



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

AUTORES:

Matos Caramutti, Jair Aaron (orcid.org/0000-0003-4204-5613).

Maza Barrena, Holssen Jeffershon (orcid.org/0000-0001-5477-4093)

ASESORA:

Mgtr. Acuña Melendez, Maria Eudelia (orcid.org/0000-0002-5188-3806)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios incansables. Gracias por ser nuestra fuente de inspiración y por creer en cada paso que hemos dado.

A nuestros amigos, quienes han compartido risas, lágrimas y momentos de desafío a lo largo de esta travesía académica. Su amistad nos ha iluminado los días oscuros y ha hecho que las victorias sean aún más dulces.

Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a Dios, que es quien nos da las fuerzas y salud, permitiéndonos avanzar en la consecución de nuestras metas. Expresamos nuestra gratitud a nuestros padres, que han sido un pilar fundamental en nuestro éxito, además extendemos nuestro agradecimiento a nuestros estimados docentes cuyo invaluable conocimiento y dedicación nos han ayudado a enriquecer nuestros conocimientos para la culminación de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 ANTECEDENTES.....	14
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	30
3.2. Variables y operacionalización.....	30
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimientos:.....	34
3.6. Método de Análisis:.....	34
3.7. Aspectos éticos:.....	35
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro N°1: Comparación de metodologías de desarrollo de investigación...	29
Cuadro N° 2: Población de la Investigación.....	33
Cuadro N°3: De Interpretaciones.....	34
Cuadro N°4: Medidas Descriptivas Tiempo de comunicación en pre-test y post-test.....	37
Cuadro N°5: Medidas Descriptivas Fiabilidad de la Interpretación pre-test y post-.....	39
Cuadro N° 6: Medidas Descriptivas Precisión de la Interpretación en pre-test y post-test.....	40
Cuadro N° 7: Prueba de normalidad para el Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes pre-test y post-test.....	42
Cuadro N° 8: Prueba de normalidad para el indicador Fiabilidad de la Interpretación, pre-test y post-test.....	44
Cuadro N° 9: Prueba de normalidad para el indicador Precisión de la Interpretación, pre-test y post-test.....	45
Cuadro N° 10. Prueba de U de Mann-Whitney: Tiempo promedio en que se comunican los escolares.....	47
Cuadro N° 11: Prueba de U de Mann-Whitney: Fiabilidad de la Interpretación	48
Cuadro N° 12: Prueba de U de Mann-Whitney: Precisión de la Interpretación	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. La IA es capaz de ver, oír y comprender.....	19
Figura N° 2: Scrum: un método ágil para sus proyectos, ciclo de vida.....	25
Figura N° 3: Alfabeto Dactilológico Peruano.....	26
Figura N° 4: Tiempo en que se comunican pre-test y post-test.....	37
Figura N° 5: Fiabilidad de la interpretación pre-test y post-test.....	39
Figura N° 6: Precisión de la interpretación pre-test y post-test.....	40
Figura N° 7: Prueba de normalidad para el indicador Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, pre-test.....	42
Figura N° 8: Prueba de normalidad para el indicador Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, post-test.....	42
Figura N° 9: Prueba de normalidad para el indicador Fiabilidad de la Interpretación, pre-test.....	43
Figura N° 10: Prueba de normalidad para el indicador Fiabilidad de la Interpretación, post-test.....	44
Figura N° 11: Prueba de normalidad para el indicador Precisión de la Interpretación, pre-test.....	45
Figura N° 12: Prueba de normalidad para el indicador Precisión de la Interpretación, post-test.....	45

Resumen

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo principal determinar la influencia del Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva, este sistema se desarrolló, utilizando la metodología SCRUM, así mismo para la programación se usó Python, aprovechando las librerías de OpenCV para poder hacer uso en tiempo real de la cámara y captarlas en la computadora. Asimismo para el entrenamiento de las señas, se usó Yolo V4, ya que ayudó a la detección más precisa de la seña. Por otra parte, para esta investigación se plantearon 3 indicadores los cuales son Tiempo promedio en que los estudiantes se comunican los escolares, Fiabilidad de la Interpretación y la Precisión de la interpretación, los cuales fueron analizados mediante el programa SPSS, las fórmulas empleadas para estos indicadores se pueden observar (Anexo 1). Para la obtención de resultados, los datos que se recolectaron fueron a través de la ficha de observación, tanto antes como después de implementado el Sistema. Se llega a la conclusión con los resultados obtenidos que el Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas influye significativamente en escolares con discapacidad auditiva. ya que se obtuvo una reducción de 2.5 minutos para el tiempo promedio, se aumentó 18% de fiabilidad de la interpretación y se mejoró la precisión de la interpretación en un 11%.

Palabras clave: Inteligencia artificial, lenguaje de señas, discapacidad auditiva

Abstract

The main objective of this research work is to determine the influence of the system based on artificial intelligence for the interpretation of sign language in schoolchildren with hearing disabilities. This system was developed using the SCRUM methodology, and Python was used for programming. , taking advantage of the OpenCV libraries to be able to use the camera in real time and capture them on the computer. Likewise for sign training, Yolo V4 was used, as it helped in more accurate sign detection. On the other hand, for this research, 3 indicators were proposed which are Average time in which students communicate, Reliability of Interpretation and Precision of interpretation, which were analyzed using the SPSS program. The formulas used for these indicators are can observe (Annex 1). To obtain results, the data that was collected was through the observation sheet, both before and after the System was implemented. The conclusion is reached with the results obtained that the System based on Artificial Intelligence for the interpretation of sign language significantly influences schoolchildren with hearing disabilities. Since a reduction of 2.5 minutes was obtained for the average time, interpretation reliability was increased by 18% and interpretation pressure was improved by 11%.

Keywords: Artificial intelligence, sign language, hearing impairment

I. INTRODUCCIÓN

La comunicación entre escolares hoy en día es un aspecto muy importante a nivel global sobre todo en la comunidad de escolares con problemas auditivos, puesto que para ellos se les hace más difícil entablar una comunicación. Las tecnologías desde hace varios años se han vuelto elementos esenciales e imprescindibles para mejorar la comunicación en los colegios lo cual se ve reflejado durante el desarrollo de sus actividades.

A nivel internacional, específicamente en Dinamarca, para la interpretación del lenguaje de señas es un servicio prestado a sectores tanto públicos como privados, lo cual toma un tiempo para quien haga de intérprete sea incluido en estos sectores, según Pérez, Muñoz y Chávez (2020), para que un intérprete de lenguaje de señas labore dentro de las instituciones educativas, debe haber estudiado 3 años y medio en el World Association of Sign Language Interpreters, para que una vez licenciado, pueda ejercer este estudio dentro de los colegios.

Por otro lado en Noruega y Bélgica, un estudio revela que los estudiantes con problemas de audición se han matriculado en escuelas regulares; sin embargo, existe incertidumbre sobre el compromiso y el profesionalismo de los intérpretes y docentes, así como falta de colaboración y diálogo porque el primer grupo tiende a asumir tareas que normalmente corresponden a los segundos (por ejemplo, explicar conceptos a estudiantes con problemas de audición), sin el conocimiento o consentimiento del alumno o del profesor. Esta publicación tiene como conclusión que existen razones para preguntarse si la educación inclusiva, es adecuada ante la falta de una educación bilingüe que reconozca el lenguaje de señas como un medio para la comunicación y la instrucción para los escolares.(De Meulder y Haualand ,2019).

Asimismo en Perú, con relación a la inserción de escolares con discapacidad auditiva, es muy baja, ya que muchas de las instituciones

educativas no cuentan con intérpretes del lenguaje de señas. La Defensoría del Pueblo en 2019 nos dice que, el 76% de las Instituciones educativas nacionales y el 83% de los colegios particulares menciona que no cuentan con las condiciones de ofrecer servicios educativos para estudiantes con necesidades especiales. Adicionalmente, se alertó sobre la exclusión de estudiantes con problemas auditivos en los colegios, debido a que el Censo Escolar 2019 reportó 587 de estos estudiantes en el nivel primario y 350 en el nivel secundario. Estos índices nos dicen que existe falta de intérpretes en las instituciones educativas, que ayuden en la comunicación de los alumnos, esto debido a que estas, no se arriesgan a tomar la decisión de utilizar la tecnología, para que sea parte de la solución a este problema.

luego de realizarse el censo de 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática menciona, que en nuestro país tenemos 3 millones 51 mil 612 personas que tienen algún tipo de discapacidad. De ellos, el 7,6% (232 mil 176) tienen problemas de audición y el 3,1% (93 mil) tienen problemas para hablar o comunicarse, Todo ello representa un 10 por ciento de la población del Perú.

Nuestro trabajo de investigación se desarrollará en el colegio Virgen de Cztochowa, cuya función es velar por la integración y comunicación de los escolares con discapacidades auditivas. El Estado peruano ha establecido el marco legal para la promoción, protección y ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad a través de la Ley N° 29973, Ley General de la Personas con Discapacidad, con el objetivo de promover su plena y efectiva inclusión en la vida política, económica, social, cultural y tecnológica.

La necesidad del desarrollo de este trabajo de investigación aparece a raíz de la problemática de comunicación entre los escolares sordos con los demás niños, actualmente en nuestro país pocos son los colegios que cuentan con un sistema intérprete de lenguaje de señas, por lo tanto se

considera necesario el desarrollo de esta herramienta informática que garantice una solución automática para con los escolares sordos. También se ve reflejado en la educación de los escolares sordos, sus problemas de comunicación entre ellos de alguna u otra manera repercuten en su proceso de aprendizaje, en el Perú la educación y comunicación que reciben por parte del estado es muy limitada observando que existen pocos colegios que cuentan con un sistema interprete y guías de lenguaje de señas.

Además, el tiempo en que se realiza la interpretación de este lenguaje de señas en el colegio es muy alto, por lo que existe una demora en la comunicación tanto entre alumnos, como los docentes y alumnos que tienen esta discapacidad auditiva. Por lo que se determinó que esta dimensión será medida por el Tiempo promedio en que se comunican los escolares. Por otro lado también se tiene como problema la velocidad en que se realiza la interpretación, ya que muchas veces la velocidad en que se realiza ello, no va a corde con lo que se está diciendo en ese momento, lo cual hace demorada la comunicación, muchas veces no es precisa la interpretación que se da, por lo que se decidió que esta dimensión sea medida con los siguientes indicadores, Fiabilidad de la interpretación y Precisión de la interpretación.

Los problemas graves a los que se enfrentan los escolares sordomudos aparecen cuando quieren comunicarse con los demás compañeros en medida que no han desarrollado el mismo código lingüístico con los demás compañeros lo cual se puede conceptuar como un obstáculo que limita la comunicación autónoma. En nuestro país actualmente, la población de escolares sordos ha mejorado la comunicación entre ellos gracias a las nuevas tecnologías de la información, gracias a las leyes o normativas que el estado ha creado en bien de los escolares.

Para esta investigación como principal problemática, se planteó la siguiente pregunta: ¿De qué manera influye un Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con

discapacidad auditiva?, luego se tiene como problemáticas específicas: La primera es: ¿De qué manera el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce el tiempo promedio de comunicación en los escolares con discapacidad auditiva?, la segunda es: ¿De qué manera el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación? y como tercera: ¿De qué manera el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la precisión de la interpretación?

La presente investigación se justifica teóricamente en puntos como el aporte de la inteligencia artificial a la interpretación del lenguaje de señas, asimismo como funciona este lenguaje y de qué manera facilita la comunicación entre alumnos que tienen esta discapacidad auditiva con los que no la tienen. Con un resultado, que beneficiará a las instituciones educativas.

La justificación para esta investigación tiene relevancia social, ya que gracias al desarrollo de esta tecnología, muchos escolares, sobre todo los que tienen esta discapacidad auditiva, podrán comunicarse de una manera más rápida y eficiente con sus compañeros de clase, lo cual, permitirá que los mismos adquieran los conocimientos de una manera más dinámica, también puedan desarrollar sus actividades escolares con más facilidad. Además de permitir que muchos escolares gracias a esta tecnología puedan aprender de igual manera este lenguaje de señas, lo cual sería lo óptimo, para que fluya mucho más la comunicación entre ellos.

Esta investigación como justificación práctica, se rige a que esta Herramienta que se desarrollará, se realizó con el fin de brindar una mejor comunicación entre los escolares con problemas auditivos con sus compañeros, gracias a la inteligencia artificial que se hará uso para la interpretación del lenguaje de señas, lo cual a su vez hará más didáctica la

comunicación, y los alumnos podrán ir aprendiendo este lenguaje de señas.

Asimismo, planteamos nuestro objetivo general: Determinar la influencia de un Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva. Así como objetivos específicos, siendo el primero: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce el tiempo promedio de comunicación en los escolares con discapacidad auditiva, y como el segundo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación, y como tercero: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la precisión de la interpretación.

Por otro lado, esta investigación plantea como hipótesis general: El Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas influye significativamente en escolares con discapacidad auditiva, como hipótesis específicas, la primera es: El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo de comunicación entre escolares con discapacidad auditiva, como segunda es: El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación, y como tercero: El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la precisión de la interpretación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

En nuestro estudio de investigación, en este capítulo se van a detallar los antecedentes ya sean internacionales o nacionales, que están relacionados con la investigación.

A nivel internacional se recaudó información de trabajos similares, Bodmer, Liu, Rangel (2021) en su artículo titulado "Detección de señas mediante aprendizaje automático dirigido a niños de educación primaria", esta investigación cuyo objetivo se centró en desarrollar un sistema que reconocimiento de lenguaje de señas para los escolares con discapacidad auditiva como para los que no, para lograr una comunicación más fluida y efectiva entre ellos. Con respecto al desarrollo de esta herramienta se utilizó el modelo CNN, para obtener resultados más precisos, además de la librería OpenCV, para el filtrado y procesamiento de las imágenes. Se obtuvo como resultado que reconoció de manera constante y precisa las vocales en lenguaje de señas en todas las pruebas. En sus pruebas realizadas, el clasificador descifraba correctamente alrededor del 90% de las señas mostradas por la ejecución de las pruebas. Se concluyó que como esta herramienta solo se limita a reconocer las letras del alfabeto, se hará mucho más rápido la interpretación de ésta, dando así una presión alta en menos tiempo.

También en el artículo titulado "Aprendizaje del lenguaje de señas mediado por las TIC", publicado por Cuji, Gavilanes y Silva (2018), nos indican que se presenta es que los escolares con problemas auditivos tienen problemas de comunicación con sus compañeros y docentes, lo cual es frustrante para ellos. Como objetivo se planteó el desarrollar acciones para elevar la calidad de educación de las personas con problemas de audición, se demuestra el uso de una estrategia instruccional basada en el potencial de las TIC para enseñar el lenguaje hablado a niños y de más jóvenes con discapacidad auditiva. Se utilizó una metodología aplicada, se aplicó el

muestreo probabilístico aleatorio simple, mediante un cuestionario. Los resultados que se obtuvieron es que se disminuyeron los tiempos de comunicación y aprendizaje de los alumnos con discapacidad auditiva. Este artículo concluye con que el uso de las TIC para la interpretación del lenguaje de señas, mejora la comunicación de los niños con discapacidad auditiva con sus compañeros y docentes.

También con lo que respecta al nivel internacional, Ronchetti (2017), en su estudio que tiene por título "Reconocimiento de gestos dinámicos y su aplicación al lenguaje de señas", Se han hecho menciones de intentos de reconocer gestos dinámicos para personas con pérdida auditiva desde el desarrollo de tecnologías de captura de video digital. En este estudio, el objetivo general fue el desarrollo de un modelo de reconocimiento automático para la Lengua de Señas Argentina (LSA). Por otro lado, el posicionamiento, la configuración y el movimiento de cada mano fueron los tres componentes cruciales. Este método, que se basa en componentes, permite el análisis de cada módulo por separado y brinda la opción de reemplazar un grupo de subclasificados por otro. Los hallazgos de este trabajo se presentan como una conclusión final y tienen dos contribuciones claves: por un lado, un esquema de clasificación de gestos dinámicos creado específicamente para el lenguaje de señas. Por otro lado, actualmente no existe una base de datos multilingüe para el idioma señas en Argentina.

Por otro lado, Borja, Araujo y Méndes (2019) en su investigación que lleva por nombre "Herramienta en realidad virtual para el aprendizaje del lenguaje de señas mexicano", nos indican que existe muchas personas con problemas para comunicarse, debido a que tiene discapacidad auditiva como la más común, y estas hacen uso del lenguaje de señas. Se estableció como objetivo, que se desarrolle una herramienta visual que permita la comunicación y el aprendizaje de este lenguaje de señas, para ello se usó un modelo antropomórfico que en su totalidad puede ser programado y manipulado, se hará uso de la realidad virtual, con lenguaje

VRML, incorporando una base de datos donde estarán establecidos los movimientos y posiciones del lenguaje de señas. La metodología que se utilizó es de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD). Llegó a la conclusión que esta tecnología podría usarse para cerrar la brecha de comunicación y permitir que todos accedan y usen nuevas tecnologías y herramientas para ello. También podrían utilizarse para implementar sistemas de inteligencia artificial (IA).

