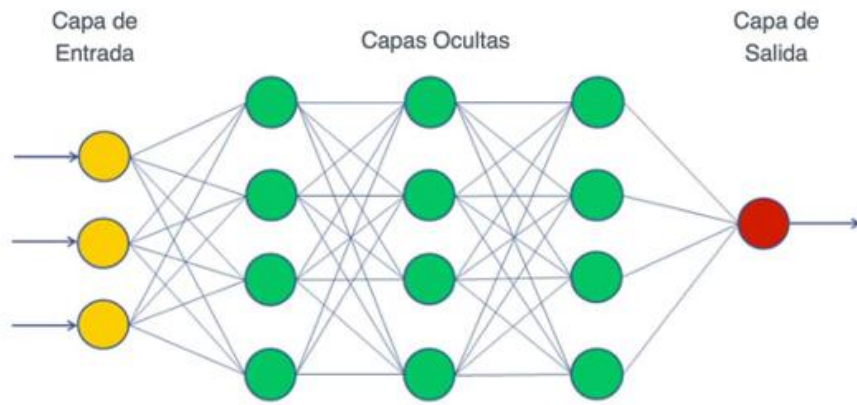
- **Procesamiento de lenguaje natural**

Singh (2022), explica que el procesamiento de lenguaje natural intenta emular como lo dice su nombre, el procesamiento automático de las personas al comunicarse. Además, indica que va más allá de un simple análisis, debido a que representa la idea que se desea conseguir.

- **Perceptrón**

Es la unidad mínima de una neurona, su función principal es la de identificar e idear un patrón de reconocimiento de las características más resaltantes del parámetro recibido, con el fin de poder clasificarlo sin problema. Se dividen en capas de entrada, ocultas y de salida.

Figura 7. Perceptrones en una red neuronal



Fuente: Aprende IA

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La finalidad de la presente investigación en esta oportunidad será de tipo aplicada. Además, de acuerdo al carácter de medida presenta un enfoque cuantitativo. A su vez, Ortega (2022) menciona que el tipo de investigación aplicada, permite solucionar dificultades o desafíos particulares ya sea de carácter colectivo o individual. Por otro lado, según Muguirra (2018), explica que el tipo de investigación es cuantitativo y ayuda a conseguir resultados efectivos basados en datos numéricos o conclusiones que guarden relación con estadísticas.

Diseño de investigación

En esta oportunidad, el diseño de la presente investigación es de tipo experimental, esto se debe a que cuenta con dos variables, una de tipo independiente y una dependiente de esta. Así como también, es pre experimental, además de contar con un desarrollo, con un control mínimo de pruebas. Velázquez (2018), menciona que este tipo de diseño, pre experimental, se utiliza en ocasiones las cuales se requiera saber el efecto desatado por alguna acción y en como este repercute en cada uno de los diferentes grupos. Este tipo de estudio, podría representarse en el siguiente diagrama:

Figura 8. Diagrama de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.2. Variables y operacionalización

Definición conceptual

- **Variable independiente: Traductor de lenguaje de señas a texto**

Según la Universidad de Murcia (2018), un traductor automático por ordenador, es aquel desarrollo el cual transforma un lenguaje a uno totalmente diferente, tomando en cuenta fonética, gramática, sintaxis, etc.

- **Variable dependiente: Diálogo no verbal**

Para Gómez (2023), define al diálogo como la capacidad de relacionar, expresar, identificar expresándose en símbolos, sonidos, señas, tonalidades, imágenes, entre otros (p. 18).

Definición operacional

Bauce et al. (2023), comenta que la definición operacional no es más que la relación que integra cada uno de los contenidos a nuestra operación por medio de la asignación de variables.

- **Variable independiente: Traductor de lenguaje de señas a texto**

El traductor de lenguaje de señas a texto presenta la identificación de las palabras mencionadas en lenguaje de señas con la finalidad de transformar esta abstracción a texto.

- **Variable dependiente: Diálogo no verbal**

Con respecto a nuestra variable independiente, el diálogo no verbal hace referencia a la comunicación por medio del lenguaje de señas.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

En este caso, Gómez (2006), menciona que la población significa la agrupación de un conjunto que guarda relación entre sus elementos. Es de gran utilidad para la realización de límites con el fin de tener bien definido el conjunto de estudio (p. 111).

De acuerdo al tema de esta investigación, inicialmente se contó con dos poblaciones. Sin embargo, dentro del desarrollo del producto se decidió solo contar con una población, ya que la obtención de registros fue recogida por mi persona y solo se necesitó la realización de pruebas.

La población que no fue tomada en cuenta, consistía en todo el grupo de personas que participaron dentro de la recolección de imágenes para construir el dataset. Decisión que dejó de tomarse en cuenta, debido a una revisión mucho más profunda, inconsistencia de los datos y la falta de etiquetado de cada uno de ellos. Todo esto consistía un mayor esfuerzo que requería de un equipo. Dado el ínfimo número de participantes de este proyecto, se llegó a la decisión de rechazar esta población.

A su vez, la población que fue tomada en cuenta, fue mucho más sencilla, ya que, consistió en el conjunto de personas que demuestran conocimientos en el lenguaje de señas con el fin de ser los emisores en las traducciones realizadas. En el caso del receptor, puede ser cualquier persona que requiera de la traducción para entender el mensaje. En este caso, el receptor será quien use la aplicación y quien responda al cuestionario.

Debido a los diálogos no verbales que se realizan dentro del flujo de la traducción, se tomará en cuenta el tiempo, nivel de aprendizaje y satisfacción como indicadores (Tabla 2).

Tabla 2. Demarcación de la población

VARIABLE	INDICADOR	POBLACIÓN
Diálogo no verbal	Tiempo que tardará en la recolección de imágenes	Registro de tiempo
	Tiempo que tardará en la clasificación de imágenes	Registro de tiempo

Fuente: Elaboración propia

Muestra

Según TAL (2006), comenta que se delimita a los elementos con características más similares al estudio, con el fin de lograr un grupo más reducido,

y, por ende, con resultados más certeros, esto es conocido como muestra.

Esto se delimita dentro de un lapso ya establecido para cada uno de nuestros registros previamente escogidos en ambas poblaciones. A su vez, el tiempo de estimación de la población encargada de la recolección de datos e imágenes (Tabla 3).

Tabla 3. Demarcación de la muestra

VARIABLE	INDICADOR	MUESTRA	PERIODO
Diálogo no verbal	Tiempo que tarda en promedio el diálogo no verbal	Registro de tiempo	-
	Nivel de precisión del diálogo no verbal	Registro de test	-
	Nivel de satisfacción del diálogo no verbal	Registro de cuestionario	-
Diálogo no verbal	Tiempo que tarda la recolección de imágenes	Banco de imágenes	3 meses
	Tiempo que tarda la clasificación de imágenes	Banco de imágenes	1 mes

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Para Muguira (2017), explica al muestreo como una técnica para la recolección de características específicas dentro de la población. Donde el muestreo por conveniencia, consiste en la determinación de los individuos que cuenten con conocimiento y puedan comunicarse a través del lenguaje de señas. Además, deseen y permitan el consentimiento de formar parte del proyecto.

Para esta oportunidad, la investigación usará el muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que como se explicó, se encargó de las pruebas y se tomó la muestra a personas con conocimiento en el lenguaje de señas y estén dispuestos a apoyar con la aplicación junto a las personas receptoras que no contarán con ningún rango de exclusión.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Población:

La población, abarca a las personas con conocimiento en lenguaje de señas o interés, para la utilización del traductor de lenguaje de señas a texto.

Técnica: Encuesta

Se usará una encuesta de satisfacción, posterior al uso de la aplicación, el cual contará con preguntas, con el fin de medir la precisión del traductor de lenguaje de señas a texto luego de una serie de traducciones.

Instrumento: Cuestionario

Según Narvaez (2023), comenta que los cuestionarios son imprescindibles para la creación de las encuestas. Sirven como instrumento para la recolección de datos de un tema en cuestión. Su fácil y nada costosa manipulación los cataloga como una opción muy preferida ante los demás.

3.5. Procedimientos

Para la implementación de la aplicación, producto del desarrollo del proyecto, debido a que no se trata directamente con alguna empresa o entidad, se subirá a un dominio para su uso público en beneficio de las personas sordas. Por otro lado, para la obtención y recolección de imágenes de personas realizando cada una de las letras y palabras, se ejecutará una campaña a través de redes con el fin de reunir la mayor cantidad de imágenes orgánicas de diversas personas, en distintas resoluciones, contrastes, iluminación, etc.