Asimismo, Gonzales y Chamorro 2021, en su investigación que lleva por nombre “Desarrollo e implementación de un sistema que permita la accesibilidad de los servicios a personas con discapacidad auditiva/sordos (PcDa/Sordos) por medio de un aplicativo intérprete a lengua de señas en tiempo real.”, nos dicen que, los escolares con discapacidad auditiva, no alcanzan a desenvolverse de la mejor manera en sus centros educativos, ya que no cuentan con un intérprete, que les facilite la comunicación con sus demás compañeros y docente. Por lo que se planteó como objetivo, el uso de un aplicativo móvil que ayude a que estas personas puedan conectarse con intérpretes, para que les facilite la comunicación y no se sientan excluidos. Por otra parte, para el desarrollo de este aplicativo, se usaron Open Source, las plataformas en la nube, Realtime Database, emuladores de smartphones y reales. Se llega a la conclusión de que el desarrollo de este aplicativo, tiene un impacto social en las personas que tienen esta discapacidad auditiva, logrando un incremento porcentual de eficiencia, con una mínima posibilidad de error.

Por su parte, Castiblanco y Montes (2021), en su artículo que lleva por nombre, "Movilidad y aprendizaje: utilización de la inteligencia artificial para la traducción de textos en LSC", esta investigación tiene como objetivo, crear un sistema que permita a personas con discapacidad auditiva, traducir las palabras a lenguaje de señas colombiana. Con respecto al desarrollo de este sistema se hizo uso de la inteligencia artificial, para el reconocimiento de texto en imágenes, las cuales estarán almacenadas en la base de datos creada, estas serán segmentadas para un fácil

reconocimiento. Los resultados fueron que el sistema llega a interpretar en tiempo real el mensaje que las personas con discapacidad auditiva quieren transmitir. Se concluye que con el uso de estas herramientas tecnológicas para la interpretación del lenguaje de señas, ayuda a romper los obstáculos comunicativos entre personas con problemas auditivos, con las que no los tienen.

Así mismo menciona Lopez(2018) en su investigación de investigación “Desarrollo de una app móvil para la interpretación de la lengua de señas peruana, dirigida a personas con discapacidad auditiva en la Asociación de Sordos de la Región Lima”, tiene como objetivo evaluar los resultados de su implementación y proporcionar una explicación detallada de las limitaciones en la duración de la comunicación con individuos sordos que surgen durante el proceso de interacción. En este trabajo se desarrolló en lenguaje de programación con tecnología machine learning, El tipo de investigación que se llevó a cabo se caracteriza como un estudio de naturaleza aplicada y pre experimental. Como resultado se ha determinado que el tiempo promedio necesario para comprender a una persona con discapacidad auditiva oscila entre 8 y 10 minutos, representando el 50,0% en promedio de la muestra. Al utilizar la aplicación móvil, este tiempo se reduce a un rango de 4 a 6 minutos, lo que constituye el 37,5% de la muestra, equivalente a una disminución del 12% en el tiempo de comprensión de una persona sorda. Esta evidencia sugiere que, con un nivel de confianza del 95%, la aplicación puede acelerar significativamente el proceso de entender el lenguaje dactilológico de las personas sordas.

Montenegro y Villa, 2019 en su investigación titulada “Desarrollo de un sistema avanzado para identificar y comprender el lenguaje de señas peruano, con el objetivo de mejorar la comunicación en la Institución Educativa Bautista para sordos Harvest en Chiclayo.”, señalan que, los escolares con discapacidad auditiva chocan con una gran barrera de comunicación con sus demás compañeros, debido a que instituciones

educativas no cuentan con intérpretes, ni con herramientas que ayuden a realizarlo. Por ello, el objetivo es desarrollar una tecnología inteligente de reconocimiento de idiomas para estudiantes peruanos, que ayude a reducir la brecha que existe entre los estudiantes con problemas auditivos y los que no. Para el desarrollo de este sistema, se empleó el lenguaje de programación Python, así como también la visión artificial, para el procesamiento de imágenes, con respecto al segmento de las manos se hizo uso de la técnica de espacios color HSV, además de la inteligencia artificial, redes neuronales. Esta investigación es aplicada y experimental. Los resultados se obtuvieron que sin el sistema se tarda 1.85 minutos la comunicación, mientras que con el sistema tarda 0.57 minutos, lo cual es evidente la mejora en el tiempo de comunicación. Por otro lado, las señas interpretadas sin el sistema son 2.5, mientras que con el sistema un 7.65, lo cual se aprecia una mejora considerable, dando una precisión de 95%. Se concluyó que el Sistema interpreta si disminuye la barrera de comunicación entre los estudiantes.

2.2 Bases teóricas

Para el respaldo de nuestra investigación se han realizado búsquedas conceptuales sobre nuestro tema de estudio, una de nuestros conceptos abarca la inteligencia artificial, Mathivet (2018) menciona que es la capacidad de adaptación al entorno para mejorar los problemas que tenemos o se presentan en el día a día.(p. 28).

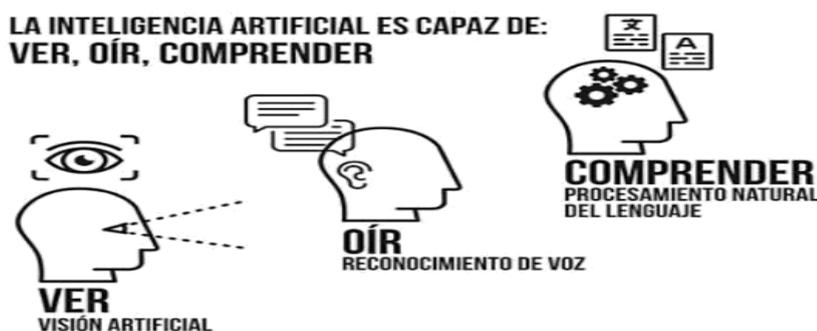
La inteligencia artificial por otro lado según Camgos, Hadfield, Koller y Boden (2017), nos dice que, la inteligencia artificial busca permitir que las computadoras realicen las mismas tareas que la mente humana, con el beneficio adicional de poder ensamblar sistemas automatizados que permitan la ejecución. La inteligencia es una habilidad cognitiva que facilita la comprensión y alimenta la capacidad de interpretación y razonamiento.

Para Rouhiainen (2018), es la capacidad de las computadoras para realizar tareas que habitualmente demandan la inteligencia humana. IA es la habilidad de las máquinas para usar algoritmos, instruirse de los datos y

aplicar lo que han aprendido para tomar decisiones al igual que los humanos, los dispositivos basados en inteligencia artificial no llevan a cabo esta acción de la misma manera, IA no requiere descanso y son capaces de analizar simultáneamente grandes volúmenes de datos. (p. 17).

El impacto que la IA genera en nuestras vidas será muy brusco puesto que se están desarrollando tecnologías avanzadas como nunca antes se había visto tecnologías dotadas de la capacidad de realizar tareas como ver mediante visión artificial, escuchar a través de reconocimiento de voz y comprender mediante procesamiento del lenguaje natural. Como se puede observar .

Figura N° 1. La IA es capaz de ver, oír y comprender.



Fuente: Rouhiainen, 2018, p.23

Por otra parte, se definieron estos términos que también se usó, en lo que viene a ser el lenguaje de programación en el cual se desarrollará la investigación, para Manrique (2020), Python, un lenguaje de programación que permite la ejecución del código directamente en el navegador al cargar la página, es independiente de la plataforma y sigue una estructura orientada a objetos. Este lenguaje está diseñado para abordar una amplia variedad de programas, desde aplicaciones para entornos Windows hasta servidores de red e incluso páginas web. Tiene ventajas como un desarrollo más rápido y desventajas como una ejecución más lenta. (p. 590). con el pasar de los años, este lenguaje de programación se ha vuelto muy popular y algunas de las razones son las siguientes:

- ❖ El número de bibliotecas, tipos de datos y funciones de lenguaje.
- ❖ Python es gratuito, lo cual es importante porque también se puede utilizar con fines comerciales.
- ❖ La facilidad y rapidez con que se desarrollan los programas. Los programas Python tienen menos líneas de código que los programas Java o C.

La comprensión y aprendizaje de algoritmos de reconocimiento de imágenes es crucial, por ello Delgado, Vázquez, Vargas y Africany(2023) destacan a YOLO por su velocidad excepcional, su proceso implica la ejecución de la red neuronal en una imagen recién ingresada para realizar predicciones de detección. Además, YOLO supera significativamente la precisión media de otros sistemas en tiempo real, alcanzando más del doble de rendimiento. La singularidad de YOLO radica en su enfoque global en la imagen. A diferencia de técnicas como ventana deslizante y propuestas de regiones, este algoritmo examina la imagen en su totalidad durante el entrenamiento y la prueba. Este enfoque le permite incorporar de manera implícita información contextual sobre las clases y sus apariencias, mejorando así la calidad de las predicciones. (p. 107).

De igual manera, se utilizará la librería OpenCV, que es una biblioteca de código abierto que facilita el desarrollo de prototipos soportados por visión artificial, tiene como funciones básicas, la escritura y lectura de imágenes, el acceso a las características de estas, también establece una ROI y por último logra unir y separar imágenes (OpenCVTeam, 2017).

Por otra parte, Acuña (2017) define a OpenCV, que es una biblioteca libre de visión artificial que se puede utilizar tanto en aplicaciones que necesitan reconocimiento de objetos y seguridad Sistemas con detección de movimiento. Incluye reconocimiento facial, reconocimiento de objetos y calibración de cámara entre sus más de 500 características. Posee un conjunto muy completo de herramientas para el reconocimiento y

clasificación de objetos basado en cálculos de atributos y componentes principales.

Asimismo, para la realización de nuestro trabajo se tomó en cuenta el término base de datos MySQL en el cual Chioldes, Arencibia, Vitón, Linares, y Rodríguez(2020), la base de datos de datos MySQL es un sistema, se utilizan para analizar, transmitir, recuperar y almacenar información, de manera rápida, segura y confiable, además multiplataforma y gratuita. La velocidad y la flexibilidad son posibles con MySQL, un sistema para la gestión de bases de datos relacionales. Es ampliamente utilizado en aplicaciones web creadas en una variedad de plataformas. Por el contrario, se reconoce como un sistema de gestión de datos multiplataforma y multiusuario que cuenta con gestión de datos multiplataforma, conectividad segura, replicación, búsqueda e indexación de campos de texto, y soporte para numerosos motores de organización de información que permiten a los programas elegir rápidamente los fragmentos de datos.(p. 3).

Así mismo también se utilizó HTML para dar una mejor estructura del sistema, Vértice (2009) menciona HTML es un lenguaje artificial diseñado para permitir a los programadores escribir instrucciones que los navegadores pueden ejecutar para crear páginas web, este lenguaje se utiliza para organizar documentos, pero no se encarga de definir cómo se verán o diseñarán. En su lugar, proporciona las herramientas para dar formato, y la apariencia final depende de la capacidad del navegador.(p.31).

Con respecto al entrenamiento con las imágenes, se utilizó la llama matriz de confusión, que según Barrios(2019), nos dice que en el ámbito de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, una matriz de confusión se utiliza como un recurso visual para evaluar el rendimiento de un algoritmo de aprendizaje supervisado. Cada columna de la matriz indica la cantidad de predicciones realizadas para cada clase, mientras que cada fila representa las instancias pertenecientes a la clase real. En otras palabras,

su función práctica radica en permitirnos observar los tipos de aciertos y errores que experimenta nuestro modelo durante el proceso de aprendizaje con los datos. De la misma manera, Garcia (2023), define a la matriz de confusión como un recurso que exhibe de manera detallada el rendimiento del modelo en cada clase. Facilita la observación de las predicciones correctas e incorrectas, tanto las positivas como las negativas, asociadas a cada categoría. (p.39).

Para el correcto desarrollo de nuestro sistema intérprete en esta investigación se está llevando a través de la metodología scrum, según los autores Hernández, Beltran (2020), Scrum es un enfoque que promueve la implementación de una metodología de trabajo más colaborativa entre las distintas áreas participantes en el desarrollo de nuevos productos. Este método implica adoptar una perspectiva integral para mejorar la comunicación, integrar mejor los roles y fortalecer la comprensión de las responsabilidades, con el objetivo de generar productos más eficientes y aumentar la satisfacción del cliente. Scrum se enfoca en conocer lo mejor posible al equipo de trabajo identificando sus fortalezas y debilidades (pp. 61-73). Por otra parte, según Subra y Vannieuwenhuyse (2018) indican que Scrum no es un conjunto de técnicas de ingeniería de software, si no es un método, que se debe completar mediante prácticas técnicas, ejemplo de ello, es que este método defiende la aplicación de pruebas, pero no dice cómo deben ser realizadas, ya que cada equipo es libre que hallar la práctica técnica que más se le acomode y se les sea más sencilla de realizar (p.27)

Subra y Vannieuwenhuyse (2018) nos dicen que esta metodología tiene como objetivo el trabajo en equipo, para alcanzar el objetivo planteado, pero este no se consigue de manera inmediata, si no que requiere tener varias interacciones del equipo para ver el avance que tienen, considerando fundamentalmente los cambios para mejor, sin olvidar los distintos obstáculos que pueden surgir (p.26).

Asimismo, Subra y Vannieuwenhuyze (2018) indican que Scrum cuenta con tres pilares fundamentales, ya que como se sabe esta metodología se basa en la experiencia: transparencia, Inspección, Adaptación.

La transparencia, refiere a toda persona que formará parte del proyecto, debe entender de manera rápida y sencilla el estado en que se encuentra el proyecto, y esto se logra, con la aplicación de un lenguaje común dentro del equipo de trabajo. Se le debe dar una gran importancia a este punto, para poder garantizar que este proyecto tenga éxito.

Con respecto a la inspección; el equipo de trabajo debe comprobar con regularidad, el estado del avance del proyecto como, lo que produce, respecto a los objetivos, sin que esto perjudique al rendimiento del equipo. Todo ello para evitar la aparición de problemas una vez culminado el proyecto.

Para la adaptación; si en la etapa anterior surgieran inconvenientes, se debe realizar ajustes, para que el impacto sea mínimo.

Por otro lado, para Salazar, Tovar, Linares, et. all (2018), las características de scrum tienen relación a base de los roles, reuniones y artefactos

Hablaremos de los roles; en primer lugar, el director del proyecto, sus responsabilidades se dividen en 3 roles fundamentales que son el dueño del producto, que es quien se encarga de la interacción con el cliente y recibe los requerimientos; el Scrummaster, es quien gestiona los procesos y vela porque no le falte nada al equipo de trabajo; y por último el equipo de trabajo, que se encargan del desarrollo.

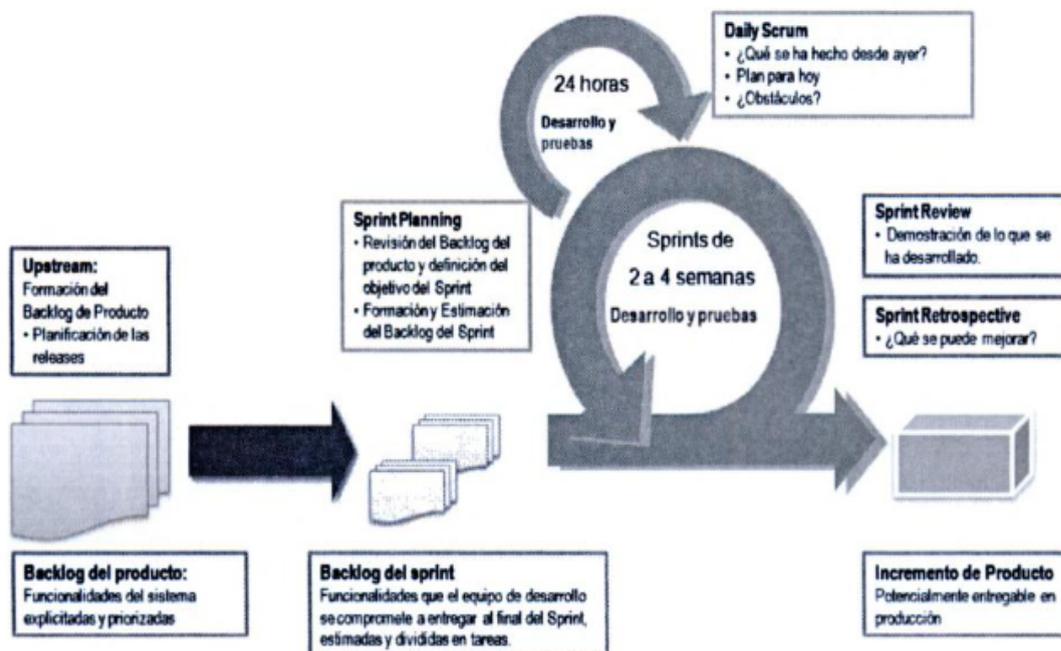
Por otro lado, con respecto a los artefactos; no hay formatos predeterminados que deban seguirse exactamente; más bien, se sugieren muchos artefactos que permiten llevar la comerciabilidad del proyecto a lo largo del tiempo.