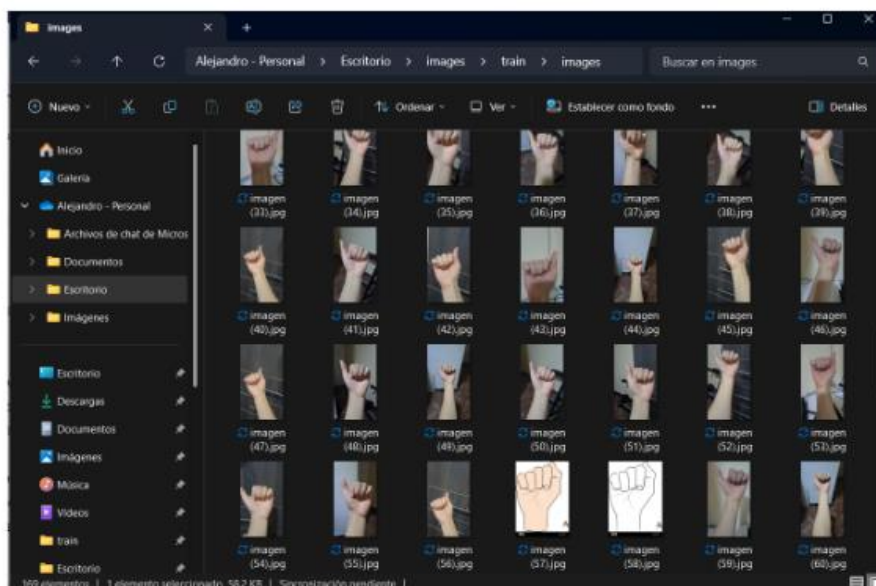
Recolección de datos

Dicha recolección será para el enriquecimiento del banco de imágenes propio, se revisará de forma diaria. Se aprovechará el avance tecnológico para la recepción de imágenes, logrando llenar el banco sin necesidad de acudir a algún centro presencial, dado que las imágenes son fáciles de fotografiar, el banco de imágenes será creado por mi persona.

Con ayuda de mi celular realizo fotografías a mis manos realizando las señas

de manera interna, todas las fotografías son enviadas a mi ordenador, donde se realizó el agrupamiento del nombramiento de clases, es decir, las distintas señas de las cuales se están fotografiando. Estas imágenes se guardan en carpetas, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 9: Carpeta con imágenes del dataset

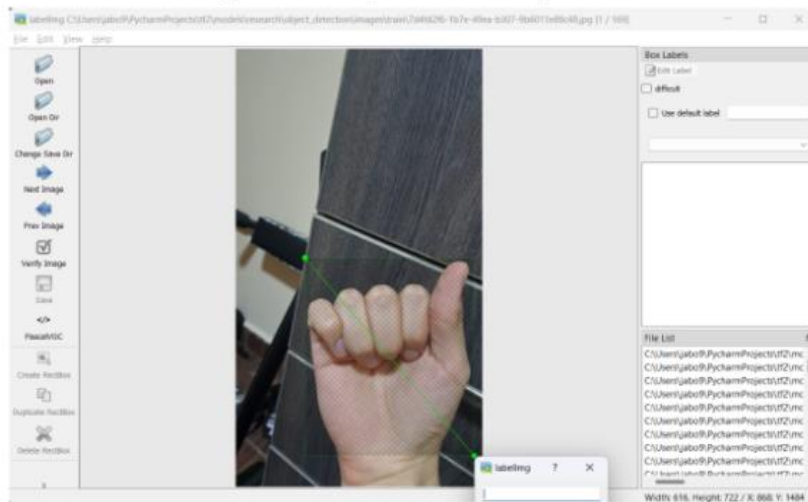


Fuente: Elaboración propia

Etiquetado de imágenes

Una vez se cuenta con la data suficiente que fueron más de 2 mil fotografías, se procederá al etiquetado de las imágenes, con ayuda de la biblioteca **labelling** se podrá hacer de manera mucho más sencilla. Consiste en encerrar dentro de un recuadro lo más resaltante de la imagen, en este caso, las señas que hay allí, y nombrando cada una de las etiquetas, el formato que se ha usado es **sign_[LETRA O PALABRA]**, siendo **sign_** seguido por la letra o palabra que se llegue a ocupar, en el caso de la letra a sería **sign_a**, y así con cada una de ellas, siempre ocupando el inglés como idioma principal. De esta forma, obtendremos las etiquetas en XML, que luego fueron cambiadas a una extensión JSON.

Figura 10: Etiquetado de imágenes



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado los etiquetados, se procedió a estructurar las imágenes de la siguiente forma. Con el fin de contar con suficiente información para entrenamiento, pruebas y validaciones. Se definió de la siguiente manera:

Figura 11: Estructura de archivos

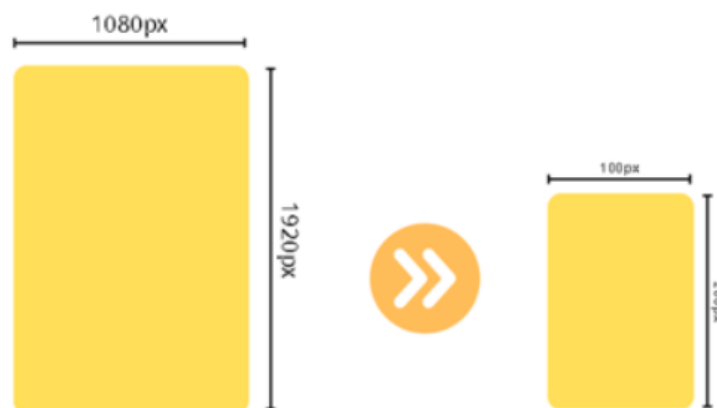
```
dataset/  
|-- images/  
|   |-- train/  
|   |-- test/  
|   |-- val/  
|-- data.yaml  
|-- labels/  
|   |-- train/  
|   |-- test/  
|   |-- val/
```

De esta forma, se nos hace más factible realizar el llamado por código de cada una de las imágenes según su funcionalidad dentro del aprendizaje del modelo.

Preparación del dataset

Debido a que no es un tipo de parámetro medible, una vez ingresadas las imágenes, por medio del proceso de extracción, se dividirá cada píxel. Es decir, si nuestra imagen cuenta con un alto y ancho de 150 píxeles, tendremos 22,500 píxeles por analizar dentro de nuestra red neuronal. Debido a la gran cantidad de píxeles que analizaremos y las distintas dimensiones de imágenes que tendremos, realizaremos un proceso de tratamiento de imágenes, en el que redimensionaremos las imágenes a un alto de 512 píxeles y ancho de 512 píxeles para realizar el trabajo mucho más sencillo. Así como también, el modelo predefinido recibe las imágenes en ese ancho.

Figura 12: Redimensión de imágenes



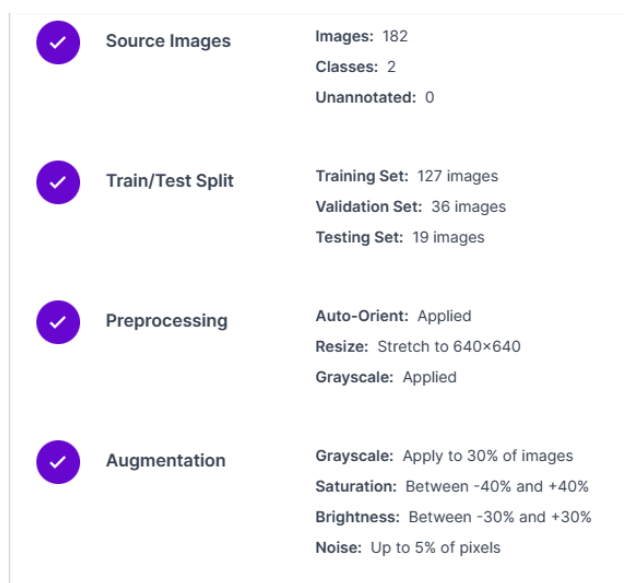
Fuente: Elaboración propia

Debido a que se usarán redes neuronales de tipo convolucionales, se añaden dos capas extras, posicionadas posterior a la capa de entrada, las cuales son la capa de convolución y agrupación. Para iniciar con el proceso, se usará la página Roboflow, ideal para almacenar y extender nuestro grupo de imágenes, enriqueciendo nuestro dataset personalizado. Para la creación del modelo, se utilizó a la letra **a** como prueba. Se tomaron un total de 182 imágenes. Y por medio de un preprocesamiento de imágenes, aplicando filtros desde redimensionamiento, orientación hasta escala de grises. Además, se agregaron imágenes con una leve distorsión como en saturación o brillo para aumentar la base de datos, logrando un total de 436 imágenes. Triplicando el grupo inicial y enriqueciendo nuestro dataset, ya que se recomienda por lo menos 400 imágenes. El proceso de Roboflow es muy sencillo, y luego se exporta nuestro dataset y se importa en Colab.

Tal como se observa en la imagen, gracias a Roboflow, se logró triplicar la cantidad de imágenes dentro del dataset, con el fin de enriquecer y hacer más preciso nuestro próximo modelo.

En esta oportunidad, el banco de imágenes será de 500 imágenes como mínimo por cada letra o palabra, separando el 20% de las imágenes para las pruebas a realizar y 10% para la evaluación.