- ❖ Product backlog; se relaciona los diferentes funcionalidades, cambios y errores del producto, los cuales deben ser simples, estimados y priorizados.
- ❖ Sprint backlog; corresponde a las tareas que se deben realizar, para el desarrollo del product backlog, mencionando el tiempo estimado y la persona que lo va a realizar.
- ❖ Burndown chart; se observa el avance que se tiene con el proyecto, para comprobar si existe algún inconveniente, y si es así solucionarlo.

Por último, pero no menos importante las reuniones; conocida también como Sprint, lo cual es de suma importancia realizarlas antes, durante y después, para dar una retroalimentación a cada Sprint que se realiza.

El ciclo de vida de Scrum según Subra y Vannieuwenhuyze (2018) indican que, primero el dueño del producto escribe las historias de usuarios, y las coloca en la Pila de producto. Luego de ello, el dueño del producto prioriza las historias de usuario y pone en orden la pila de producto. Luego, el equipo se congrega para llevar a cabo la planificación del Sprint, con el propósito de definir las historias de usuario que serán abordadas durante ese período específico, dando forma a lo que se conoce como la pila de Sprint y a su vez se asignan las tareas para el equipo de desarrollo. El Sprint se va repitiendo en 2 o 4 semanas, el equipo se reúne diariamente, con la finalidad de obtener un producto entregable, durante la revisión del Sprint.

Figura N° 2: Scrum: un método ágil para sus proyectos, ciclo de vida



Fuente: Ciclo Scrum

Con respecto a la variable independiente, se consideró en esta investigación que viene a ser la Interpretación de lenguaje de señas Burad (2009), es la técnica, en la cual un intérprete tiene la habilidad de interpretar un mensaje en tiempo real, del que emite el mensaje, a la misma velocidad, permitiendo así que se logre una buena comunicación entre ellos, dando así la traducción completa del mensaje en una gran velocidad.

Vercher (2018), La lengua de señas es un lenguaje natural de expresión, la configuración gesto-espacial y la percepción visual, permitiendo a las personas sordas interactuar con su entorno social. Lo cual está basado en movimientos y expresiones realizadas con las manos, los ojos, el rostro, la boca y el cuerpo. Además, Davydov y Lozynska (2017), nos dice que la lengua de señas, son sistemas de comunicación visual-manual que se han desarrollado en comunidades solitarias de todo el mundo en respuesta a la necesidad de comunicarse entre sí y se contabilizan como 138 en el banco de datos de Ethnologue (p.58).

La DIGEBE (2019), nos dice que la Dactilología, es una representación manual de cada letra que compone el alfabeto. Se utiliza para nombres personales, nombres de pila, nombres de instituciones y palabras sin un significado claro. Hay 27 letras en el alfabeto manual, y todas pueden usarse para construir cualquier palabra (p.41).

Figura N° 3: Alfabeto Dactilológico Peruano



Fuente: DIGEBE, 2019, p.41

Otro término que se considera en el investigación es la discapacidad auditiva que según la OMS (2018), es la “pérdida de audición de una persona, la cual no es capaz de escuchar perfectamente como una persona convencional, cuya audición es normal, en otras palabras, que su umbral de audición en ambos oídos en igual o superior a los 25 dB”. Así mismo, Según Carrascosa (2015), El uso del término "sordo" es adecuado ya que una persona con discapacidad auditiva posee las mismas capacidades y facultades que una persona que puede escuchar; la única

diferencia radica en la ausencia de la capacidad auditiva, mientras que el término "sordomudo" es inexacto porque alguna vez se creía que un sordo era una persona que carecía de habilidades de comunicación pero en realidad es capaz de comunicarse a través de su lengua materna (LSP) e incluso llegar a aprender a leer y escribir en lenguaje oral con la debida educación.

Con respecto a la comunicación de tanto las personas con discapacidad auditiva, como las que no, Fernández y Villa (2017) nos dice que, la forma en que se establece la comunicación entre las dos comunidades (sorda y oyente) no puede reducirse a una sola característica porque cada situación de encuentro es única y depende de las estructuras sociales y cognitivas de las personas involucradas. "Los medios de comunicación, en todas las situaciones que requieran comunicación, requieren el uso de la lengua, ya sea la lengua de señas o el uso del castellano, por ello se advierte que rara vez se utiliza el lenguaje de señas como medio, porque el oyente no no hablan este idioma, mientras que la mayoría de los sordos tienen un dominio básico del castellano".

Para esta variable se consideraron como dimensiones: se estableció como primera dimensión, interpretación en tiempo real, que según Lopez (2018), nos dice que, para que la comunicación sea más fluida entre los alumnos con discapacidad auditiva y los que no, este debe interpretar de manera inmediata lo que se está diciendo, para que fluya la interacción entre ellos. Además Siré (2016), nos indican que al contar con la interpretación en tiempo real, se puede expresar el mensaje en una manera más sencilla de interpretar.

Como segunda dimensión se estableció la velocidad de la interpretación, que según Sarmiento, Alulema y Saenz (2019), nos dicen que la velocidad de interpretación es el tiempo en que se tarda un sistema en traducir la información, para que una interpretación sea rápida, el sistema debe contar con pequeñas imágenes, dentro de la base de datos, para que no se tenga retraso, y la interpretación se de mucho más rápida.

Cuadro N°1: Comparación de metodologías de desarrollo de investigación

XP	SCRUM	RUP
<p>Gestionar proyectos de forma conjunta, programando entregas periódicas y evitando cambios de cliente que nos obliguen a empezar de cero. Perez (2011).</p>	<p>Metodología que incorpora buenas prácticas y trabajo en equipo para lograr mejores resultados a través de la colaboración de un equipo altamente competitivo. (Ramirez, et.al, 2019).</p>	<p>Es un proceso de ingeniería de software que se enfoca en la asignación de tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Perez (2011).</p>
<p>Los principios y valores antes mencionados están presentes en cada una de las cuatro fases de ejecución de XP y sirven como base fundamental para el crecimiento adecuado de cada fase a lo largo del ciclo. Perez (2011).</p>	<p>Se presentan aportes parciales del proyecto, los cuales se priorizan en función de los aportes realizados al proyecto y son valorados por los usuarios finales del proyecto. (Ramirez, et.al, 2019).</p>	<p>Es una metodología de desarrollo iterativa enfocada en casos de uso, gestión de riesgos y gestión arquitectónica. (Cerron, 2017).</p>
<p>Presenta 4 fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exploración - Planificación - Iteraciones - Puesta en producción 	<p>Se manejan por Sprint, buscando entregar valor en corto tiempo. Las etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación - Desarrollo - Revisión - Retroalimentación 	<p>Perez (2011). Ciclo de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inicio - Elaboración - Construcción - Transición

<p>XP es una de las metodologías con mayor aceptación en la industria del software. Su énfasis en las metodologías ágiles, el énfasis en la gestión de recursos humanos y sus principios de previsibilidad y adaptabilidad. Perez(2011).</p>	<p>Permite la planificación detallada del proyecto por adelantado, con énfasis en la gestión de costos, tiempo y parámetros. (Ramirez, et.al, 2019)</p>	<p>Mejora la productividad del equipo al permitir que cada miembro del grupo acceda a la misma base de conocimientos independientemente de su responsabilidad específica. (Cerron, 2017).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Programación organizada. - Permite ahorrar mucho tiempo y dinero. - Se aplica a cualquier lenguaje de programación. <p>Perez(2011).</p>	<p>Ofrece ventajas como la adaptabilidad, transparencia y la retroalimentación continua (Ramirez, et.al, 2019).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce riesgos en los proyectos - Incorpora desarrollo de mantenimiento. - Integra el objetivo de la calidad. <p>(Cerron, 2017).</p>

Para la elaboración de este proyecto se hizo la elección de utilizar la metodología SCRUM, ya que es una de las herramientas que más se adapta a nuestro trabajo de investigación debido a la facilidad de su uso, además permite que nuestro proyecto se ajuste a los cambios que puedan surgir de una manera inmediata. Por otro lado, el scrum permite adaptarse a la empresa en estudio, también fomenta el trabajo en equipo gracias a que permite dividir y asignar los trabajos o roles en todo el equipo de proyecto

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación, es del tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, Ramírez (2015), indica que la investigación cuantitativa, se trata de aquella que emplea predominantemente información que puede cuantificarse o medirse. La mayor parte de estas investigaciones de naturaleza cuantitativa incluyen diseños experimentales, pre-experimentales y estudios basados en encuestas sociales, siendo esta última una de las metodologías más frecuentemente empleadas por los investigadores. (p. 2).

En este proyecto de investigación, se empleará el diseño experimental, ya que analiza la conducta de la variable dependiente en función de la variable independiente. Además, es de tipo pre-experimental, ya que intenta acercarse a la investigación experimental y analizar un grupo de individuos u objetos que están siendo observados.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Inteligencia Artificial

Según Sánchez, Rodríguez, Salcedo (2022) la inteligencia artificial es la facultad de una máquina, por la cual puede ejecutar funciones cognitivas, las cuales son asociadas con las mentes humanas, como razonar, aprender, interactuar con el entorno, percibir, resolver problemas y ejercer incluso la creatividad.

Variable dependiente: Interpretación de lenguaje de señas

Para Burad (2009) la interpretación de lenguaje de señas es una técnica, en la cual un intérprete tiene la habilidad de interpretar un mensaje en tiempo real, del que emite el mensaje, a la misma velocidad, permitiendo así que se logre una buena comunicación.

Definición operacional

Para Quintana (2020) la definición operativa es aquella que el investigador construye y/o adapta basándose en la descripción conceptual de la variable. En esta definición se deben indicar claramente las “dimensiones” que componen la variable, así como la forma en que se estudiará en profundidad la variable.(p. 3).

La inteligencia artificial, como se sabe, es de suma importancia ya que se asemeja con la capacidad de interactuar y aprender, de los seres humanos, por ello, esta aporta en la interpretación del lenguaje de señas, ya que esta herramienta permite, a través de sus algoritmos, reconocer e interpretar algún gesto o movimiento, que una persona puede realizar mediante una cámara, lo cual la inteligencia artificial con la base de datos de imágenes que se implementará, hará el reconocimiento y la interpretación básica captada por la cámara.

Variable independiente: Inteligencia Artificial

Se entiende por inteligencia artificial (IA) que es una colección de algoritmos desarrollados con el objetivo de construir máquinas con capacidades similares a las de los seres humanos como razonar, aprender, interactuar con el entorno, percibir, resolver problemas e incluso ejercer la creatividad.

Variable dependiente: Interpretación de lenguaje de señas

Motivo por el cual el lenguaje de señas es una técnica, se considera la habilidad de interpretar el mensaje en tiempo real, que se evaluará el tiempo promedio en que se comunican los escolares, por otro lado también se considera la velocidad de la interpretación, este se evaluará por medio de la fiabilidad de la interpretación y la precisión de la interpretación.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Para López y Facheli (2015), la expresión población hace referencia a la totalidad de variables que conforman el ámbito analítico de interés y sobre

las cuales deseamos extraer las conclusiones estadísticas, así como sustantivas o teóricas, de nuestro análisis. En particular, los términos "universo finito" o "población finita" se refieren a la colección precisa de unidades de las que se extrae el ejemplo y "población hipotética" o "población objetiva" se refiere a la población de la que se pueden extraer los resultados.(p. 7). Por ello, como población se tomará la cantidad de interpretaciones que se realizan, en este caso se representará nuestra población con 10 estudiantes con discapacidad auditiva y 26 interpretaciones.

Cuadro N° 2: Población de la Investigación

Población	Cantidad
Estudiantes con discapacidad auditiva	10
Interpretaciones	26

3.3.2. Muestra:

Condori (2020), nos dice que la muestra es como una parte de la población que es representativa, las cuales a su vez tienen las mismas características generales que la población, tiene dos tipos probabilístico y no probabilístico. Asimismo, Salgado (2019) señala que la muestra constituye una porción de la población, la cual es seleccionada por cumplir con las características del conjunto completo que será objeto de estudio. Por ello, como tenemos una población no tan extensa, se ha decidido tomar la misma cantidad de la población como nuestra muestra.

3.3.3. Muestreo:

Según Pereira y Vaira (2021), indican que el muestreo no probabilístico, son todas las unidades experimentales, que en este tipo de demostración se eligen en base a un criterio no aleatorio. Por ello, en esta investigación se hará el uso del muestreo no probabilístico. De igual forma, Majid (2018) se refiere a que este tipo de muestreo, es donde se puede elegir a la población que esté más accesible, es decir solo la población en estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas:

Para esta investigación, se hará uso de la observación como técnica, que según Useche, Artigas, Queipo, Perozo (2019) es la técnica utilizada por el investigador para conectarse con la realidad y formar la idea más precisa posible sobre el problema que se está estudiando (p.44). Se emplea esta técnica para recopilar información de los involucrados, con el apoyo de la ficha de observación.

3.4.2. Instrumentos:

Para el trabajo de investigación se utilizará la ficha de observación la cual para Arias(2020), menciona que se aplica cuando un investigador desea medir, analizar o evaluar un objetivo específico o recopilar datos sobre él, mediante el uso de una ficha de observación. Esta herramienta puede emplearse para medir tanto situaciones externas como internas que implican a personas, así como actividades y emociones. De igual manera, se puede hacer uso para evaluar indicadores de gestión o redes sociales. (p. 14).

Cuadro N°3: De Interpretaciones

<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Técnicas</i>	<i>Instrumento</i>
<i>Interpretación en tiempo real</i>	<i>Tiempo promedio en que se comunican los escolares</i>	<i>Observación</i>	<i>Ficha de Observación</i>
<i>Velocidad de la interpretación</i>	<i>Fiabilidad de la interpretación.</i>		
	<i>Precisión de la interpretación</i>		

Fuente elaboración Propia.

Se emplea la técnica de ficha de observación para llevar a cabo la aplicación y recopilación de datos.

3.5. Procedimientos:

Como primera etapa, se realizaron las reuniones correspondientes con los representantes legales del centro educativo, solicitando la autorización del centro educativo para el proyecto que se desea realizar, explicándoles la idea que se tiene, y lo que se quiere lograr con ella.

Para la segunda etapa, con respecto al desarrollo de este trabajo de investigación, se propuso realizar un análisis cuidadoso tanto de las variables independientes como de las dependientes. En consecuencia, se realizó una revisión sistemática de artículos, libros y tesis del contexto local e internacional. Esto nos permitió identificar investigaciones anteriores cuyos problemas tienen similitud a los nuestros y examinar los hallazgos y soluciones que propusieron. Se realizaron las respectivas investigaciones para analizar y conocer cómo funciona la interpretación del lenguaje de señas con inteligencia artificial para la comunicación en estudiantes. A partir de ello se definirán las variables de acuerdo a lo que se quiere conseguir, una vez implementado nuestro proyecto.

Asimismo, como tercera etapa, se realizará la adquisición de información, se tomará una pequeña parte de la población de estudiantes, los cuales a través de una ficha de observación, se podrá analizar y evaluar el comportamiento de los estudiantes con discapacidad auditiva y el desempeño que tienen en el aula sin un intérprete de lenguaje de señas para su comunicación.

Finalmente se procederá a dar por finalizado nuestro trabajo de investigación dando a conocer nuestras conclusiones y las recomendaciones que proponemos.

3.6. Método de Análisis:

Con respecto a esta investigación se dará uso de estadística descriptiva según Rendón, Villasís y Miranda (2016), es la técnica matemática que reúne, estructura, exhibe y explica un conjunto de datos con el fin de

facilitar su utilización, típicamente mediante tablas, medidas numéricas o gráficos. Estas metodologías se emplean en la fase de investigación cuando el investigador necesita procesar y analizar los datos recolectados en este estudio. (p. 398).

De igual manera se hará uso de la estadística inferencial, el cual Amat, Ricardo y Cruz (2021) nos dice que, proporciona conocimientos teóricos y prácticos a los estudiantes para que puedan utilizar correctamente métodos, técnicas y herramientas e interpretar los resultados derivados de un análisis crítico sustentado en pruebas objetivas recopiladas mediante el estudio de una muestra representativa de una población. (p.1). Añadido a ello, Porto y Mosteiro (2016) señalan que es posible emplear métodos para contrastar valores y comparar muestras; dependiendo de su naturaleza, las pruebas paramétricas hacen uso de herramientas como la prueba T de Student, ANOVA, etc; en contraste, las pruebas no paramétricas pueden utilizar técnicas como la prueba de Chi-cuadrado, U de Mann-Whitney, entre otras. Para este estudio, en cuanto a la evaluación de la normalidad, se hace uso de Shapiro Wilk, ya que, en nuestra ficha de observación los involucrados no superan las 26 interpretaciones, de la misma manera, se aplicará la prueba U de Mann-Whitney para las distribuciones no normales, y para las distribuciones normales se utilizará la prueba de T-Student.