Figura 13: Datos extraídos de Roboflow



✓ Source Images	Images: 182 Classes: 2 Unannotated: 0
✓ Train/Test Split	Training Set: 127 images Validation Set: 36 images Testing Set: 19 images
✓ Preprocessing	Auto-Orient: Applied Resize: Stretch to 640x640 Grayscale: Applied
✓ Augmentation	Grayscale: Apply to 30% of images Saturation: Between -40% and +40% Brightness: Between -30% and +30% Noise: Up to 5% of pixels

Fuente: Roboflow

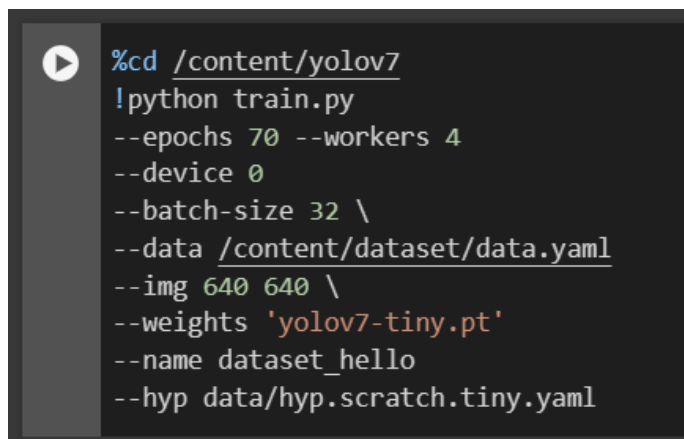
Entrenamiento del modelo con un dataset personalizado

Para la capa de convolución, se necesita definir la cantidad de núcleos para las convoluciones realizadas de manera interna, con este paso, definimos e identificamos los patrones o características encontrados dentro de cada matriz.

Para la capa de agrupación, luego de contar con los patrones definidos, se reduce la imagen con el fin de resaltar los patrones más resaltantes. En resumen, se agrupan los valores dentro de cada matriz, seleccionando el mayor valor de cada una de las matrices conseguidas luego de la convolución. Dando como resultado la misma cantidad de imágenes que núcleos, pero con las dimensiones a 100 píxeles de alto y 50 de ancho, es decir, se reduce a la mitad. Se busca reducir enormemente las gráficas de pérdida del modelo, para asegurarnos de contar con una buena precisión. Para las redes neuronales convolucionales se tomará un total de 60 núcleos dentro de nuestra capa de convolución para un mejor resultado. Y se aceptará una precisión

no menor a 85% para asegurar el correcto funcionamiento de nuestra red neuronal. El desarrollo se trabajó dentro de Google Colab, pero el comando más importante fue:

Figura 14: Comando para la creación del modelo

A screenshot of a terminal window with a dark background and light text. On the left side, there is a play button icon. The terminal shows a command to run a Python script with various arguments for training a YOLOv7 model. The command is: %cd /content/yolov7 !python train.py --epochs 70 --workers 4 --device 0 --batch-size 32 \ --data /content/dataset/data.yaml --img 640 640 \ --weights 'yolov7-tiny.pt' --name dataset_hello --hyp data/hyp.scratch.tiny.yaml.

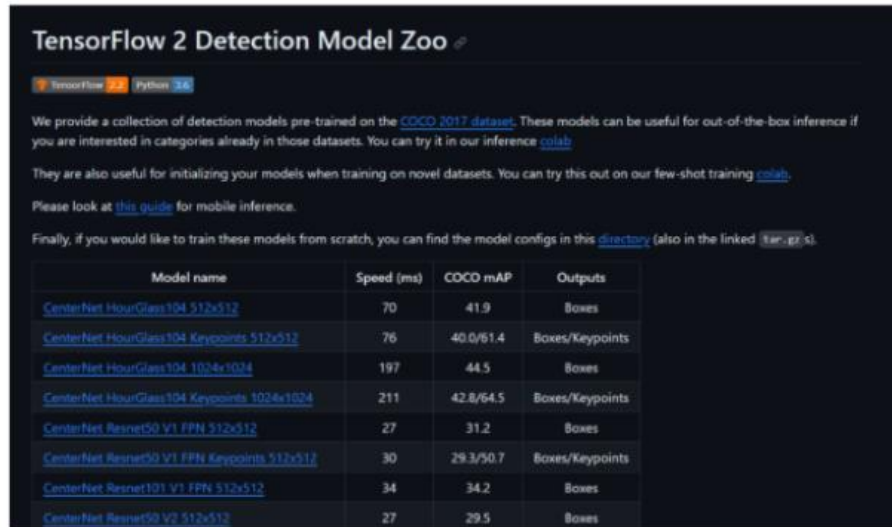
```
%cd /content/yolov7
!python train.py
--epochs 70 --workers 4
--device 0
--batch-size 32 \
--data /content/dataset/data.yaml
--img 640 640 \
--weights 'yolov7-tiny.pt'
--name dataset_hello
--hyp data/hyp.scratch.tiny.yaml
```

Este comando es el más importante de todos, debido a que ejecuta el procesamiento que contiene la creación del modelo, dentro de sus argumentos se encuentran valores como su número de épocas, la ruta del archivo .yaml, tamaño de las imágenes, pesos, entre otros.

Conversión del modelo python a JS

Se procederá a la conversión de la red neuronal convolucional realizada con Python a JavaScript. Se decidió optar por la biblioteca Tensorflow, debido a su familiaridad con JS, usando TensorflowJS. Para ello, se debe tener definido los parámetros de entrada, los cuales por lo general para este tipo de proyecto son las imágenes. Además, se debe definir el modelo de apoyo brindado por Tensorflow, que contiene todo lo esencial para poder empezar con el entrenamiento de nuestro modelo personalizado, es decir, nuestro modelo con imágenes propias. El apoyo escogido es **EfficientDet D0 512x512** y fue descargado del repositorio oficial de Tensorflow. Además, se modificaron los pesos dentro del modelo al formato deseado. Y las etiquetas de cada una de las imágenes cambiaron su extensión **XML** por **JSON**, ya que era la extensión compatible con JavaScript.

Figura 15: Modelos predefinidos de Tensorflow



The screenshot shows the TensorFlow 2 Detection Model Zoo page. It features a table with the following columns: Model name, Speed (ms), COCO mAP, and Outputs. The table lists several models, including CenterNet HourGlass104 and CenterNet Resnet50 V1 FPN, with their respective speeds, mAP values, and output types (Boxes or Boxes/Keypoints).

Model name	Speed (ms)	COCO mAP	Outputs
CenterNet HourGlass104 512x512	70	41.9	Boxes
CenterNet HourGlass104 Keypoints 512x512	76	40.0/61.4	Boxes/Keypoints
CenterNet HourGlass104 1024x1024	197	44.5	Boxes
CenterNet HourGlass104 Keypoints 1024x1024	211	42.8/64.5	Boxes/Keypoints
CenterNet Resnet50 V1 FPN 512x512	27	31.2	Boxes
CenterNet Resnet50 V1 FPN Keypoints 512x512	30	29.3/50.7	Boxes/Keypoints
CenterNet Resnet101 V1 FPN 512x512	34	34.2	Boxes
CenterNet Resnet50 V2 512x512	27	29.5	Boxes

Fuente: Elaboración propia

Posterior a ello, se trabajó con Yolo, usando el modelo **yolov7-tiny**. Esto debido a una falta en la compatibilidad con las etiquetas realizadas anteriormente.

Por último, se realizó el cambio tanto de pesos como de nombre de modelo, usado el mencionado en formato tiny, ya que este modelo iba a ser usado en dispositivos móviles y por tanto debía ser ligero y preciso.

Por último, se exportará dicho modelo a una página web interactiva para el libro uso de las personas. A su vez, se añadirá una serie de métodos internos y un pequeño cuestionario al final de cada clasificación realizada, para medir la satisfacción del mismo.

Análisis de la aplicación

Luego de varios análisis, y la revisión con la conexión de una aplicación distribuida, es decir, que conste de una aplicación backend y una aplicación frontend, se tenían como opciones usar las herramientas tales como Flask y React o solo una aplicación monolítica, con React desde el front. Se escogió la primera opción, debido a no poder concretar la conversión con éxito y sin ello no era posible la compatibilidad del modelo con la aplicación front.

Luego, se dividió en 3 pasos la construcción de la aplicación. El primer paso era la creación del modelo y detección de objetos a través de la cámara, el segundo era la conversión y obtención de las señas reconocidas a través de la cámara en

tiempo real y el tercer paso consistía en la unificación de todas las palabras en una frase, dando coherencia y semántica por medio de una RCN.

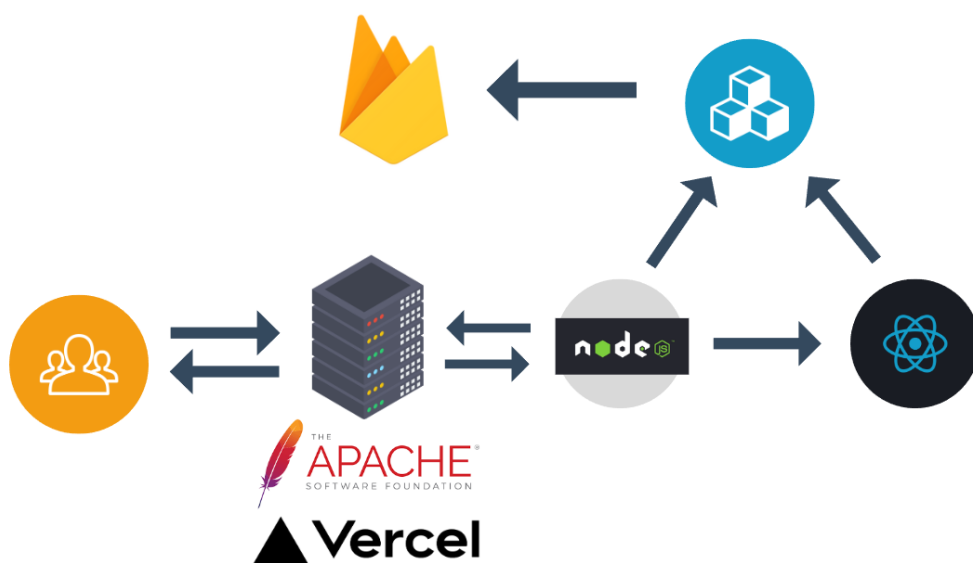
Una vez realizado el modelo YoloV7 hecho con Python, se encontraron diversas incompatibilidades para realizar la conversión a TensorflowJS, la más grave fue la pérdida de precisión del modelo. Por ello, se descartó la idea de una aplicación distribuida y se tomó la opción de hacerlo en una aplicación monolítica, dejando de lado seguridad y escalabilidad, de momento. Debido a que se pretende lograr un MVP con el fin de partir de una base para apuntar a buenas prácticas, escalabilidad, seguridad y buen rendimiento.

Dado que se consiguió realizar la conversión del modelo a formato **JSON**, siendo compatible con JavaScript, esta última opción, de realizar una aplicación monolítica ,se volvió mucho más factible.

Arquitectura del proyecto

Tomando en cuenta el análisis previo, y según las herramientas mencionadas, se realizó la siguiente arquitectura del proyecto a realizar. Donde explica la arquitectura monolítica que se ha trabajado, siendo el más imprescindible ReactJS.

Figura 16. Arquitectura del proyecto



Revisando a detalle la arquitectura realizada, nos ayudamos del patrón MVC

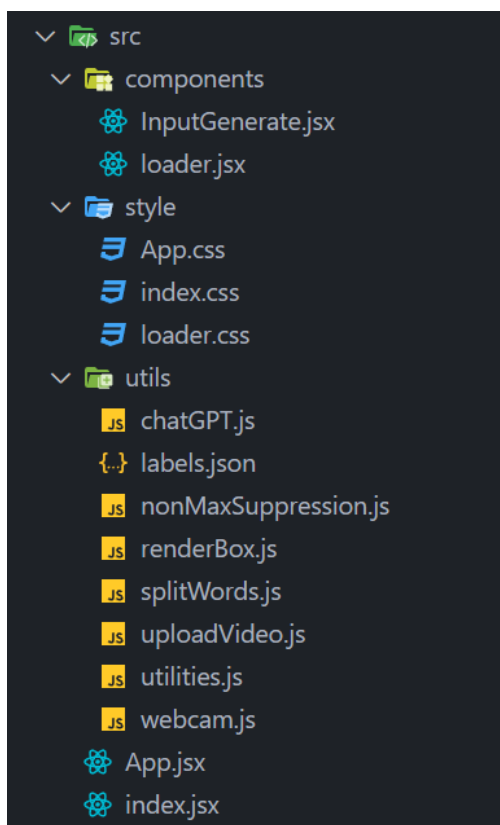
(Modelo, Vista y Controlador), siendo nuestro modelo los datos recolectados luego de realizar una traducción y subido a la plataforma Firebase dentro de la nube, vista representada por ReactJS y el controlador con NodeJS. Esta aplicación se subirá gracias a Vercel, que funciona con Apache.

Creación de modelo frontend

El modelo frontend se creó con base en JavaScript, y fue realizado con el framework React. Además, se utilizó un manejador de versiones, en esta ocasión fue Github, un formulario que almacena las respuestas en la nube y por último el empaquetador Vite.

El directorio de archivos base quedaría de la siguiente forma. De igual modo, cabe recalcar que se realizan constantemente, con lo cual, puede que el producto final presente variaciones debido a mejoras o reparaciones.

Figura 17: Directorio de aplicación web



Dentro de la carpeta **Components**, contamos con InputGenerate y Loader, el primero se encarga de la generación del texto final, y recibe como entrada las señas

reconocidas por el modelo. El loader, hace referencia a la figura de carga, este aparece cuando el modelo se descarga una vez se inicia la aplicación.

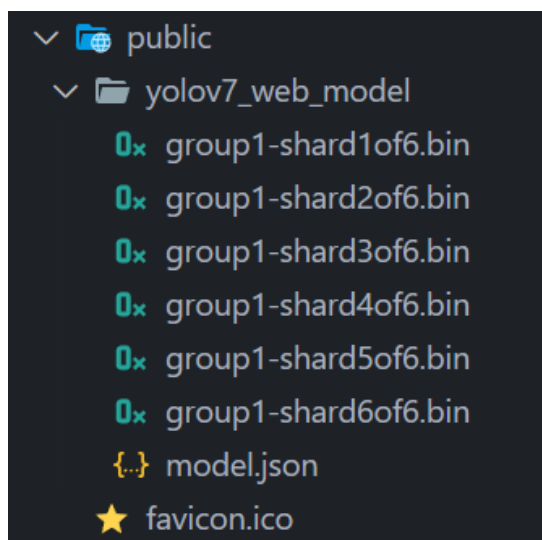
Dentro de la carpeta **Styles**, comprende a todos los estilos CSS aplicados dentro de todas las vistas, con el fin de mejorar la apariencia de la página.

Dentro de la carpeta **Utils**, se alberga archivos que contienen la lógica de muchas funciones importadas dentro de los componentes base. Entre los más importantes, se tiene labels.json que almacena todas las clases reconocibles por el modelo y chatGPT, que se usa para la generación del texto por medio de un llamada a la API de OpenAI.

Integración del modelo en la aplicación web

Luego de la creación del modelo, obtenemos un archivo descargado en zip, que contiene 6 archivos en formato bin y un model.json que contiene todo lo necesario para la identificación de objetos. Es necesario colocarlo dentro de la carpeta public y cambiar el nombre de la carpeta en el componente App, y con ello ya tendríamos nuestro modelo listo para funcionar.

Figura 18. Directorio del modelo dentro de la aplicación web



Detección de objetos

Para la detección de objetos, se trabajó en una función que trabaje como delimitador del objeto detectado, con el fin de que visualmente encierre al objeto

identificado y además, muestra la precisión y nombre de la clase identificada.

Para ello, se trabaja con una función dentro del componente App, se la siguiente forma:

Figura 19. Función para encerrar objetos

```
export const renderBoxes = (canvasRef, threshold, boxes_data, scores_data, classes_data, handleChange) => {
  const ctx = canvasRef.current.getContext("2d");
  ctx.clearRect(0, 0, ctx.canvas.width, ctx.canvas.height);
  const font = "18px sans-serif";
  ctx.font = font;
  ctx.textBaseline = "top";

  for (let i = 0; i < scores_data.length; ++i) {
    if (scores_data[i] > threshold) {
      const klass = labels[classes_data[i]];
      handleChange(klass)
      const score = (scores_data[i] * 100).toFixed(1);
      if (score < 85) continue

      let [x1, y1, x2, y2] = xywh2xyxy(boxes_data[i]);

      const width = x2 - x1;
      const height = y2 - y1;
      ctx.strokeStyle = "#B033FF";
      ctx.lineWidth = 2;
      ctx.strokeRect(x1, y1, width, height);
      ctx.fillStyle = "#B033FF";
      const textWidth = ctx.measureText(klass + " - " + score + "%").width;
      const textHeight = parseInt(font, 10); // base 10
      ctx.fillRect(x1 - 1, y1 - (textHeight + 2), textWidth + 2, textHeight + 2);
      ctx.fillStyle = "ffffff";
      ctx.fillText(klass + " - " + score + "%", x1 - 1, y1 - (textHeight + 2));
    }
  }
};
```

La función sirve tanto para crear el rectángulo en canvas, así como para definir sus configuraciones de estilos. Por otro lado, en caso logre identificar el objeto cuenta con una condicional dentro de la estructura **for**, con el fin de evitar pasar señas reconocidas con bajo nivel de precisión, el umbral mínimo es del 85% para evitar caer en el margen de error obtenido debido al pequeño tamaño del dataset.