Lo antes mencionado, se realizará en la herramienta tecnológica SPSS, la cual permitirá colocar todos los datos recolectados en las fichas de observación, para así obtener los resultados que se esperan para este trabajo de investigación.

3.7. Aspectos éticos:

Para el presente estudio, se realizará con el fin de brindar soluciones tecnológicas a una institución educativa, que presenta alumnos con discapacidad auditiva, no será lucrativo, ya que se busca dar un apoyo a esos estudiantes con discapacidad auditiva, para que puedan comunicarse a través de la interpretación del lenguaje de señas con inteligencia artificial,

de una manera más rápida con sus demás compañeros, de esa manera también ellos puedan desarrollar mejor sus actividades educativas.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis Descriptivo

Con respecto, a la evaluación de los resultados, se procedió a medir lo que son los indicadores, Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, como segundo indicador, se tiene la Fiabilidad de la Interpretación y como tercer Indicador se tiene la Precisión de la Interpretación. Se realizó un Pre-test por cada indicador, para luego con la implementación de nuestro Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas, se efectuó lo que es el Post-Test, de igual manera, para cada indicador.

Para el análisis del indicador “ Tiempo promedio en que los estudiantes se comunican”, presentamos la siguiente tabla en la cual se visualiza la media y desviación que se obtuvieron por este indicador.

Cuadro N°4: Medidas Descriptivas Tiempo de comunicación en pre-test y post-test

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
TIEMPO COMUNICACIÓN (PRE-TEST)	10	3,00	6,00	4,3000	1,15950
TIEMPO COMUNICACIÓN (POST-TEST)	10	1,00	3,00	1,8000	,78881
N válido (por lista)	10				

En la tabla se presenta un resumen estadístico del indicador "tiempo promedio de comunicación de los estudiantes", incluyendo la media y la desviación estándar, donde se evidencia una diferencia significativa entre las mediciones antes y después. La media de precisión del pre-test es de 4.3 minutos, mientras que en el post-test, esta cifra se reduce notablemente a 1.8 minutos. Esto refleja una reducción sustancial en el tiempo promedio que se comunican los escolares

después de la implementación del sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas.

Además, al examinar la tabla, se evidencia que en el pre-test, la desviación estándar es de 1.2, lo que indica una dispersión moderada de los datos con respecto a la media. Por otro lado, en el post-test, la desviación estándar es de 0.8, lo que sugiere que los datos han mejorado de manera más significativa en comparación con el pre-test. En resumen, estos resultados demuestran una mejora sustancial en el tiempo promedio en que se comunican los estudiantes después de la implementación del sistema de inteligencia artificial.

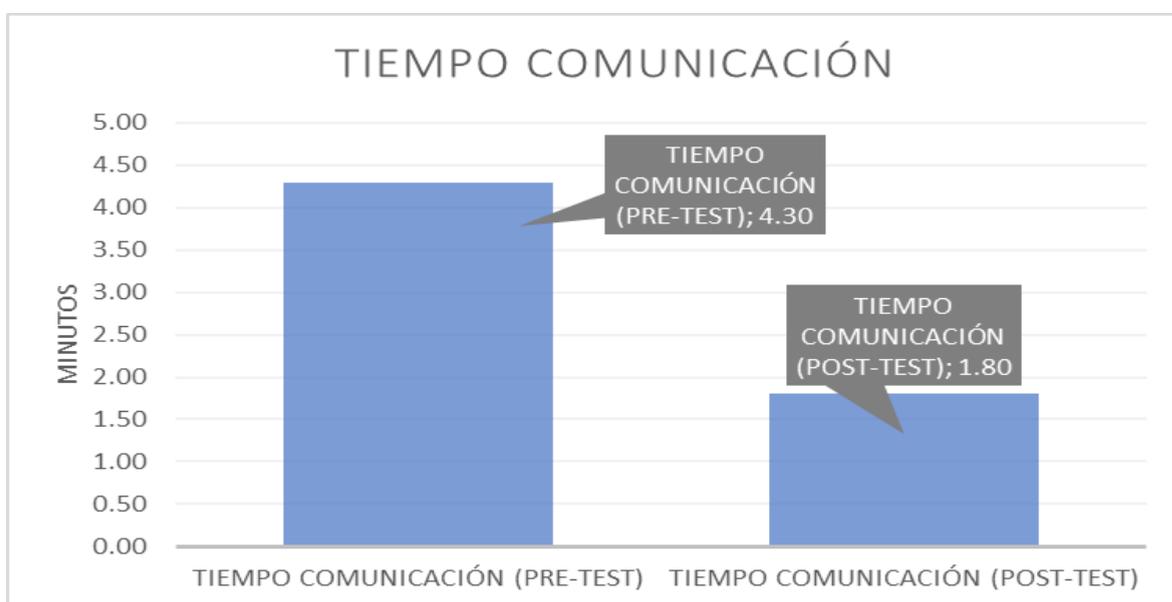


Figura N° 4: Tiempo en que se comunican pre-test y post-test

El tiempo en que se comunican se vio reducido de un promedio de 4.30 minutos a un 1.80 minutos, luego de implementado el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas.

En relación al indicador de "Fiabilidad de la interpretación", se presenta la siguiente tabla que muestra tanto la media como la desviación que caracterizan dicho indicador.

Cuadro N°5: Medidas Descriptivas Fiabilidad de la Interpretación pre-test y post-

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
→ FIABILIDAD(PRE-TEST)	26	50,00%	87,00%	70,0769%	12,21777%
FIABILIDAD(POST-TEST)	26	80,00%	100,00%	87,9231%	6,81130%
N válido (por lista)	26				

La tabla proporciona resúmenes estadísticos que se relacionan con la media del indicador "fiabilidad" al examinar la tabla, se evidencia que en el pre-test, la desviación estándar es de 12.2, lo que indica una dispersión moderada de los datos con respecto a la media. Por otro lado, en el post-test, la desviación estándar es de 6.8, lo que sugiere que los datos se han dispersado de manera más significativa en comparación con el pre-test. En resumen, estos resultados demuestran una mejora sustancial la fiabilidad de la interpretación del lenguaje de señas después de la implementación del sistema de inteligencia artificial, además también se observa una mayor desviación en los resultados en el post-test. También, se visualiza que en el pre-test, los valores oscilan entre un mínimo del 50% y un máximo del 80%, mientras que en el post-test, la gama va desde un mínimo del 87% hasta un máximo del 100%. Por todo ello se hace evidente que hay una marcada discrepancia en el indicador entre el período previo y posterior a la implementación de nuestro sistema que ofrece una representación visual de esta diferencia significativa.

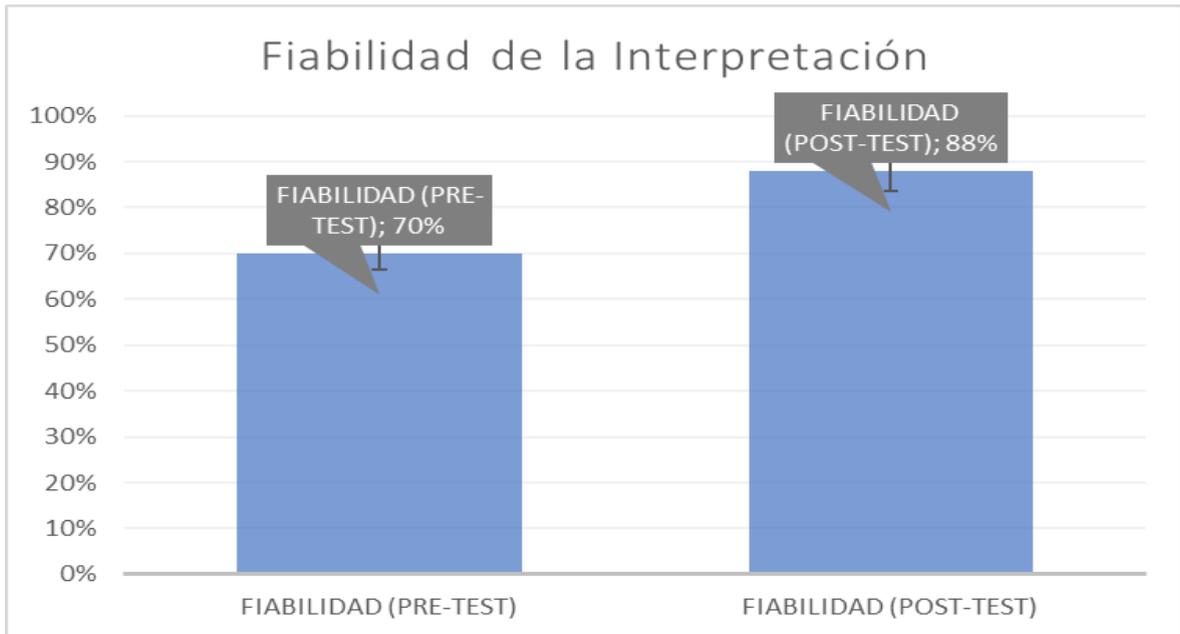


Figura N° 5: Fiabilidad de la interpretación pre-test y post-test

La fiabilidad de la interpretación ha aumentado de un 70% a un 88% luego de implementado el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas.

Con respecto al indicador Precisión de la interpretación tenemos la siguiente tabla donde se puede apreciar la media como también la desviación que existe en ese indicador.

Cuadro N° 6: Medidas Descriptivas Precisión de la Interpretación en pre-test y post-test

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PRECISION (PRE-TEST)	26	74,00%	86,00%	78,2308%	3,43287%
PRECISION (POST-TEST)	26	76,00%	99,00%	86,8462%	6,78052%
N válido (por lista)	26				

Para el indicador de Precisión de la interpretación nos da una media de 78% para lo que es el Pre-test y un 97% con respecto al Post-Test, lo cual se puede apreciar

que existe una variación en el antes y en él después, de haberse desplegado el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas. En la tabla, se puede evidenciar, que hay una desviación en el pre-test de 3.4 y para lo que viene siendo el post-test es de 6,7, es decir, que los datos levemente se dispersaron con respecto a la media, todo ello comparando el primer caso con el segundo. De igual manera, se aprecia que para el pre-test se tiene un mínimo de 74% y un máximo de 76%, y con respecto al post-test mínimo de 86% y un máximo de 99%. Con todo lo detallado, se evidencia que existe una diferencia notable en el indicador antes y después de desplegado nuestro sistema, en el siguiente gráfico se puede observar.

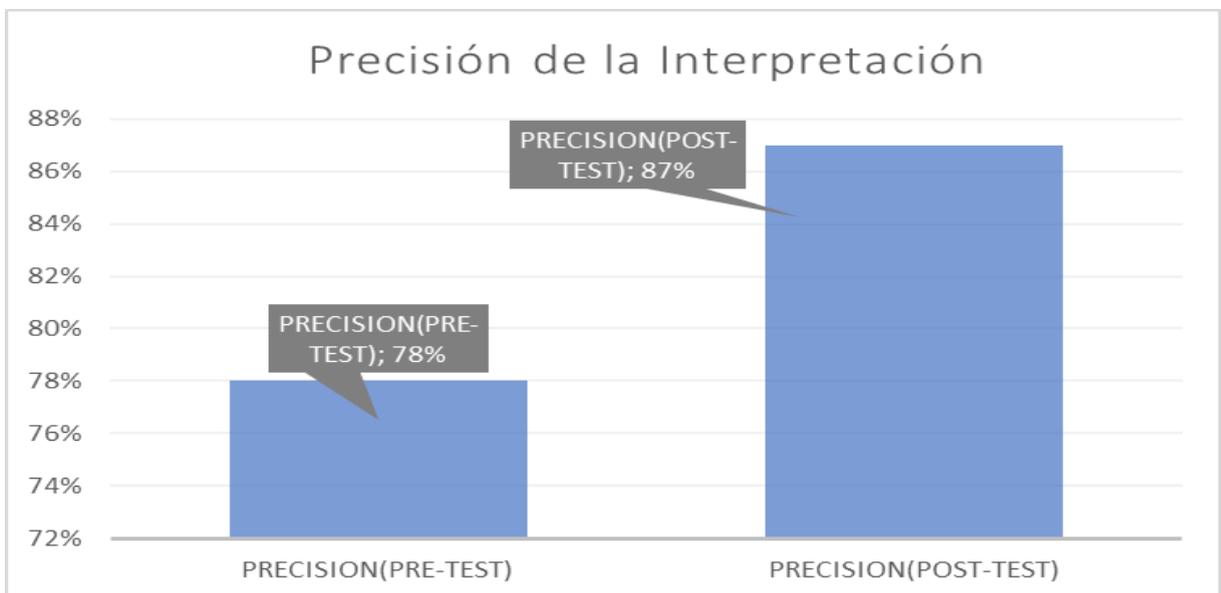


Figura N° 6: Precisión de la interpretación pre-test y post-test

La precisión de la interpretación ha aumentado de un 78% a un 87% luego de implementado el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas.

4.2. Análisis Inferencial:

4.2.1 Prueba de Normalidad.

Para comprobar que los datos recolectados siguieran una distribución normal o no normal, se realizó la prueba de normalidad. La cual con una muestra de 26 interpretaciones, lo cual es menor a 50, se usó como mejor opción Shapiro Wilk, ya que según Parada (2019, p.1), indica que para muestras menores a 50, la mejor opción es usar Shapiro Wilk. A continuación se evidenció las pruebas de normalidad para cada uno de nuestros indicadores.

Aquí tenemos la tabla para nuestro primer indicador, donde se va a observar los datos lanzados por el programa SPSS, el cual nos ayudó a tener una visión de los resultados.

Cuadro N° 7: Prueba de normalidad para el Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes pre-test y post-test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO COMUNICACIÓN (PRE-TEST)	,202	10	,200*	,878	10	,124
TIEMPO COMUNICACIÓN (POST-TEST)	,245	10	,091	,820	10	,025

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Se puede evidenciar en la tabla de normalidad el valor que tiene sig. del indicador Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, en el pre-test fue de 0,124 lo cual es mayor a 0.05, así demostrando que el indicador fiabilidad de la interpretación tiene una distribución normal, por otro lado también podemos visualizar que en el pos-test del indicador Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, observamos que el valor sig. que se obtuvo de 0.025, lo cual es menor a 0.05, por lo tanto se demuestra que nuestro indicador conlleva una distribución no normal. Por otro lado se visualizaron dos figuras que se observa a continuación, donde se evidencian los datos del pre-test y post-test y la no normalidad de los mismo con respecto a nuestro indicador de Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes.

Figura N° 7: Prueba de normalidad para el indicador Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, pre-test

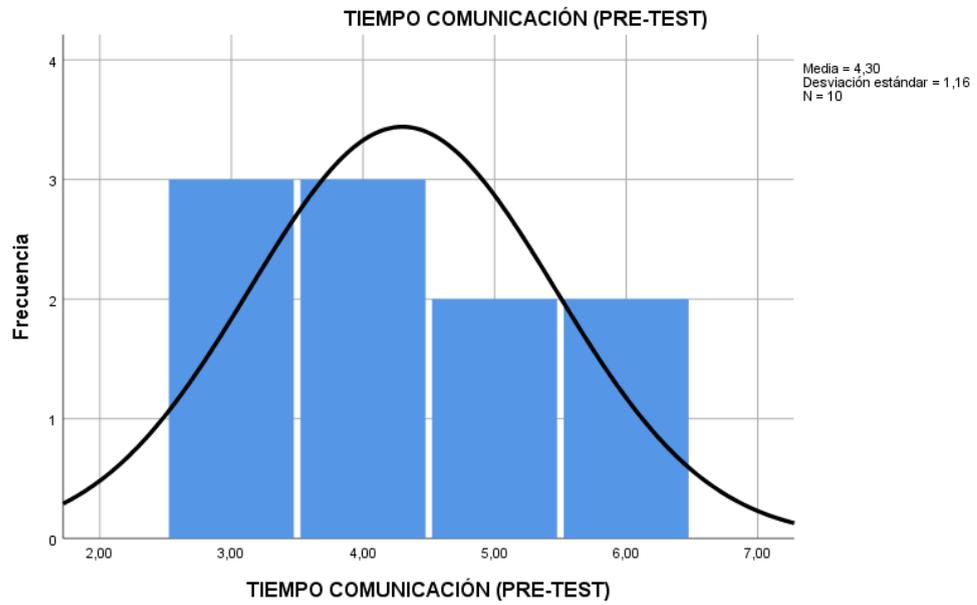
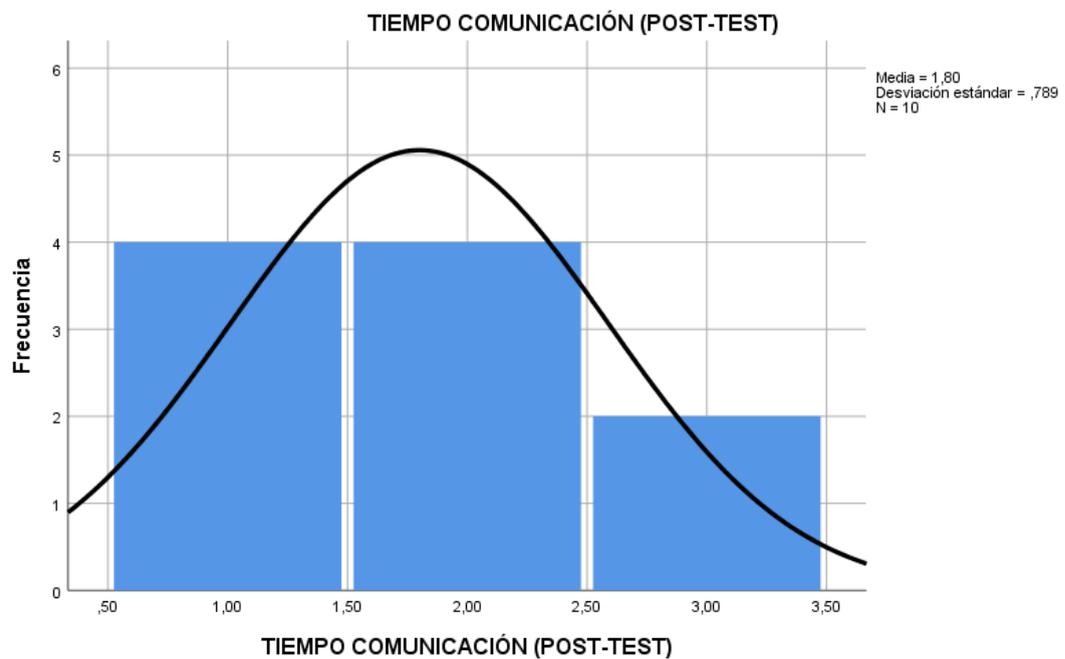


Figura N° 8: Prueba de normalidad para el indicador Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes, post-test



Asimismo, tenemos la tabla para nuestro segundo indicador, donde se va a observar los datos lanzados por el programa SPSS, el cual nos ayudó a tener una visión de los resultados.