Figura 20. Función para la detección de frames

```
63 const detectFrame = async (model) => {
64   const model_dim = [640, 640];
65   tf.engine().startScope();
66   const input = tf.tidy(() => {
67     const img = tf.image
68       .resizeBilinear(tf.browser.fromPixels(videoRef.current), model_dim)
69       .div(255.0)
70       .transpose([2, 0, 1])
71       .expandDims(0);
72     return img
73   });
74
75   await model.executeAsync(input).then((res) => {
76
77     res = res.arraySync()[0];
78
79     var detections = non_max_suppression(res);
80     const boxes = shortenedCol(detections, [0,1,2,3]);
81     const scores = shortenedCol(detections, [4]);
82     const class_detect = shortenedCol(detections, [5]);
83
84     renderBoxes(canvasRef, threshold, boxes, scores, class_detect, handleRecognizedWords);
85     tf.dispose(res);
86   });
87
88   requestAnimationFrame(() => detectFrame(model)); // get another frame
89   tf.engine().endScope();
90 }
```

Con ello, tendríamos la funcionalidad principal de la aplicación. Luego de distintas modificaciones tanto de estilos, funcionalidades, etc. El resultado de la página como un producto mínimo viable se vería de la siguiente manera:

Figura 21. Carga de modelo en página web

Traductor de lenguaje de señas a texto

 Loading model... 91.67%

Palabras a traducir

Generar

Reset

Figura 22. Visualización de la página web



Esta página se realizó de manera responsive, es decir, adaptable tanto para vistas en dispositivos móviles como en ordenadores.

Funcionamiento de la web

La web funciona principalmente con la cámara, los usuarios se mostrarán a través de la cámara y por cada seña que logre ser identificada por el modelo se encerrará en un recuadro junto con su porcentaje de precisión y la seña a la que pertenece. Así como también, se escribirá la palabra dentro del recuadro inferior.

Una vez se cuente con las palabras deseadas, se le dará al botón que dice Generar, con ello se hará uso de la segunda red neuronal utilizada dentro del proyecto, la cual se encarga de brindar semántica a las palabras registradas y generar la frase en cuestión. A su vez, se habilitará un formulario que registrará las respuestas para los resultados tomados posteriormente.

Figura 23. Vista final de la página web

The screenshot displays a web interface for a sign language to text translator. At the top, there is a text input field labeled "Palabras a traducir" containing the text "hola y enfermo". To the right of this field are two buttons: "Generar" (highlighted in red) and "Reset". Below the input field, the translated text is shown: "Hola, estoy enfermo." Below this is a green horizontal bar. The main content area is titled "Traductor de lenguaje de señas a texto". It includes a user profile section with the email "jabo94454@gmail.com" and a "Cambiar cuenta" link, along with a "No compartido" status and a lock icon. A red asterisk indicates that the question is mandatory. At the bottom, there is a rating section titled "Califica del 1 al 5 la satisfacción de la traducción *" with a dropdown menu currently set to "Elegir".

3.6. Método de análisis de datos

Para el desarrollo de este informe, se realizará el análisis descriptivo – comparativo, ya que como su nombre lo dice, se usará la descripción y comparación para su análisis, ilustrado por medio de todo tipo de gráficos o tablas que ayuden a una mejor representación. Por otro lado, con el fin de poder evaluar la precisión en cada una de las casuísticas de los datos obtenidos, se realizarán pruebas que involucren a las hipótesis. Una vez obtenidos los resultados de las pruebas previamente mencionadas, se identificará y clasificará para saber si son o no pruebas paramétricas. Por último, se tomará en cuenta un nivel de confianza de 85%, aceptando un margen de error del 15%.

3.7. Aspectos éticos

Para la obtención de artículos e informes de investigación utilizados en este proyecto de investigación, se utilizaron distintos bancos de bases de datos suministrados por la universidad con el fin de poder obtener información confiable que pueda ser utilizada y referenciada en el presente trabajo. Alguno de ellos: Scopus, Kaggle, ProQuest, IEEE Xplore, Google Books, etc.

Se afirma la originalidad de este informe de investigación, sumado al respeto de cada una de las normas y reglas estipuladas por la Universidad César Vallejo. Además, el presente trabajo se realizó con base en la Resolución del Vicerrectorado de Investigación N°110-2022-VI-UCV. A su vez, usando la norma de referencia bibliográfica de cada uno de los artículos o proyectos mencionados a la norma ISO 690.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados descriptivos

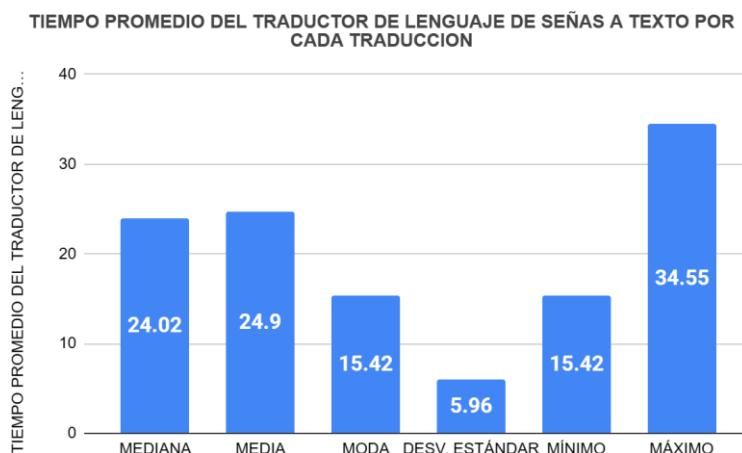
4.1.1 Resultados descriptivos de la efectividad de la traducción

4.1.1.1 Resultados descriptivos de tiempo promedio del traductor de lenguaje de señas a texto por cada traducción

Para este tipo de resultado, no hizo falta emplear algún tipo de cuestionario, debido a que se midió de forma interna dentro del sistema. Sin embargo, se presenta la misma cantidad de datos.

Si bien se tomaron todos los indicadores en cuenta. Dentro de todos los valores mencionados, entre los más relevantes se encuentra el promedio de tiempo por traducción que equivale a 31.5 s. La media, en donde contamos con un valor de 24.9 s.

Figura 24. Medidas de tendencia central del tiempo promedio del traductor de lenguaje de señas



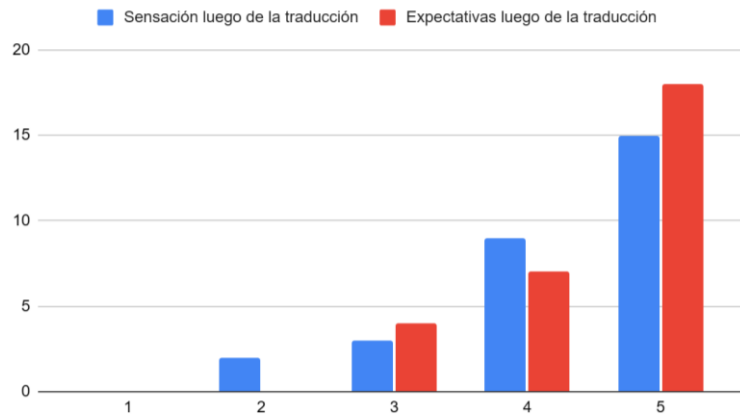
4.1.1.2 Resultados descriptivos de nivel de satisfacción del diálogo no verbal

Debido a ser una variable cualitativa, se subió al SPSS y fueron un total de 29 respuestas en cada una de las dos preguntas realizadas en el cuestionario. Como se puede observar en la siguiente tabla.

Dentro del indicador de satisfacción, hemos dividido en dos preguntas, una que mide la satisfacción, en este caso hace referencia a la sensación y las expectativas, si es que la aplicación logró cometer lo que prometía al principio, tal como se puede

observar en las siguientes tablas.

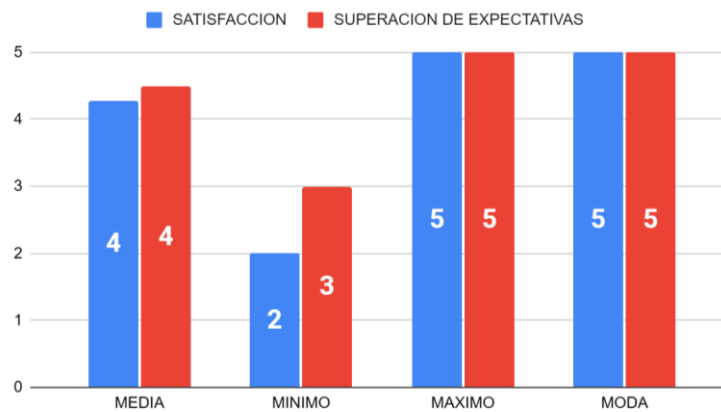
Figura 25. Conteo de respuestas del nivel de satisfacción del diálogo no verbal



Para el primer caso, se divide en una tabla, dando respuestas del 1 al 5, en escala de Likert, y por gráfico de barras de muestra un conteo del resultado obtenido. De los cuales, se colocan ambas respuestas del cuestionario.

Se logra deducir a simple vista que los resultados son favorables tanto en la primera como en la segunda pregunta.