Cuadro N° 8: Prueba de normalidad para el indicador Fiabilidad de la Interpretación, pre-test y post-test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FIABILIDAD(PRE-TEST)	,242	26	,000	,898	26	,014
FIABILIDAD(POST-TEST)	,208	26	,005	,867	26	,003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se evidencia en la tabla de normalidad el valor que tiene sig. del indicador fiabilidad de la interpretación en el pre-test fue de 0,014 lo cual es menor a 0.05, así demostrando que el indicador fiabilidad de la interpretación tiene una distribución no normal, por otro lado también podemos visualizar que en el pos-test del indicador fiabilidad de la interpretación, observamos que el valor sig. que se obtuvo de 0.003, lo cual es menor a 0.05, por lo tanto se demuestra que nuestro indicador conlleva una distribución no normal. Por otro lado se visualizaron dos figuras que se observa a continuación, donde se evidencian los datos del pre-test y post-test y la no normalidad de los mismo con respecto a nuestro indicador de fiabilidad de la interpretación.

Figura N° 9: Prueba de normalidad para el indicador Fiabilidad de la Interpretación, pre-test.

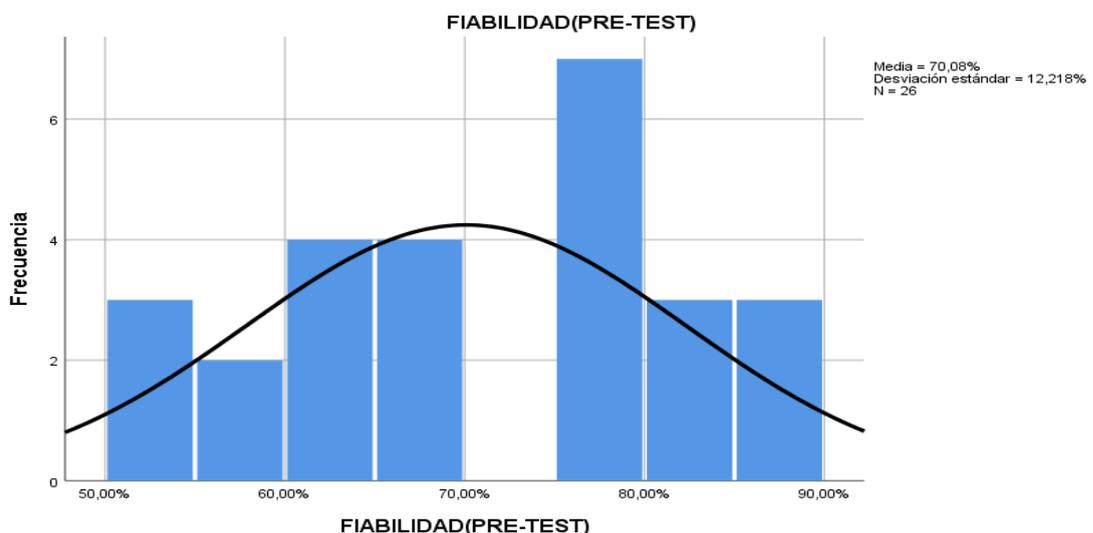
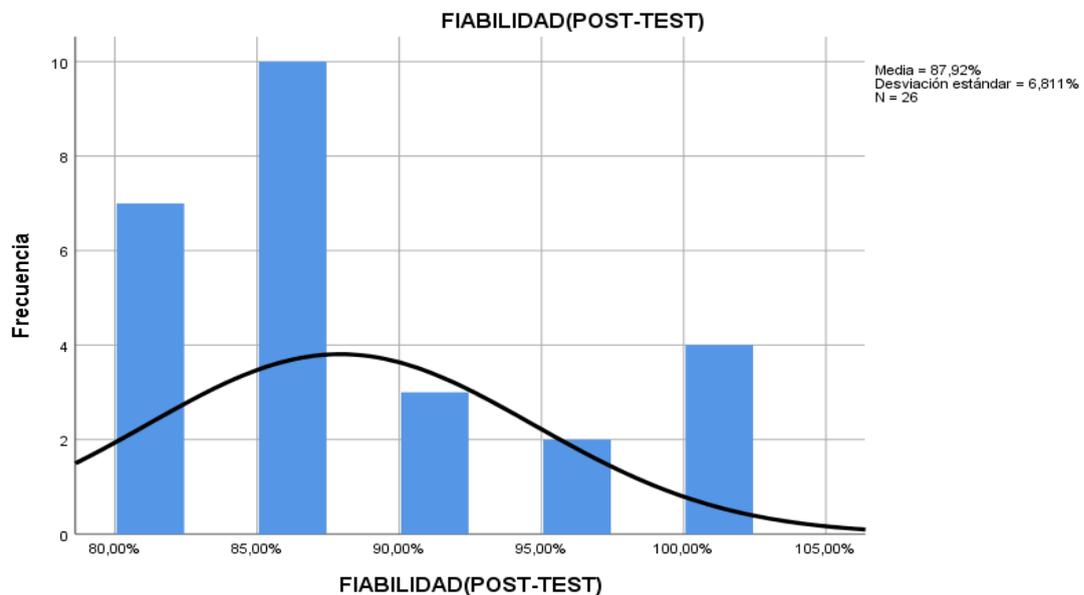


Figura N° 10: Prueba de normalidad para el indicador Fiabilidad de la Interpretación, post-test.



Por último tenemos, la tabla para nuestro tercer indicador, donde se va a observar los datos lanzados por el programa SPSS, el cual nos ayudó a tener una visión de los resultados.

Cuadro N° 9: Prueba de normalidad para el indicador Precisión de la Interpretación, pre-test y post-test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRECISION (PRE-TEST)	,181	26	,029	,892	26	,010
PRECISION (POST-TEST)	,163	26	,075	,923	26	,054

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se puede apreciar en la tabla, el nivel de significancia con respecto a nuestro pre-test es de 0.01 lo cual es menor a 0.05, dándonos a entender que este indicador Precisión de la Interpretación, tiene una distribución no normal. Asimismo, con respecto al nuestro post-test podemos ver que el nivel de

significancia es de 0,05 lo cual es igual a 0,05, que es el valor máximo para que siga una distribución no normal, es decir que también el post-test de este indicador Precisión de la Interpretación, sigue una distribución no normal. A continuación, se visualizará en unos gráficos como tanto nuestro pre y post test, siguen una distribución no normal.

Figura N° 11: Prueba de normalidad para el indicador Precisión de la Interpretación, pre-test.

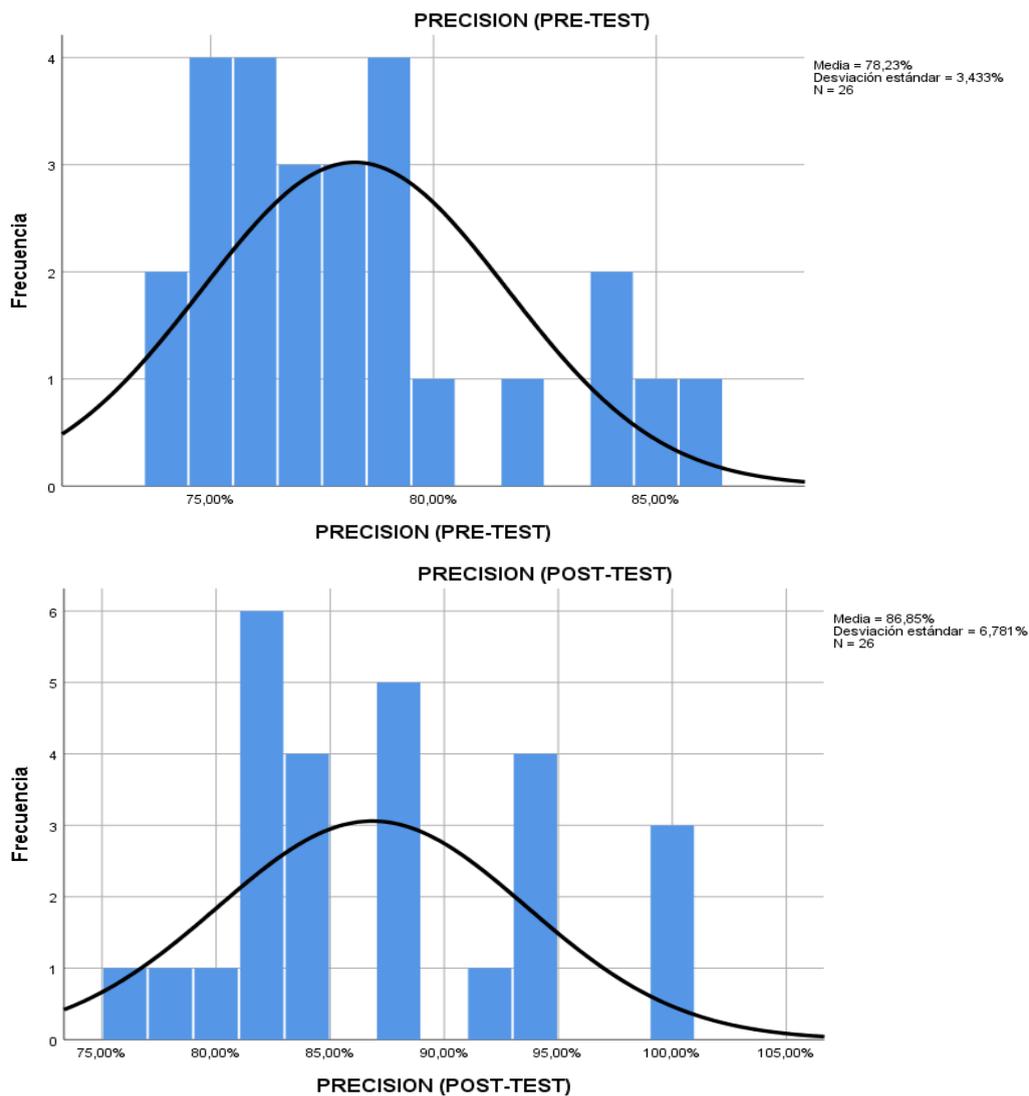


Figura N° 12: Prueba de normalidad para el indicador Precisión de la Interpretación, post-test.

4.3. Prueba de Hipótesis

En el análisis de prueba de la hipótesis, una vez obtenida la prueba de normalidad, y al obtener que tenemos una distribución no normal en nuestros indicadores, se eligió emplear prueba U de Mann-Whitney, ya que se adapta mejor a nuestra investigación.

Hipótesis estadísticas

Tiempo promedio en que se comunican los estudiantes

TPCa= Tiempo promedio de comunicación antes de haber implementado nuestro sistema basado en inteligencia artificial.

TPCd= Tiempo promedio de comunicación después de haber implementado nuestro sistema basado en inteligencia artificial.

Hipótesis de Investigación número uno:

Hipótesis alterna (HA): El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo de comunicación entre escolares con discapacidad auditiva.

$$HA = TPCa > TPCd$$

Hipótesis nula (HN): El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas no reduce significativamente el tiempo de comunicación entre escolares con discapacidad auditiva.

$$HN = TPCa < TPCd$$

Cuadro N° 10. Prueba de U de Mann-Whitney: Tiempo promedio en que se comunican los escolares

Estadísticos de prueba ^a	
	TIEMPO COMUNICACIÓN
U de Mann-Whitney	3,000
W de Wilcoxon	58,000
Z	-3,616
Sig. asintótica(bilateral)	0,000
a. Variable de agrupación: MUESTRA	

En nivel de significancia, que podemos visualizar en la tabla tiene un valor de 0,00, la cual es inferior a 0,05. Esto implica que se acepta la hipótesis alternativa, mientras que se descarta la hipótesis nula. Se concluye que el El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo de comunicación entre escolares con discapacidad auditiva.

Fiabilidad de la interpretación

Fa= Fiabilidad de la interpretación antes de haber implementado nuestro sistema basado en inteligencia artificial.

Fd= Fiabilidad de la interpretación después de haber implementado nuestro sistema basado en inteligencia artificial.

Hipótesis de Investigación número dos:

Hipótesis alterna (HA): El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación.

$$HA = Fa > Fd$$

Hipótesis nula (HN): El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas no mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación.

$$HN = Fa < Fd$$

Cuadro N° 11: Prueba de U de Mann-Whitney: Fiabilidad de la Interpretación

Estadísticos de prueba ^a	
	FIABILIDAD
U de Mann-Whitney	49,500
W de Wilcoxon	400,500
Z	-5,330
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación:
MUESTRA

En nivel de significancia, que podemos visualizar en la tabla tiene un valor de 0,00, el cual es inferior a 0,05. Lo cual quiere decir que nuestra hipótesis alterna

es aceptada, y la hipótesis nula se rechazó. Se concluye que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación.

Hipótesis Estadística:

Precisión de la Interpretación:

Pa= Precisión de la interpretación antes de implementar nuestro sistema basado en inteligencia artificial.

Pd= Fiabilidad de la interpretación después de implementado nuestro sistema basado en inteligencia artificial.

Hipótesis de Investigación número tres:

Hipótesis alterna (HA): El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la precisión de la interpretación.

$$HA = Fa > Fd$$

Hipótesis nula (HN): El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas no mejora significativamente la precisión de la interpretación.

$$HN = Fa < Fd$$

Cuadro N° 12: Prueba de U de Mann-Whitney: Precisión de la Interpretación

Estadísticos de prueba^a	
	PRECISION
U de Mann-Whitney	77,000
W de Wilcoxon	428,000
Z	-4,791
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación:
MUESTRA

En nivel de significancia, que podemos visualizar en la tabla tiene un valor de 0,00, el cual es inferior a 0,05. lo cual quiere decir que nuestra hipótesis alterna es aceptada, y la hipótesis nula fue rechazada. Se concluye que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la precisión de la interpretación.

V. DISCUSIÓN

A lo largo del tiempo, la tecnología ha experimentado un proceso evolutivo, beneficiando así muchos sectores, en esta oportunidad con el descubrimiento de la inteligencia artificial. En el contexto de un sistema basado en la inteligencia artificial (IA) para la interpretación del lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva, es fundamental analizar y reflexionar sobre los resultados obtenidos durante la implementación y evaluación de dicho sistema, se ha logrado desarrollar diferentes tecnologías que permitan ayudar a las distintas personas, en este caso a los estudiantes con discapacidad auditiva.

Por ello, en el transcurso de este estudio se desarrolló un sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas, el cual ha tenido muy buenos resultados luego de su implementación, ya que mejoró el tiempo, la precisión y la fiabilidad de la interpretación.

Estos resultados fueron medidos a través de la herramienta SPSS, el cual luego de la recolección de datos que se hicieron mediante fichas, se ingresaron en la herramienta, permitiéndonos así tener tanto resultados de los indicadores antes de implementado el sistema y el después de implementado.