Figura 26. Cantidad de datos del nivel de satisfacción del diálogo no verbal

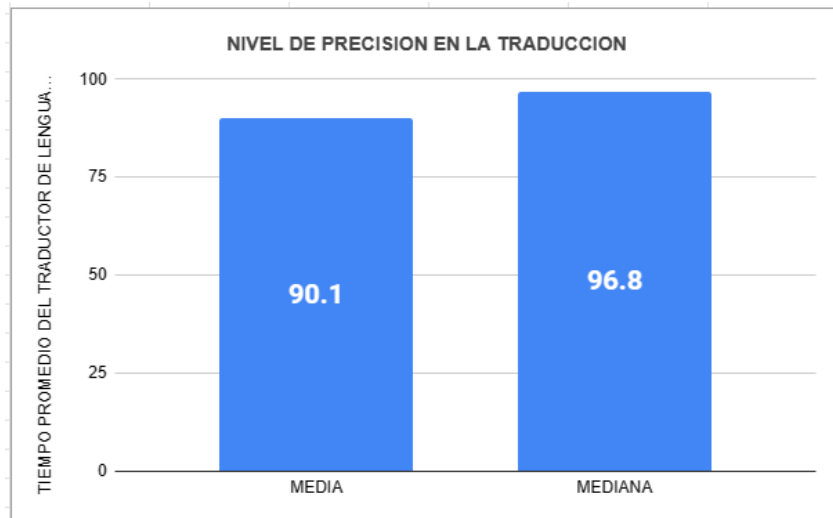


4.1.2 Resultados descriptivos de la comunicación y fluidez de tipo no verbal

4.1.2.1 Resultados descriptivos de nivel de precisión en la traducción

Para este tipo de variable cuantitativa, se tomó de la misma forma que el primer resultado. Obteniendo un total de 29 respuestas, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.

Figura 27. Medidas de tendencia central del nivel de precisión en la traducción



Para esta ocasión, se sacó tanto la media como la mediana, debido a que la precisión permitida dentro del sistema, luego de algunas pruebas realizadas es igual o mayor a 95. Por ello, con el pasar del tiempo, luego de obtener diversos valores de precisión, la media se normalizará a un valor mayor o igual a 95.

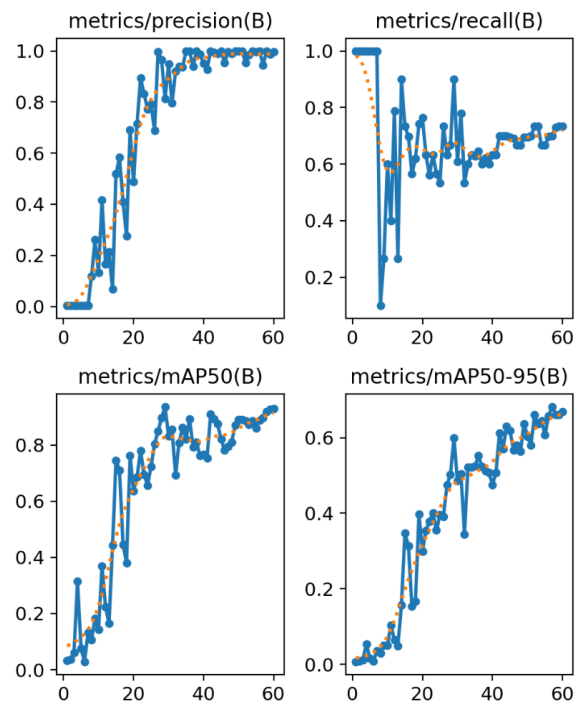
Por otro lado, explicar que los primeros valores se encontraban del 1 al 100, ya que fue antes de realizarse la restricción, estas medidas se encuentran fuera del rango de 95 a 100. Sin embargo, como ya se mencionó, estos valores tenderán a subir mientras el recuento aumente.

4.3 Resultados del modelo

4.3.1 Precisión obtenida del modelo

Se consiguió una precisión del 98%, entre la época 30 y 40. De todas formas, se trabajó con 60 convoluciones para evitar datos poco precisos. Además, se utilizó el 20% de imágenes que se guardó previamente para el entrenamiento, con el fin de probar el modelo. Logrando resultados exitosos del 90% de precisión, como se logra apreciar en la siguiente imagen.

Figura 28: Resultados del modelo



4.3.2 Evaluación del modelo

Según la evaluación obtenida gracias a las imágenes conservadas para ello, se obtuvieron resultados excelentes, encerrando en un recuadro aquellas señas que correspondan a la letra A. Obteniendo una precisión del 98% en imágenes.

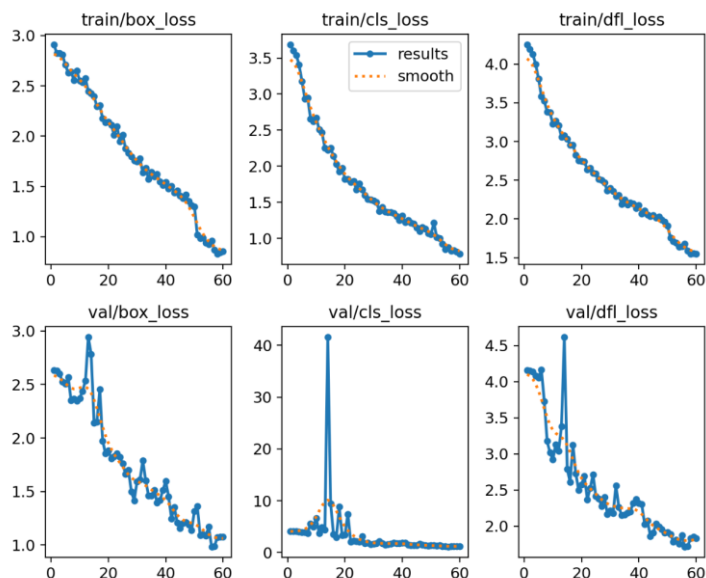
Figura 29. Predicción del modelo con imágenes



4.3.3 Curva de pérdida del modelo

Luego de la creación del modelo, podemos observar que la curva de pérdida llega a cero, lo cual es un buen indicador de que todo se encuentra en orden.

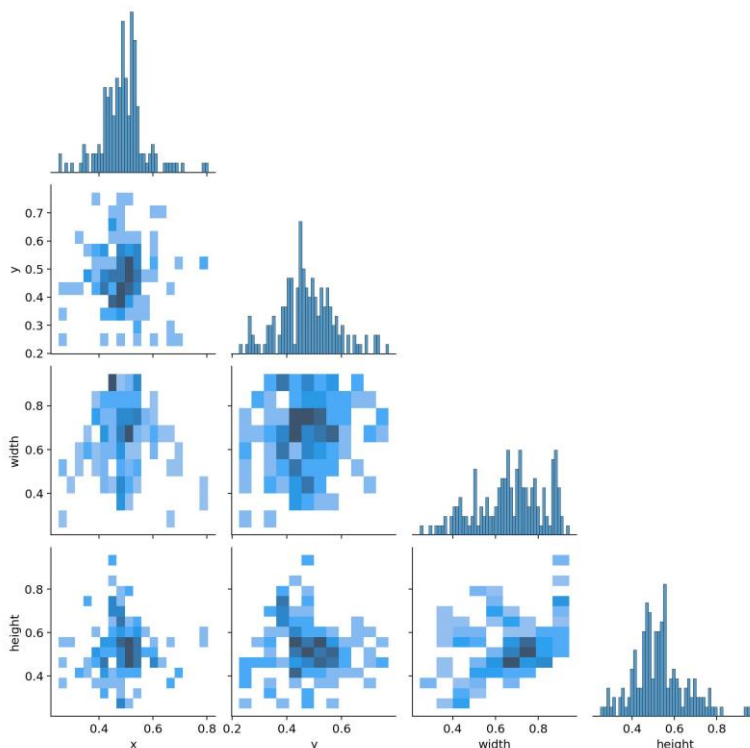
Figura 30. Curva de pérdida del modelo



4.3.4 Correlograma de las etiquetas del modelo

El correlograma obtenido a través del modelo, se le entiende como la agrupación de histogramas de segunda dimensión, tal como se observa en la siguiente figura 31.

Figura 31. Correlograma de etiquetas del modelo



4.3.5. Matriz de confusión normalizada del modelo

Dentro de esta sección, encontramos ambas matrices, tanto la que viene por defecto como la normalizada. Donde encontramos que los verdaderos positivos priman en las dos situaciones.

Figura 32. Matriz de confusión normalizada del modelo

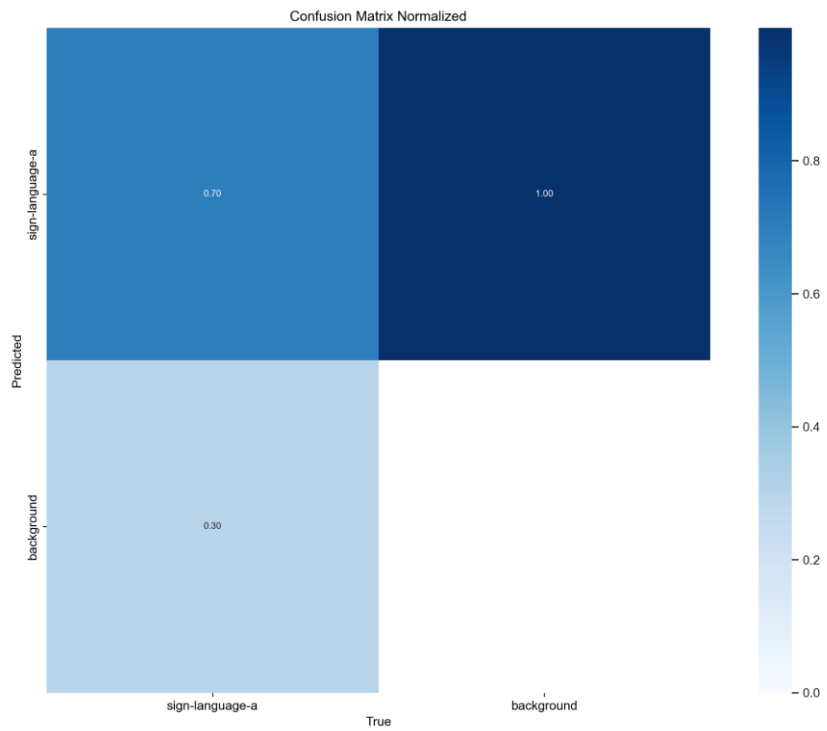
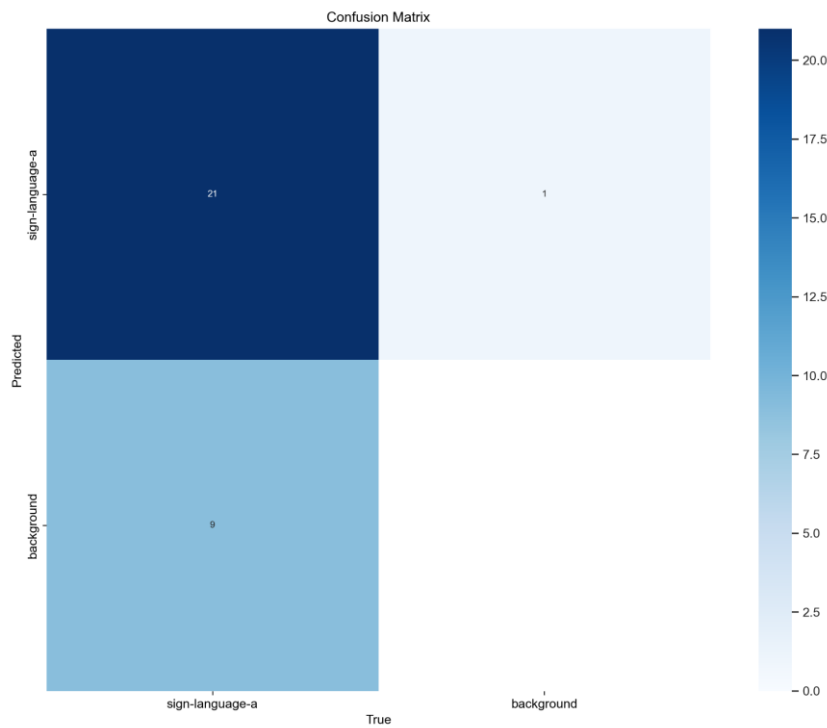


Figura 33. Matriz de confusión del modelo



4.3.6 Tabla de resultados del modelo

En la siguiente tabla, se toman las épocas múltiplos de 5, dado la inmensa cantidad de datos, donde la precisión mejora totalmente a partir de la época 30, que es donde alcanza un valor de 94.8% y luego de ello bordea el 100%.

Tabla 4. Tabla de resultados del modelo

epoch	train			metrics			metrics	val	
	box_loss	cls_loss	dfi_loss	precision	recall	mAP 50	mAP 50-95	box_loss	cls_loss
1	2.9122	3.6879	4.2535	333	1	3.173	733	2.6339	4.1137
5	2.7083	3.1761	3.8125	333	1	7.702	1.702	2.5062	3.9331
10	2.5515	2.6666	3.2254	13.373	0.6	1.426	4.986	2.373	6.6644
15	2.3964	2.25	3.0348	51.976	73.333	7.447	34.733	2.1429	9.433
20	2.1433	1.824	2.7478	48.867	7.646	63.605	29.873	1.8832	3.3885
25	2.0103	1.7616	2.5847	79.091	53.333	72.242	39.631	1.7589	2.0873
30	1.748	1.5253	2.3995	94.805	60.866	83.246	48.705	1.5943	1.6753
35	1.6415	1.3595	2.2493	1	62.786	82.175	5.245	1.4592	1.5713
40	1.5446	1.3136	2.1769	95.002	63.357	76.621	47.536	1.5978	1.879
45	1.4085	1.1499	02.05	1	69.539	82.064	61.878	1.1572	1.377
50	1.3008	1.0569	1.9092	1	69.519	89.037	60.293	1.3158	1.3612
55	92.437	85.091	1.6469	99.661	66.667	8.609	6.073	1.1683	1.1741
60	85.408	78.429	1.5481	99.771	73.333	93.038	66.873	1.0757	1.1993

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron muy favorables a lo esperado. Ya que refuerzan el pleno desarrollo del traductor de lenguaje de señas, las herramientas, estructura y modelo ayudaron a conseguir resultados alentadores.

Conseguir un nivel de precisión notablemente alto, se obtuvo que cuenta con una precisión mayor al 90% en tiempo real y una precisión del 98% en imágenes, dado al gran número de imágenes y épocas al momento de realizar el modelo de reconocimiento de objetos de lenguaje de señas. Según Pathan, quien desarrolló un traductor de lenguaje de señas que trabaja solo con fotos afirma que la mayoría de este tipo de proyectos (detección de objetos), se preparan en laboratorios y las condiciones más óptimas con el fin de acelerar su creación. Sin embargo, al utilizarse en la realidad, es decir, en las calles con personas aleatorias, no resulta práctico (Pathan, et al. 2023). Este resultado contradice a lo obtenido, debido a que las pruebas salieron satisfactoriamente dado que se adiciona una red neuronal extra que permite la coherencia y cohesión de la traducción.

Por otro lado, conseguir un notable alto nivel de satisfacción de las personas al momento de emplear el lenguaje de señas, se consiguió gracias al cuestionario en escala de likert, donde se obtuvo una media de 4/5 en ambas variables, es decir, se consiguió un 80% de satisfacción. Según Yeratziotis, quien trabajó en la inclusividad de páginas web para el usuario final que abarque lenguaje de señas afirma que con un porcentaje mayor 67%, es suficiente para obtener una retroalimentación positiva y permitir que las personas involucradas vuelvan a usar o aprendan a usar la aplicación (Yeratziotis, et al. 2023). Este resultado refuerza el resultado obtenido con respecto a la satisfacción. Siendo un total del 80% mayor al límite menor de 67%, lo cual podemos afirmar que nos encontramos dentro del rango de puntuación positiva a través de nuestra aplicación web.

Finalmente, se determina la eficacia del traductor de lenguaje de señas a texto para la mejora del diálogo no verbal luego de comprobar satisfactoriamente que todas nuestras dimensiones fueron corroboradas y aprobadas dentro del umbral correspondiente. Se puede afirmar que el traductor de lenguaje de señas a texto cumple con todos los puntos, lo cual significa que se comprueba así su eficacia.

VI. CONCLUSIONES

En el transcurso de esta investigación dedicada al desarrollo del traductor de lenguaje de señas a texto, con el propósito de poder asegurar la eficacia del mismo. A lo largo de este proceso, se han obtenido resultados favorables los cuales nos ayudaron a deliberar diversas conclusiones, dentro de nuestro proyecto de investigación en el enfoque de nuestras variables en el marco cuantitativo. Se procede a presentar las conclusiones:

1. La efectividad conseguida dentro del traductor de lenguaje de señas a texto dado que es superior al 90% en tiempo real y en imágenes un 98%. Por ello, se llega a la conclusión, de que el nivel de confiabilidad de la aplicación web es superior. Dado que no se ha encontrado algún modelo hasta la fecha, no es posible hacer una comparación.
2. La satisfacción del modelo se encuentra dentro del 80% de satisfacción, lo cual con ayuda de estudios pasados, nos permite concluir que este resultado incentivará a los usuarios a volver a usar la aplicación y esta sirva de ayuda.
3. Se afirma, que el desarrollo de la aplicación del traductor de lenguaje de señas a texto para la mejora del diálogo no verbal ha sido eficaz y viable, dado que todos sus indicadores mostraron resultados muy positivos y superior a lo esperado y los gastos han sido minúsculos gracias al conocimiento del desarrollo que se encontraba de por medio.

VII. RECOMENDACIONES

A medida que fue el desarrollo del traductor de lenguaje de señas a texto para la mejora del diálogo no verbal, se encontraron diversas pautas a tomar en cuenta para asegurar el éxito a futuro, ya sea profesional o académicamente. Las siguientes recomendaciones surgen a medida de cada indicador, desarrollo o hallazgo encontrado en el desarrollo del mismo. A continuación, las recomendaciones son:

1. Antes de abarcar o tener mira a otros países, contener la mayor cantidad de palabras posibles dentro del léxico peruano, con el fin de nutrir aún más al traductor sin dejar de lado su precisión al efectuar el reconocimiento del lenguaje de señas.
2. Analizar cuidadosamente cada una de las palabras a incluir al modelo, tomando en cuenta también las palabras ya registradas, con el fin de evitar que señas parecidas afecten considerablemente la precisión del traductor lo cual afectaría el mensaje final.
3. Agregar la opción que permita registrar fotos o videos, ya que este tipo de opción cuenta con una mejor precisión a la hora de reconocer la seña a través del modelo.
4. Considerar la opción que permita escoger la cámara a utilizar, ya sea frontal o principal, con esto aumentará el nivel de satisfacción en el usuario final.
5. Habilitar una sección que permita subir fotos con los datos correspondientes, y así enriquecer el dataset personalizado.
6. Conseguir una seguridad óptima para el envío o recojo de datos con el fin de proteger toda información que pueda terminar afectando al usuario final.
7. Comprar un dominio fácil de escribir, con el fin de lograr una mejor promoción al usuario final.