Con respecto al indicador 1, que es el tiempo promedio en que se comunican los escolares, seguidamente, presentamos una discusión de resultados de este sistema ya implementado, abordando tanto los aspectos positivos, como el análisis descriptivo, nos arrojaron que para el pre-test se obtuvo un 4.3 minutos, así también para en el post-test se obtuvo un 1.8 minutos, lo cual nos da una significativa reducción del tiempo 2.5 minutos, por lo mismo podemos afirmar que

el sistema intérprete de lenguaje de señas para escolares reduce significativamente el tiempo promedio en que se comunican los escolares.

Como afirman otros autores, López(2018), concluyó sus resultados en el que se evidenciaron una disminución significativa en el tiempo necesario para comprender a una persona con discapacidad auditiva, del 37.5%(8-10) se redujo el tiempo para entender a una persona con discapacidad auditiva a 12%(4-6 min), así también Vilchez(2016) los resultados obtenidos por este autor para calcular tiempo de comunicación de las personas sordas de la Asociación de sordos de La Libertad, se redujo significativamente en un tiempo aproximado de 2 min para expresar cada letra en lenguaje de señas.

Para nuestro segundo indicador Fiabilidad de la interpretación, que como resultados luego de realizar el análisis descriptivo obtuvimos que antes de implementado se tenía un 70%, y una vez con el sistema interprete 88%, lo cual nos señala que hubo una mejora en la fiabilidad de la interpretación de un 18%.

Existen investigaciones realizadas con otros autores que obtuvieron resultados muy similares a los nuestros, para este indicador; tenemos a Pichucho, Constante, Gordon y Mendoza (2019), que en su investigación obtuvo como resultado que su sistema logró un 92% de fiabilidad de la interpretación. Mientras que Farroñan (2021) obtuvo un mayor resultado, el cual alcanzó el 95%. Pero hubo un autor que su sistema superó a los otros dos autores mencionados, Rivas (2019), logró que su sistema intérprete de lenguaje de señas obtenga un 98% de fiabilidad con respecto a las interpretaciones que realizó.

Continuando con nuestro tercer indicador, Precisión de la interpretación, se trabajó de la misma manera que con los dos indicadores anteriores, se realizó el análisis descriptivo, el cual lanzó como resultado, para nuestro pre-test 78% y para el post-test un 87%, con lo que se llega a la conclusión que hay una mejora en la precisión de la interpretación.

Así mismo, hay investigaciones previas donde podemos apreciar los resultados con respecto al indicador precisión de la interpretación, tales como Romero y Bautista (2021), que su sistema intérprete de lenguaje de señas, obtuvieron una

precisión de 93.46%. Mientras que el sistema desarrollado por Ronchetti (2018), obtuvo una precisión mayor, llegando al 96%. Por otro lado, Bodmer, Rangel y Liu (2021), con su investigación y desarrollo de sus sistema interpreté logró un 99,5% de precisión de interpretación del lenguaje de señas, superando así los resultados obtenidos por los dos autores mencionados anteriormente.

VI. CONCLUSIONES

1. Para el estudio realizado, se concluye que el Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas influye significativamente en escolares con discapacidad auditiva, ya que se puede evidenciar la mejora en los indicadores, en primer lugar respecto al tiempo promedio hubo una reducción de 2.5 minutos, por parte de la fiabilidad de la interpretación, está aumentó en un 18%, mientras que la precisión de la interpretación tuvo una mejora de 11%, demostrando así, que luego de hacer la implementación de nuestro sistema, hubo un impacto positivo.
2. Para el indicador tiempo promedio en que se comunican los escolares, gracias a los resultados derivados de la aplicación de la prueba de U de Mann-Whitney respaldan la aceptación de la hipótesis alternativa, demostrando una significancia estadística a un nivel inferior al 0.05, demuestra que el sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo promedio necesario para establecer una comunicación efectiva en comparación con métodos tradicionales.
3. En relación con nuestro segundo indicador, se concluye que el El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación, todo ello gracias a la prueba U Mann Whitney, en la cual se demostró una significancia inferior a 0.05, aceptando así nuestra hipótesis alterna.
4. Con respecto a la precisión de la interpretación, se llegó a la conclusión que el sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas ha demostrado un aumento significativo en la precisión

de la interpretación. Obteniendo resultados de precisión de la interpretación ha aumentado de un 78% a un 87% luego de haber implementado el sistema, este avance tecnológico representa un paso significativo hacia la mejora de la comunicación efectiva para las personas con discapacidad auditiva.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un aumento en la investigación a fin de ver la compatibilidad de este sistema basado en inteligencia artificial, para que sea ejecutado por un aplicativo móvil, o por un sistema de escritorio, en diferentes sistemas operativos.
2. Para mantener el buen funcionamiento del sistema intérprete del lenguaje de señas, la retroalimentación continua es esencial. Por ello, se debe proporcionar un mecanismo para que los usuarios informen problemas o imprecisiones en la interpretación y trabajar para mejorar continuamente el sistema.
3. Mantener siempre actualizado el sistema intérprete con las tecnologías más recientes en lenguaje de señas e inteligencia artificial, de acuerdo a su investigación y desarrollo constante.
4. Una vez hayas implementado el sistema intérprete de lenguaje de señas, realiza evaluaciones periódicas para evaluar la influencia del sistema en la comunicación, el rendimiento académico y del bienestar de los estudiantes que experimentan discapacidad auditiva . Modifica el sistema según los resultados alcanzados.
5. Considerar la posibilidad de desarrollar aplicaciones dedicadas a propósitos específicos, como aquellas diseñadas para enseñar el lenguaje de señas, juegos educativos o aplicaciones que brinden apoyo en el entorno escolar.

REFERENCIAS

- ACUÑA, R., 2017. Elaborar un prototipo de escritorio para reconocer imágenes de vista frontal por medio de inteligencia artificial con Python OpenCV. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/d1d7b018-6ab5-4fdb-a516-a1f99efa1166/content>
- AMAT, M., RICARDO, M., & CRUZ, D., 2021. Methodological Actions for Decision-Making With the Use. *Revista Conrado* [en línea], Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1757>.
- ARIAS, J., 2020. Técnicas e Instrumentos De Investigación Científica Enfoques Consulting Eirl [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786124844409. Disponible en: www.cienciaysociedad.org.
- ARJARIA, S., SAHU, R., AGRAWAL, S., y CHAUBEY, G. "Hand Gesture Identification System Using Convolutional Neural Networks," 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Machine Vision (AIMV), 2021, pp. 1-7, doi: 10.1109/AIMV53313.2021.9670906.
- BARRIOS, J., 2019. La matriz de confusión y sus métricas. [en línea]. Disponible en: <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>
- BODMER, R., LIU, L., LIU, W. y RANGEL, J.C., 2021. Reconocimiento del lenguaje de señas mediante aprendizaje automático para niños de primaria. *Revista de Iniciación Científica*, vol. 6, pp. 68-72. ISSN 2412-0464. DOI 10.33412/rev-ric.v6.0.3161.
- BODEN, M. *Inteligencia Artificial*, España, Editorial Turner, 2017. 194 páginas, ISBN: 8416714908, 9788416714902. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=LCnYDwAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PT1#v=onepage&q&f=false>

- BORJA, A., ARAUJO, D., & MÉNDEZ, L. (2019). Herramienta en realidad virtual para el aprendizaje del lenguaje de señas mexicano. *Research in Computing Science*, 148(8), 55–61. <https://doi.org/10.13053/rcs-148-8-4>
- BOUR, M. y BENABBOU, A., 2019. ATLAS. Lang MTS 1: Arabic Text Language into Arabic Sign Language Machine Translation System. *Procedia Computer Science* [en línea], vol. 148, no. Icds 2018, pp. 236-245. ISSN 18770509. DOI 10.1016/j.procs.2019.01.066. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.066>.
- BURAD, V. La interpretación del par lengua de señas- cultura sorda. 2009. Disponible en: https://www.cultura-sorda.org/wp-content/uploads/2015/03/Burad_Viviana_Interpretacion_par_LSCS_LHCO_Brevisima_aproximacion_conceptualizaciones_generales_2009.pdf
- CABANELAS, J. Inteligencia artificial ¿Dr. Jekyll o Mr. Hyde? . *Mercados y Negocios* [en línea]. 2019, (40), 5-22 [fecha de Consulta 7 de Octubre de 2022]. ISSN: 1665-7039. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571860888002>
- CAIZA, J. J., VILLALBA, K. M., & CHANCHÍ, G. E. (2020). Herramienta tecnológica disruptiva para la inclusión social en personas sordas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E27, 751–762. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n06/a20v41n06p21.pdf>
- CAMACHO, F., & LABRANDERO, J. (2016). Redes neuronales convolucionales aplicadas a la traducción del lenguaje verbal español al lenguaje de señas Boliviano: Convolutionary Neuronal Networks Applied to the Translation of the Verbal Spanish Language to the Bolivian Sign Language. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 12(13), 755–762. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872016000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

CAMGOZ, N.C., HADFIELD, S., KOLLER, O. y BOWDEN, R., 2017. SubUNets: End-to-End Hand Shape and Continuous Sign Language Recognition. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, vol. 2017-October, pp. 3075-3084. ISSN 15505499. DOI 10.1109/ICCV.2017.332.

CAMGOZ, N.C., HADFIELD, S., KOLLER, O., NEY, H. y BOWDEN, R., 2018. Neural Sign Language Translation. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 7784-7793. ISSN 10636919. DOI 10.1109/CVPR.2018.00812.

CASTIBLANCO, D.F. y MONTES, J.F., 2021. Movilidad y aprendizaje: utilización de la inteligencia artificial para la traducción de textos en LSC. *Espacios*, vol. 42, no. 04, pp. 76-87. DOI 10.48082/espacios-a21v42n04p07.

CARRASCOZA García Jorge . LA DISCAPACIDAD AUDITIVA. PRINCIPALES MODELOS Y AYUDAS TÉCNICAS PARA LA INTERVENCIÓN. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad [en línea]*. 2015, 1(2), 101-113[fecha de Consulta 7 de Diciembre de 2023]. ISSN: 2603-9443. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=574661395002>

CERRON, D., 2017. Implementación De Un Portal Web Mediante La Metodología Rup Para Optimizar Los Procesos De Prestación De Servicios De La Empresa Programadores Web Perú S.a.C. *Pontificia Universidad Católica Del Perú [en línea]*, pp. 1-105. Disponible en: <https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/93/CD-TISI-018-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CHEOK, M.J., OMAR, Z. y JAWARD, M.H., 2019. A review of hand gesture and sign language recognition techniques. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, vol. 10, no. 1, pp. 131-153. ISSN 1868808X. DOI 10.1007/s13042-017-0705-5.
- CHIROLDES, M.E., ARENCIBIA, N.M., VITÓN, A.A., LINARES, M. y RODRÍGUEZ, M., 2020. Diseño del sitio web de la Universidad Virtual de Salud de Pinar del Río. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río* [en línea], vol. 24, no. 3, pp. 1-8. ISSN 1561-3194. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/4388>.
- CONDORI P., 2020. Sesión 4 Universo, población y muestra. Acta Académica [en línea], pp. 1-16. Disponible en: <https://www.academica.org/cporfirio/18.pdf>.
- CUI, R., LIU, H. ZHANG, C., 2019. "A Deep Neural Framework for Continuous Sign Language Recognition by Iterative Training,". *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 21, no. 7, , July 2019, pp. 1880-1891. Disponible en: doi: 10.1109/TMM.2018.2889563.
- CUJI, B.; GAVILANES, W.; SILVA, A. (2018). Aprendizaje del lenguaje de señas mediado por las TIC. *Revista ESPACIOS*, 39(18), 24. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n29/18392924.html>
- DAVYDOV, M. y LOZYNSKA, O., 2017. "Information system for translation into ukrainian sign language on mobile devices" 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2017, pp. 48-51, Disponible en: doi: 10.1109/STC-CSIT.2017.8098734.
- DELGADO, C. Africany, L. VASQUEZ, J. VARGAS, R. . "Detección de signos de retinopatía hipertensiva usando algoritmos de aprendizaje automático en imágenes digitales de fondo de ojo". *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 11, n°1, 104-124, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.11.1.6364>

DEFENSORÍA DEL PUEBLO, 2019. Vigésimo tercer informe anual 2019. [En línea], pp. 320. Disponible en: https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/05/InformeAnual_2019.pdf.

DE MEULDER, M. y HAUALAND, H., 2021. Sign language interpreting services. *Translation and Interpreting Studies*, vol. 16, no. 1, pp. 19-40. ISSN 1932-2798. DOI 10.1075/tis.18008.dem.

DIGEBE, 2015. Lengua de señas peruana : guía para el aprendizaje de la lengua de señas peruana, vocabulario básico. *Ministerio De Educación* [en línea], pp. 9-50. Disponible en: <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/5545>.

ESCUELA, C., 2000. Sistema de reconocimiento de gestos de la mano basado en procesamiento de imagen y Redes Neuronales Convolucionales. *Estudios filológicos* [en línea], no. 35. ISSN 0071-1713. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0071-17132000003500023&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

EQUIPO VÉRTICE, Diseño básico de páginas web en HTML, España, Editorial Vértice, 2009. 200 páginas, ISBN: 978-84-9931-034-3. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Q4VL8Tiy7gcC&lpg=PP1&hl=es&pg=PP3#v=onepage&q&f=false>

FARROÑAN,A., 2021. Lengua De Señas Peruana En Los Aspectos De Alfabeto , Números Y Relaciones Familiares Y. , pp. 39. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/3375/TL_Farro%c3%b1anCarranzaAnthony.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FERNÁNDEZ, U., & VILLA, F. (2017). The sign language interpreter in the education field: Problems and proposals for improvement | El intérprete de Lengua de Signos en el ámbito educativo: Problemática y propuestas de

- mejora. *Revista Complutense de Educación*, 28(1), 265–281. Doi: http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.49308
- GARCÍA, R.Z., 2023. Reconocimiento de Emociones a partir de la Actividad Eléctrica Cerebral con Técnicas de Deep Learning. [en línea], Disponible en:
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/62117/TFG-M-IG3134.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- GONZÁLEZ, P., & CHAMORRO, C. (2022). Desarrollo e implementación de un sistema que permita la accesibilidad de los servicios a personas con discapacidad auditiva/sordos (PcDa/Sordos) por medio de un aplicativo intérprete a lengua de señas en tiempo real. 154–157. DOI: <https://doi.org/10.5753/latinoware.2021.19924>
- GONZÁLEZ, R. The provision of Spanish Sign Language interpreting services for deaf people in legal proceedings. *Revista CES Derecho* [en línea]. Julio-diciembre 2020.[Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2022]. Disponible en [__https://doi.org/10.21615/cesder.11.2.4](https://doi.org/10.21615/cesder.11.2.4) ISSN: 2145-7719
- Grupo de Accesibilidad Audiovisual del CERMI Estatal. (2016). Accesibilidad de la Televisión Digital para las personas con discapacidad. <https://books.google.com.pe/books?id=d8RdpGnYu-wC>
- GUERRERO-BALAGUERA, J.D. y PÉREZ-HOLGUÍN, W.J., 2015. Sistema traductor de la lengua de señas Colombiana a texto basado en FPGA. *DYNA (Colombia)*, vol. 82, no. 189, pp. 172-181. ISSN 00127353. DOI 10.15446/dyna.v82n189.43075.
- HERNÁNDEZ, C., & PULIDO, J. L. (2015). Las tecnologías de la información en el aprendizaje de la lengua de señas. 17(1), 61–73. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v17n1.36935>
- HERNÁNDEZ, E., BELTRÁN, C. SCRUM, Un enfoque práctico de metodología ágil para la ingeniería de software. *Revista*

Tecnol.Investig.Academia TIA, ISSN: 23448288, 8 (2), pp. 61-73.
Bogotá-Colombia.

Disponible:<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/15702>

INEI, 2017. Perfil Sociodemográfico de la Población con Discapacidad, 2017.
/N/[en línea], pp. 78. Disponible en:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1675/libro.pdf.

KESARWANI, A., MAHESHWARI, S., SHARNA, S. y KUMAR, B. "Hand talk: Intelligent gesture based communication recognition & object identification for deaf and dumb", *AIP Conference Proceedings 2024*. Disponible en:
<https://doi.org/10.1063/5.0076796>

LEE, H., PARK, D., 2021. AI TTS Smartphone App for Communication of Speech Impaired People. *Data Science and Digital Transformation in the Fourth Industrial Revolution. Studies in Computational Intelligence*, vol 929. ISBN:978-3-030-64769-8. Disponible en:
https://doi.org/10.1007/978-3-030-64769-8_17

LÓPEZ, P. y FACHELLI S. (2015). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa, primera edición digital. *Dipòst Digiital de La Universidat Autònoma de Barcelona, 1º edició*, 1-58. Disponible en:
<http://ddd.uab.cat/record/129382>

LOPEZ, K., 2018. Facultad de ingeniería. *Universidad Cesar Vallejo* [en línea], no. Dmi, pp. 194. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27098>.

MAJID, U. Research Fundamentals: Study Design, Population and Sample Size. *Revista URNCST Journal* [en línea]. Vol. 2, N°1, enero, 2018. [fecha de consulta: 22 de octubre de 2020]. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/322375665_Research_Fundamentals_Study_Design_Population_and_Sample_Size ISSN: 2561-5637

- MANRIQUE, E. (2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 586–599. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/c7e24c997199215aa26a39107dd2fe98/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- MARTÍNEZ, C.F. y MENDOZA, C.A., 2020. Facultades de Ingeniería y Arquitectura. 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura. *Universidad Andina del Cusco* [en línea], pp. 1-118. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MATHIVET, V. Inteligencia artificial para desarrolladores: conceptos e implementación en c. Ediciones ENI., 2018. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Fd06QI4QRWkC&oi=fnd&pg=PA15&dq=inteligencia+artificial+concepto&ots=r_kiu4dpl&sig=nVDzki0u1KDzIwpR_iPx4aku6vY#v=onepage&q=inteligencia%20artificial%20concepto&f=false
- MISTRY, P., JOTANIYA, V., PATEL, N. y HASAN, M. "Indian Sign Language Recognition using Deep Learning," 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Machine Vision (AIMV), 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/AIMV53313.2021.9670933.
- MONTENEGRO, C. y VILLA, D., 2019. Sistema inteligente de reconocimiento de lenguaje de señas peruano para mejorar la comunicación entre las personas sordomudas de la Institución Educativa Bautista para sordos Harvest en Chiclayo. , pp. 1-85. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8207>
- MUÑOZ, K., HERREROS, B., SÁNCHEZ, A. El intérprete de lengua de señas en el contexto universitario. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* [en línea]. Junio 2018, n.º 17. [Fecha de Consulta 9 de Septiembre de 2022]. Disponible en

<https://www.redalyc.org/journal/6437/643768088013/643768088013.pdf>

ISSN:2477-9083

MUÑOZ, K., SÁNCHEZ, A., & HERREROS, B. (2018). El intérprete de lengua de señas en el contexto universitario. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(10), 159–173. : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=643768088013>

OLIVEIRA, T., ESCUDEIRO, P., ESCUDEIRO, N., ROCHA, E. y BARBOSA, F.M., 2019. Automatic sign language translation to improve communication. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, vol. April-2019, pp. 937-942. ISSN 21659567. DOI 10.1109/EDUCON.2019.8725244.

OpenCVTeam. (2017). OpenCV Library. Obtenido de Open Source Computer Vision Library: <https://opencv.org/>

Organización Mundial de la Salud. (2018). Sordera y pérdida de la audición: Nota descriptiva. Estados Unidos: OMS/Banco Mundial. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

PÉREZ A., O.A., 2011. Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP - SCRUM. *Inventum*, vol. 6, no. 10, pp. 64-78. ISSN 1909-2520. DOI 10.26620/uniminuto.inventum.6.10.2011.64-78.

PÉREZ, V.; MUNOZ, K. y CHAVEZ, K. ¿Intérprete o facilitador de lengua de señas? Una experiencia en el contexto educativo chileno. *Íkala* [en línea]. 2020, vol.25, n.3 [fecha de Consulta 7 de Octubre de 2022]., pp.679-693. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-3432202000300679&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0123-3432. <https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v25n03a06>.

PEREYRA, L., VAIRA, M.(2021). Diseño de Muestreo. Argentina.[en línea], pp.32. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/356565224_EL_DISENO_DE_MUESTREO

PICHUCHO, J., CONSTANTE, P., et.all. Interpretación de lenguaje de señas ecuatoriano empleando visión por computador. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información [en línea]. Enero 2019, n.º 17. [Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2022].Disponible en <https://www.proquest.com/docview/2195120092?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar> ISSN: 960-971

PICHUCHO, J.P., CONSTANTE, P.N., GORDÓN, A.M. y MENDOZA, D.J., 2019. Interpretación de lenguaje de señas ecuatoriano empleando visión por computador. *RISTI - Revista Iberica De Sistemas e Tecnologias De Informacao*, vol. E17, pp. 960-970. ISSN 16469895.

QUINTANA, S. (2020). La Operacionalización de variables; “Clave” para armar una Tesis Parte 1. Universidad Nacional de San Martín, 1–5. Disponible en: <https://unsm.edu.pe/wp-content/uploads/2020/05/silvestre-quintana-articulo-unsm-13-05-2020.pdf>

RAMÍREZ, M., DEL CONSUELO, M., SOTO, S., BEATRIZ, H., MORENO, R., ROJAS, E.M., DEL CARMEN, N., MILLÁN, O., FERNANDO, R. y CISNEROS, R., 2019. Metodología SCRUM y desarrollo de Repositorio Digital. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, vol. N.º E17, pp. 1062-1072.

RENDÓN, M.E., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. Estadística descriptiva. Revista Alergia México, vol. 63, no. 4, pp. 397-407. ISSN 0002-5151. DOI 10.29262/ram.v63i4.230.

RONCHETTI, F. Reconocimiento de gestos dinámicos y su aplicación al lenguaje de señas. Workshop de Investigadores en Ciencias de la

- Computación [en línea]. Marzo 2017. [Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2022]. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68698/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ROUHIAINEN, L. Inteligencia Artificial. 101 COSAS QUE DEBES SABER HOY SOBRE NUESTRO FUTURO INTELIGENCIA ARTIFICIAL. 2018. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=_T9xDwAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PP8#v=onepage&q&f=false
- SÁNCHEZ, J., RODRÍGUEZ, J., SALCEDO, O.. Aplicación de la inteligencia artificial en la formulación de políticas públicas relacionadas con la vocación agrícola de las regiones. Revista Científica [en línea]. Mayo-Agosto 2022.[Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532022000200172&lang=pt ISSN: 2344-8350
- SARMA, K., KUMAR, B., SEHGAL, D., KAUSSHIK, A., 2022. A Comprehensive Analysis on Technological Approaches in Sign Language Recognition. In: Marriwala, N., Tripathi, C.C., Jain, S., Mathapathi, S. (eds) Emergent Converging Technologies and Biomedical Systems . Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 841. ISBN: 978-981-16-8774-7. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-16-8774-7_29
- SARMIENTO, M., ALULEMA, D. y SÁENZ, F., 2019. Desarrollo e Implementación de una Aplicación que Traduzca el Abecedario y los Números del uno al diez del Lenguaje de Señas a Texto para Ayuda de Discapitados Auditivos Mediante Dispositivos Móviles Android. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9673/1/AC-RED-ESPE-048054.pdf>

- SALAZAR, J., TOVAR, Á., CARLOS, J., LOZANO, A. y VALBUENA, L., 2018. Scrum contra XP: similitudes y diferencias. *Tia* [en línea], vol. 6, no. 2, pp. 29-37. ISSN 2344-8288. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia>.
- SALGADO, M., 2019. Muestra Probabilística Y No Probabilística. Universidad Autónoma del Estado de México [en línea], pp. 43. Disponible en: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108928/secme-10911_1.pdf?sequence=1.
- SHAIK, S. y HOUT, R. Van, 2022. Jou pro of. *International Journal of Multiphase Flow* [en línea], pp. 104262. ISSN 0301-9322. DOI 10.1016/j.eswa.2022.118993. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2022.104262>.
- SHINDE, S., AUTEER, R., y BHOSALE, V. "Real time two way communication approach for hearing impaired and dumb person based on image processing," 2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC), 2016, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICIC.2016.7919572.
- SINGH, A., JHON B., SUBRAMANIAN, R., KUMAR, A. "A low-cost wearable Indian sign language interpretation system," 2016 International Conference on Robotics and Automation for Humanitarian Applications (RAHA), 2016, pp. 1-6. Disponible en: doi: 10.1109/RAHA.2016.7931873.
- ROMERO, F.T., 2021. Reconocimiento de palabras de la Lengua de Señas Mexicana utilizando información RGB-D. Recibe, Revista Electrónica De Computación, Informática, Biomédica Y Electrónica, vol. 10, no. 2, pp. C2-1-C2-23. DOI 10.32870/recibe.v10i2.209.
- RIVAS, P.P., 2019. Desarrollo de un intérprete básico del lenguaje de señas para dactilología empleando inteligencia artificial. Tecnológico Nacional

De México. [en línea], Disponible en:
<https://www.rivas.ai/pdfs/rivas2019desarrollo.pdf>.

SIRÉ, S. (2016). Intérprete profesional en lengua de señas. [Diapositivas]. Recuperado el 1 de junio 2018 de:
http://virtual.cudi.edu.mx:8080/access/content/group/da2986d3-c493-4b77-9db0-19b15b4de2f5/seminarios/sevida_noviembre.pdf

SUBRA, J., VANNIEUWENHUYSE, A. Scrum: un método ágil para sus proyectos. Ediciones ENI, 2018. 246 pp. 2409012922, 9782409012921.

TRUJILLO, R.P. y DAZA, J.L.N., 2008. Dígitus: Aplicación Informática para la Práctica de la Dactilología. Disponible en:
https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/16896/innovacion_y_buenas_practicas_docentes_8.pdf?sequence=1&isAllowed=y

USECHE, M.C., ARTIGAS, W., QUEIPO, B. y PEROZO, É., 2019. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos* [en línea]. S.I.: s.n. ISBN 9789566037040. Disponible en: [88. Técnicas e instrumentos recolección de datos.pdf \(uniguajira.edu.co\)](#)

VERCHER, E. 'La Lengua de Señas - Agestrad', 2018 [accessed 26 May 2021]. Disponible en: <https://www.agestrad.com/la-lengua-de-senas/>

VILCHEZ SANDOVAL, R.K., 2016. Sistema Intérprete De Lenguaje Alternativo Para Mejorar La Comunicación De Las Personas Sordas De La Asociación De Sordos De La Libertad. *Innovación en Ingeniería*, vol. 1, no. 1, pp. 1-16. disponible en : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/176>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable independiente: Inteligencia Artificial	Según Sánchez (2022) la inteligencia artificial es la facultad de una máquina, por la cual puede ejecutar funciones cognitivas, las cuales son asociadas con las mentes humanas, como razonar, aprender, interactuar con el entorno, percibir, resolver problemas y ejercer incluso la creatividad.	Se entiende por inteligencia artificial (IA) que es una colección de algoritmos desarrollados con el objetivo de construir máquinas con capacidades similares a las de los seres humanos como razonar, aprender, interactuar con el entorno, percibir, resolver problemas e incluso ejercer la creatividad.			
Variable dependiente: Interpretación de lenguaje de señas	Para Burad (2009) la interpretación de lenguaje de señas es una técnica, en la cual un intérprete tiene la habilidad de interpretar un mensaje en tiempo real, del que emite el mensaje, a la misma velocidad, permitiendo así que se logre una buena comunicación entre ellos, dando así la traducción completa del mensaje en una gran velocidad.	Motivo por el cual el lenguaje de señas es una técnica, se considera la habilidad de interpretar el mensaje en tiempo real, que se evaluará el tiempo promedio en que se comunican los escolares, por otro lado también se considera la velocidad de la interpretación, este se evaluará por medio de la fiabilidad de la interpretación y la precisión de la interpretación.	Interpretación en tiempo real	<p>Tiempo promedio en que se comunican los escolares</p> $TCPE = \frac{\sum_{i=1}^n(TCP)}{n}$ <p>TPC: tiempo de comunicación n: cantidad de personas sordas</p> <hr/> <p>Fiabilidad de la interpretación</p> $F = \frac{RP + RN}{TP}$ <p>F: Fiabilidad RP: reales positivos RN: reales negativos TP: predicciones totales</p>	Razón

				Precisión de la Interpretación $PR = \frac{RP}{RP+FP}$ <p>PR: precisión RP: reales positivos FP: falsos positivos</p>	
--	--	--	--	--	--

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente			
PG: ¿De qué manera influye un sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva?	OG.- Determinar la influencia de un Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva	HG.- El Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas influye significativamente en escolares con discapacidad auditiva	Inteligencia Artificial: Es la facultad de una máquina, por la cual puede ejecutar funciones cognitivas, las cuales son asociadas con las mentes humanas, como razonar, aprender, interactuar con el entorno, percibir, resolver problemas y ejercer incluso la creatividad. (Sánchez, 2022)			
Específico	Específico	Específico	Dependiente			
PE: ¿De qué manera el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo promedio de comunicación en los escolares con discapacidad auditiva?	OG: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo promedio de comunicación en los escolares con discapacidad auditiva	HG: El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo de comunicación entre escolares con discapacidad auditiva	Interpretación de lenguaje de señas: Es la técnica, en la cual un intérprete tiene la habilidad de interpretar un mensaje en tiempo real, del que emite el mensaje, a la misma velocidad, permitiendo así que se logre una buena comunicación entre ellos, dando así la traducción completa del mensaje en	INTERPRETACIÓN EN TIEMPO REAL	Tiempo promedio en que se comunican los escolares $TCPE = \frac{\sum_{i=1}^n(TCP)}{n}$	

<p>PE: ¿De qué manera el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la fiabilidad de la interpretación?</p>	<p>OG: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la fiabilidad de la interpretación</p>	<p>HG: El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la fiabilidad de la interpretación</p>	<p>una gran velocidad. (Burad,2009)</p>	<p>VELOCIDAD DE LA INTERPRETACIÓN</p>	<p>Fiabilidad de la interpretación</p> $F = \frac{RP + RN}{TP}$	
<p>PE: ¿De qué manera el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la precisión de la interpretación?</p>	<p>OG: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la precisión de la interpretación</p>	<p>HG: El Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas mejora significativamente la precisión de la interpretación</p>			<p>Precisión de la interpretación</p> $PR = \frac{RP}{RP+FP}$	

Anexo 3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICADOR: Tiempo promedio en que se comunican los escolares	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$TCPE = \frac{\sum_{i=1}^n (TCP)}{n}$	XI		X		X		
	INDICADOR: Fiabilidad de la interpretación	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$EF = \frac{PR + NR}{PT}$	XI		X		X		
3	INDICADOR: Precisión de la interpretación	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PR = \frac{RP}{RP+FP}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. **Acuña Meléndez, María Eudelia** **DNI:**

Especialidad del validador: Magíster en Administración, Ingeniero de Sistemas

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

02 de Octubre del 2023



FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 4**VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

Apellidos y Nombres del Experto:

Acuña Meléndez, María Eudelia

Título y/o Grado Académico:

Doctor () Magister (X) Ingeniero () Licenciado () Otro ()

Fecha:

02/10/2023

Título de Investigación: Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva

Autores:

- Matos Caramutti, Jair Aaron

-Maza Barrena, Holssen Jeffershon

MUY MAL (1) MALO (2) REGULAR (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

ÍTEM	PREGUNTAS	METODOLOGÍA		
		XP	SCRUM	RUP
1	¿Qué metodología es la más adecuada para este tipo de investigación?	2	3	1
2	¿Qué metodología es factible para el desarrollo de un sistema y comprensión?	2	3	1
3	¿Qué metodología de desarrollo impulsa a comentar el código para una mayor comprensión?	2	3	1
4	¿Qué metodología analiza los procesos que intervienen en la empresa?	2	3	1
5	¿Qué metodología requiere menos costo?	2	3	1
6	¿Qué metodología permite la retroalimentación?	2	3	1
7	¿Qué metodología permitirá un mejor resultado para la empresa?	2	3	1
PUNTUACIÓN		14	21	7

SUGERENCIAS

La metodología es aplicable


FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 5

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: Tiempo promedio en que se comunican los escolares

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **Acuña Meléndez, María Eudelia**
 Título y/o Grado Académico: **Magíster en Administración, Ingeniero de Sistemas**

Doctor () Magíster (x) Ingeniero () Licenciado () Otro ().....

Universidad que labora: **Universidad César Vallejo**
 Fecha: **02/10/2023**

Título de Investigación: Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva

Autores:

- Matos Caramutti, Jair Aaron
- Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Deficiente (0-20%) Regular (21-50%) Bueno (51-70%) Muy Bueno (71-80%) Excelente (81-100%)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADOR	CRITERIO	VALORACIÓN				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80 %	81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				80%	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				80%	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y la tecnología.				80%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				80%	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				80%	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico.				80%	
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos.				80%	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador.				80%	
METODOLOGÍA	Responde al propósito de investigación.				80%	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				80%	
TOTAL					80%	

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

80 %

IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser
 () aplicado



FIRMA DEL EXPERTO

TABLA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: Fiabilidad de la interpretación

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: Acuña Meléndez, María Eudelia
 Título y/o Grado Académico:

Doctor ()
 Magíster ()
 Ingeniero ()
 Licenciado ()
 Otro ().....

Universidad que labora: Universidad César Vallejo
 Fecha: 02/10/2023

Título de Investigación: Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva

Autores:

- Matos Caramutti, Jair Aaron
- Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Deficiente (0-20%)
 Regular (21-50%)
 Bueno (51-70%)
 Muy Bueno (71-80%)
 Excelente (81-100%)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

		VALORACIÓN				
INDICADOR	CRITERIO	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				80%	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				80%	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y la tecnología.				80%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				80%	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				80%	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico.				80%	
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos.				80%	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador.				80%	
METODOLOGÍA	Responde al propósito de investigación.				80%	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				80%	
TOTAL					80%	

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

80%

IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado



FIRMA DEL EXPERTO

TABLA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: Precisión de la interpretación

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: Acuña Meléndez, María Eudelia
 Título y/o Grado Académico:

Doctor () Magíster () Ingeniero () Licenciado () Otro ().....