Tabla 7. Cronograma I de Proyecto - 2023

Cronograma del Proyecto – Año 2023																	
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS A TEXTO PARA LA MEJORA DEL DIÁLOGO NO VERBAL																	
N°	Actividades	Meses de trabajo															
		Desarrollo del proyecto – Parte 1															
		Abril				Mayo				Junio				Julio			
Semanas	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	Definir proyecto	X	X														
2	Establecer el título		X	X													
3	Introducción				X												
4	Fundamentación					X	X										
5	Justificación, hipótesis y objetivos							X	X								
6	Marco Teórico								X	X	X						
7	Metodología										X	X					
8	Aspectos administrativos													X			

Cronograma del Proyecto – Año 2023

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS A TEXTO PARA LA MEJORA DEL DIÁLOGO NO VERBAL

N°	Actividades	Meses de trabajo																			
		Desarrollo del proyecto – Parte 2																			
		Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semanas	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	Recolección de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
2	Clasificación de imágenes										X	X	X	X							
3	Desarrollo de CNN									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Realización de pruebas														X	X	X	X	X		
5	Implementación web																X				
6	Prueba de uso con 2 pob.																	X	X		
7	Validar instrumentos																			X	
8	Análisis estadístico																			X	
9	Culminación de proyecto																				X

REFERENCIAS

- Arana, C., & Documentos De Trabajo, S. (s/f). Redes neuronales recurrentes: Análisis de los modelos especializados en datos secuenciales. Econstor.eu. Recuperado el 26 de octubre de 2023, de <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/238422/1/797.pdf>
- BAUCE, G.J., CÓRDOVA, M.A. y AVILA, A.V., [sin fecha]. Operacionalización de variables. ,
- BORRERO, I.P. y ARIAS, M.E.G., 2021. *DEEP LEARNING*. S.I.: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. ISBN 978-84-18628-29-0.
- CARO, L., 2021. 7 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos. ,
- CIEZA, L. 2022. guante traductor de lenguaje de señas. *Frontera.info* [en línea], 2018. [consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2055185407/citation/3143C27AD11F4CC9PQ/2>.
- Crean alumnas de UABC Valle de las Palmas guante traductor de lenguaje de señas. *Frontera.info* [en línea], 2018. [consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2055185407/citation/3143C27AD11F4CC9PQ/2>.
- ¿Cuál es la diferencia entre población y muestra? [en línea], [sin fecha]. [consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/diferencia-entre-poblacion-y-muestra/>.
- ESPECIAL, P.M. de E.D.G. de S.E.E.D. de E.B., 2015. Lengua de señas peruana : guía para el aprendizaje de la lengua de señas peruana, vocabulario básico. En: Accepted: 2017-09-04T19:35:24Z, *MINISTERIO DE EDUCACIÓN* [en línea], [consulta: 2 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/5545>.
- GALLEGO, C.F., ISERN, M.T.I. y SEGURA, A.M.P., 2006. *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. S.I.: Edicions Universitat Barcelona. ISBN 978-84-8338-485-5.
- GÓMEZ, L.C., 2023. *Enfermería: Los procesos de evaluación en el escenario de la disciplina del cuidado*. S.I.: Universidad del Valle. ISBN 978-958-53-4812-7.
- MINEDU, 2015. Lengua de señas peruana: Guía para el aprendizaje de la lengua de señas peruana, vocabulario básico. Dirección General de la Educación Básica Especial.
- MUGUIRA, A., 2017. Tipos de muestreo: Cuáles son y en qué consisten. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-muestreo-para-investigaciones-sociales/>.
- MUGUIRA, A., 2018. Diseño de investigación. Elementos y características. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 17 junio 2023]. Disponible en:

<https://www.questionpro.com/blog/es/disenio-de-investigacion/>.

NARVAEZ, M., 2023. Técnicas de recolección de datos: Qué son y cuáles existen. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 1 julio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/tecnicas-de-recoleccion-de-datos/>.

ORTEGA, C., 2022. Investigación aplicada: Definición, tipos y ejemplos. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-aplicada/>.

PATHAN, R.K., ET AL., 2023. *Sign language recognition using the fusion of image and hand landmarks through multi-headed convolutional neural network*. S.I.: American University of the Middle East. DOI 10.1038/s41598-023-43852-x.

SALAZAR, A., 2022. Aplicación Móvil con Realidad Aumentada para el Aprendizaje de la Lengua de Señas Peruana en Instituciones para discapacitados sordos/mudos. [consulta: 25 octubre 2023]. Disponible en: [Aplicación Móvil con Realidad Aumentada para el Aprendizaje de la Lengua de Señas Peruana en Instituciones para discapacitados sordos/mudos \(ucv.edu.pe\)](https://ucv.edu.pe)

SINGH, A. (2022). *Procesamiento de Lenguaje Natural con Python: Simplemente en profundidad*. Estados Unidos: Babelcube Incorporated.

STRACH, M., 2023. Qué es la traducción asistida por IA: definición y buenas prácticas | BLEND. *Servicios de localización de BLEND* [en línea]. [consulta: 2 julio 2023]. Disponible en: <https://www.getblend.com/es/blog/que-es-la-traduccion-asistida-por-ia-y-como-funciona/>.

TENSORFLOW, 2020. *TensorflowJS. Es una biblioteca para el aprendizaje automático en JavaScript* [en línea]. [consulta: 30 octubre 2023]. Disponible en: [TensorFlow.js | Aprendizaje automático para desarrolladores de JavaScript](https://www.tensorflow.org/js)

UNIVERSIDAD DE MURCIA, 2018. *Informática Aplicada a la Traducción e Interpretación II*. UMU. Capítulo 2. Herramientas de análisis del corpus. *IATEI II. Herramientas de análisis del corpus* [en línea]. [consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://www.um.es/docencia/barzana/TEI/Informatica-Aplicada-a-la-Traduccion-Herramientas-de-analisis-del-corpus.html>.

VELÁZQUEZ, A., 2018. ¿Qué es la investigación experimental? *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>.

YERATZIOTIS, A., ET AL., 2023. *Making social media applications inclusive for deaf end-users with access to sign language*. S.I.: European Regional Development Fund. ISSN 13807501.

ANEXOS

Tabla 8. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores
Traductor de lenguaje de señas a texto	Según la Universidad de Murcia (2018), un traductor automático por ordenador, es aquel desarrollo el cual transforma un lenguaje a uno totalmente diferente, tomando en cuenta fonética, gramática, sintaxis, etc.	El traductor de lenguaje de señas a texto presenta la identificación de las palabras mencionadas en lenguaje de señas con la finalidad de transformar esta abstracción a texto.	Efectividad de la traducción	<ul style="list-style-type: none"> ● Tiempo promedio del traductor de lenguaje de señas a texto por cada traducción ● Nivel de satisfacción del diálogo no verbal
Diálogo no verbal	Para Gómez (2023), define al diálogo como la capacidad de relacionar, expresar, identificar expresándose en símbolos, sonidos, señas, tonalidades, imágenes, entre otros (p. 18).	Con respecto a nuestra variable independiente, el diálogo no verbal hace referencia a la comunicación por medio del lenguaje de señas.	Comunicación y fluidez de tipo no verbal	<ul style="list-style-type: none"> ● Nivel de precisión en la traducción

Figura 12 Cuestionario

1 → ¿Qué tan precisa fue la traducción del lenguaje de señas a texto en general?

*

¡Aplaudimos la sinceridad!

- A Nada precisa
- B Poca precisa
- C Neutral
- D Muy precisa
- E Totalmente precisa

5 → Califica la aplicación Traductor de lenguaje de señas a texto*

Nos ayudará a saber qué piensan nuestros usuarios




1 2 3 4 5

Submit

Figura 13 Cuestionario

Subida de archivos para el lenguaje de señas

Antes que nada, agradecer por tu apoyo para el llenado del banco de imágenes necesario para el desarrollo del traductor de lenguaje de señas.

jvargasme@ucvvirtual.edu.pe [Cambiar de cuenta](#) 

El nombre y la foto asociados a tu cuenta de Google se registrarán cuando subas archivos y envíes este formulario. Tu correo no forma parte de tu respuesta.

* Indica que la pregunta es obligatoria

¿Doy consentimiento de usar las imágenes que envíe para el desarrollo del traductor? *

Sí

No

¿Qué significa la seña que estoy enviando? Si es una vocal o consonante, solo escribir la letra en mayúscula. Y si es una palabra, solo escribir la palabra. *

Tu respuesta _____

La imagen debe ser nítida. De lo contrario, el programa no lo reconocerá. Puedes enviar varias imágenes de la misma seña. *

[↑ Añadir archivo](#)