Universidad que labora: Universidad César Vallejo
 Fecha: 02/10/2023

Título de Investigación: Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva

Autores:

- Matos Caramutti, Jair Aaron
- Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Deficiente (0-20%) Regular (21-50%) Bueno (51-70%) Muy Bueno (71-80%) Excelente (81-100%)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

		VALORACIÓN				
INDICADOR	CRITERIO	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				80%	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				80%	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y la tecnología.				80%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				80%	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				80%	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico.				80%	
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos.				80%	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador.				80%	
METODOLOGÍA	Responde al propósito de investigación.				80%	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				80%	
TOTAL					80%	

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

80%

IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado



FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 6

Ficha de observación del indicador – Tiempo promedio en que se comunican los escolares (PRE-TEST)

Autores: -Matos Caramutti, Jair Aaron
-Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Indicador: $TCPE = \frac{\sum_{i=1}^n (TCP)}{n}$

Objetivo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo promedio de comunicación en los escolares con discapacidad auditiva

Periodo: En un periodo 30 días

Fecha de aprobación: 02/10/2023

N°	Fecha	TCP	N° de personas sordas	TCPE
1	15/10/2023	3min	10	3min
2	16/10/2023	5min	10	5min
3	17/10/2023	3min	10	3min
4	18/10/2023	4min	10	4min
5	22/10/2023	4min	10	4min
6	23/10/2023	6min	10	6min
7	24/10/2023	6min	10	6min
8	25/10/2023	3min	10	3min
9	28/10/2023	4min	10	4min
10	29/10/2023	5min	10	5min

Ficha de observación del indicador – Tiempo promedio en que se comunican los escolares (POST-TEST)

Autores: -Matos Caramutti, Jair Aaron
-Maza Barrera, Holssen Jeffershon

Indicador: $TCPE = \frac{\sum_{i=1}^n (TCP)}{n}$

Objetivo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas reduce significativamente el tiempo promedio de comunicación en los escolares con discapacidad auditiva

Periodo: En un periodo 30 días

Fecha de aprobación: 02/10/2023

N°	Fecha	TCP	N° de personas sordas	TCPE
1	15/11/2023	1 min	10	1 min
2	16/11/2023	2 min	10	2 min
3	17/11/2023	1 min	10	1 min
4	18/11/2023	1 min	10	1 min
5	22/11/2023	2 min	10	2 min
6	23/11/2023	3 min	10	3 min
7	24/11/2023	3 min	10	3 min
8	25/11/2023	1 min	10	1 min
9	28/11/2023	2 min	10	2 min
10	29/11/2023	2 min	10	2 min

Ficha de observación del indicador – Fiabilidad de la interpretación (PRE-TEST)

Autores: -Matos Caramutti, Jair Aaron
-Maza Barrera, Holssen Jeffershon

Indicador:
$$F = \frac{RP + RN}{TP}$$

Objetivo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la fiabilidad de la interpretación

Periodo: En un periodo de 30 días.

Fecha de aprobación: 02/10/2023

N°	Reales positivos	Reales negativos	Falsos Positivos	Falsos negativos	Fiabilidad
A	15	10	1	4	78%
B	16	9	0	5	79%
C	15	10	0	0	80%
D	10	10	2	8	68%
E	15	10	1	4	78%
F	20	5	2	3	87%
G	10	10	2	8	68%
H	5	15	3	2	60%
I	15	10	1	4	78%
J	5	15	3	2	60%
K	10	10	2	8	68%
L	7	7	7	9	50%
M	15	10	0	0	80%
N	9	9	2	10	55%
O	9	9	2	10	55%
P	20	5	2	3	87%
Q	7	7	7	9	50%
R	15	10	1	4	78%
S	7	7	7	9	50%
T	16	9	0	5	79%
U	5	15	3	2	60%
V	20	5	2	3	87%
W	10	10	2	8	68%
X	15	10	0	0	80%
Y	16	9	0	5	79%
Z	5	15	3	2	60%

Ficha de observación del indicador – Fiabilidad de la interpretación (POST-TEST)

Autores: -Matos Caramutti, Jair Aaron
-Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Indicador:
$$F = \frac{RP + RN}{TP}$$

Objetivo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la fiabilidad de la interpretación

Periodo: En un periodo de 30 días.

Fecha de aprobación: 02/10/2023

N°	Reales positivos	Reales negativos	Falsos Positivos	Falsos negativos	Fiabilidad
A	30	0	0	0	100%
B	20	5	2	3	87%
C	30	0	0	0	100%
D	15	10	2	3	80%
E	18	10	1	1	90%
F	20	5	2	3	87%
G	17	10	2	1	80%
H	17	10	2	1	80%
I	30	0	0	0	100%
J	17	10	2	1	80%
K	20	3	3	4	85%
L	22	3	0	0	95%
M	20	5	2	3	87%
N	20	5	2	3	87%
O	30	0	0	0	100%
P	20	5	2	3	87%
Q	15	10	0	0	80%
R	15	10	1	1	85%
S	17	10	2	1	80%
T	22	3	0	0	95%
U	20	5	2	3	87%
V	18	10	1	1	90%
W	20	5	2	3	87%
X	20	5	2	3	87%
Y	18	10	1	1	90%
Z	19	11	0	0	80%

Ficha de observación del indicador – Precisión de la interpretación (Pre-TEST)

Autores: -Matos Caramutti, Jair Aaron
-Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Indicador: $PR = \frac{RP}{RP+FP}$

Objetivo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la precisión de la interpretación

Periodo: En un periodo de 30 días.

Fecha de aprobación: 02/10/2023

N°	Reales positivos	Reales negativos	Falsos Positivos	Falsos negativos	Precisión
A	25	2	1	2	85%
B	20	4	4	2	80%
C	26	2	1	1	86%
D	17	4	4	5	77%
E	15	6	5	4	75%
F	14	5	6	5	74%
G	18	7	2	3	78%
H	17	8	4	1	77%
I	19	7	4	2	79%
J	18	9	1	2	78%
K	16	5	5	4	76%
M	19	6	4	1	79%
N	19	6	4	1	79%
L	22	5	1	2	82%
O	24	2	2	2	84%
P	17	5	4	4	77%
Q	15	6	5	4	75%
R	15	8	7	0	75%
S	19	7	3	3	79%
T	18	9	2	1	78%
U	24	3	1	2	84%
V	16	8	2	4	76%
W	15	10	3	2	75%
X	16	10	4	2	76%
Y	16	10	4	0	76%
Z	14	8	3	5	74%

Ficha de observación del indicador – Precisión de la interpretación (POST-TEST)

Autores: -Matos Caramutti, Jair Aaron
 -Maza Barrena, Holssen Jeffershon

Indicador: $PR = \frac{RP}{RP+FP}$

Objetivo: Determinar que el Sistema basado en inteligencia artificial para la interpretación del lenguaje de señas incrementa significativamente la precisión de la interpretación

Periodo: En un periodo de 30 días.

Fecha de aprobación: 02/10/2023

N°	Reales positivos	Reales negativos	Falsos Positivos	Falsos negativos	Precisión
A	29	1	0	0	99%
B	26	3	0	1	87%
C	27	2	1	1	88%
D	26	4	2	0	87%
E	25	3	1	1	84%
F	24	4	2	0	81%
G	24	4	0	2	81%
H	24	6	0	0	81%
I	28	2	0	0	94%
J	27	3	1	3	78%
K	26	4	1	0	76%
M	28	0	1	1	94%
N	28	0	1	1	94%
L	29	1	0	0	99%
O	29	1	0	0	99%
P	24	5	1	0	81%
Q	24	6	2	2	81%
R	25	7	0	0	84%
S	25	3	1	1	84%
T	24	2	2	2	81%
U	28	1	1	0	94%
V	27	1	1	1	91%
W	24	4	1	2	80%
X	25	3	1	1	84%
Y	26	3	1	0	88%
Z	26	4	0	0	88%

Anexo 8: Datos de las fichas de registro ingresadas al Spss

*BD-Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 6 de 6 variables

	TIEMPOCOMUNICACIÓNPRETEST	TIEMPOCOMUNICACIÓNPOSTTEST	PRECISIONPRETEST	PRECISIONPOSTTEST	FIABILIDADPRETEST	FIABILIDADPOSTTEST	var	var	var	var	var	var
1	3,00	1,00	85,00%	99,00%	78,00%	100,00%						
2	5,00	2,00	80,00%	87,00%	79,00%	87,00%						
3	3,00	1,00	86,00%	88,00%	80,00%	100,00%						
4	4,00	1,00	77,00%	87,00%	68,00%	80,00%						
5	4,00	2,00	75,00%	84,00%	78,00%	90,00%						
6	6,00	3,00	74,00%	81,00%	87,00%	87,00%						
7	6,00	3,00	78,00%	81,00%	68,00%	80,00%						
8	3,00	1,00	77,00%	81,00%	60,00%	80,00%						
9	4,00	2,00	79,00%	94,00%	78,00%	100,00%						
10	5,00	2,00	78,00%	78,00%	60,00%	80,00%						
11	.	.	76,00%	76,00%	68,00%	85,00%						
12	.	.	79,00%	94,00%	50,00%	95,00%						
13	.	.	79,00%	94,00%	80,00%	87,00%						
14	.	.	82,00%	99,00%	55,00%	87,00%						
15	.	.	84,00%	99,00%	55,00%	100,00%						
16	.	.	77,00%	81,00%	87,00%	87,00%						
17	.	.	75,00%	81,00%	50,00%	80,00%						
18	.	.	75,00%	84,00%	78,00%	85,00%						
19	.	.	79,00%	84,00%	50,00%	80,00%						
20	.	.	78,00%	81,00%	79,00%	95,00%						
21	.	.	84,00%	94,00%	60,00%	87,00%						
22	.	.	76,00%	81,00%	87,00%	80,00%						

Vista de datos Vista de variables

*BD-Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

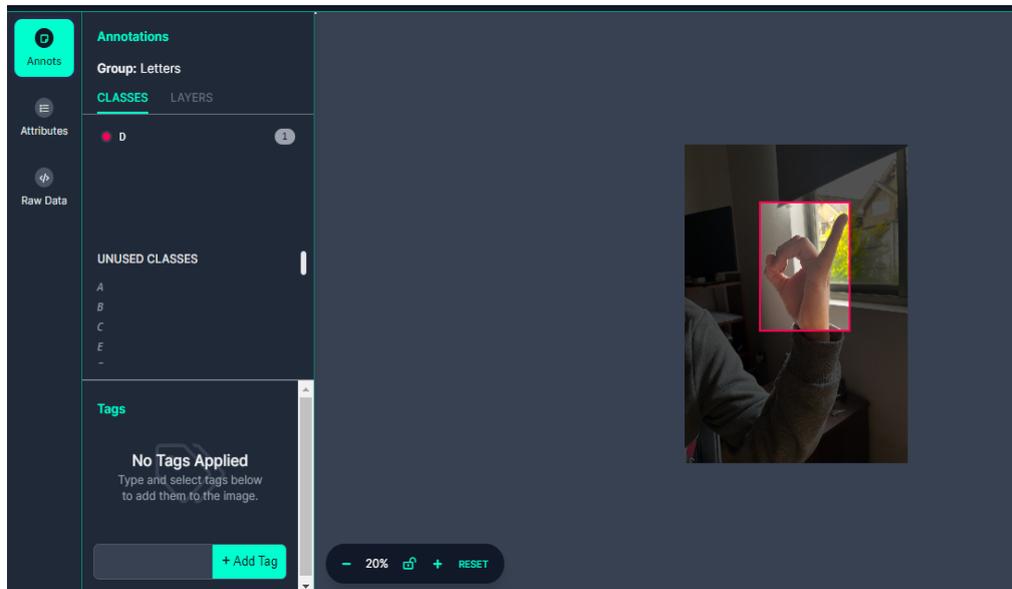
	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	TIEMPOCOMUNICACIÓNPRETEST	Número	6	2	TIEMPO COM...	Ninguno	Ninguno	11	Derecha	Escala	Entrada
2	TIEMPOCOMUNICACIÓNPOSTTEST	Número	6	2	TIEMPO COM...	Ninguno	Ninguno	18	Derecha	Escala	Entrada
3	PRECISIONPRETEST	Porcentaje	6	2	PRECISION (P...	Ninguno	Ninguno	11	Derecha	Escala	Entrada
4	PRECISIONPOSTTEST	Porcentaje	6	2	PRECISION (P...	Ninguno	Ninguno	11	Derecha	Escala	Entrada
5	FIABILIDADPRETEST	Porcentaje	6	2	FIABILIDAD(PR...	Ninguno	Ninguno	11	Derecha	Escala	Entrada
6	FIABILIDADPOSTTEST	Porcentaje	6	2	FIABILIDAD(P...	Ninguno	Ninguno	11	Derecha	Escala	Entrada
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode.ON

Anexo 9: Prototipo y Desarrollo

- Dataset



- Google Colab

The screenshot shows a Google Colab notebook titled 'SeñasPresentacion.ipynb'. The code in the notebook is as follows:

```
[ ] # import darknet functions to perform object detections
from darknet.darknet import *
# load in our YOLOv4 architecture network
network, class_names, class_colors = load_network("/content/gdrive/MyDrive/signas/parameters/yolov4-custom.cfg", "/content/gdrive/MyDrive/signas/yolov4.weights")
width = network_width(network)
height = network_height(network)

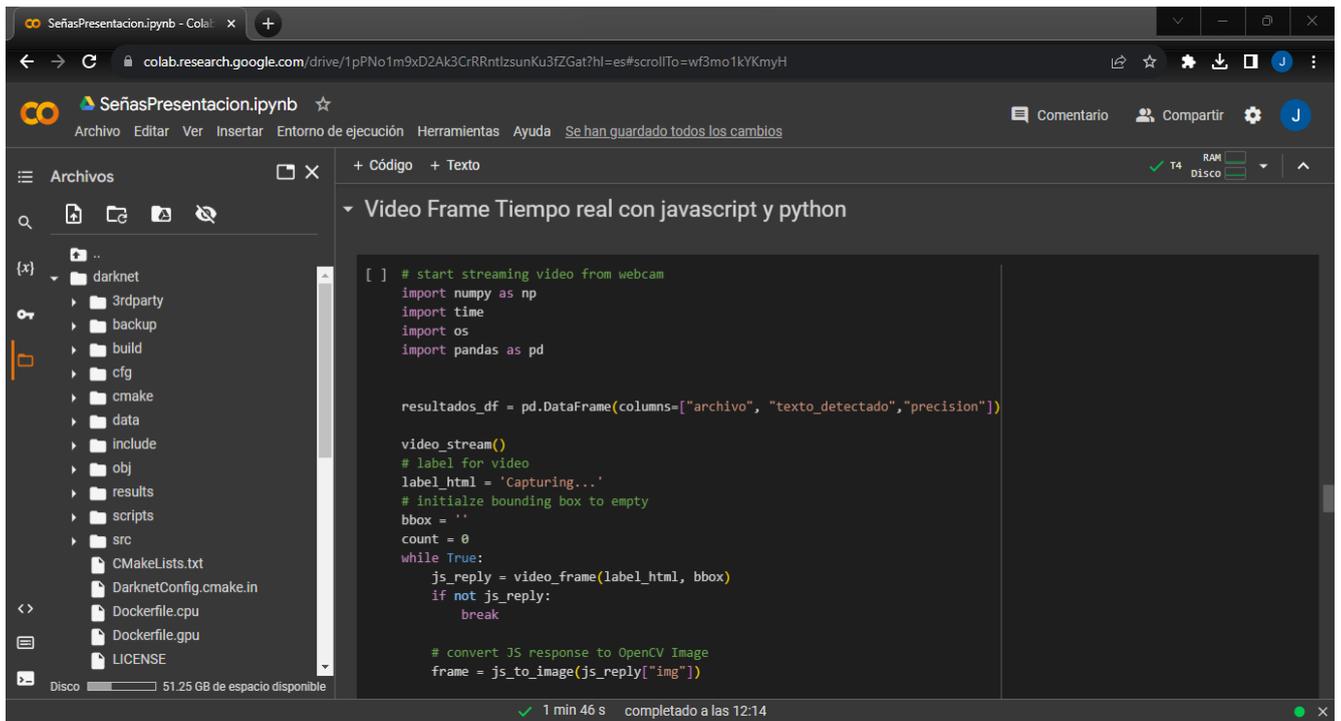
# darknet helper function to run detection on image
def darknet_helper(img, width, height):
    darknet_image = make_image(width, height, 3)
    img_rgb = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    img_resized = cv2.resize(img_rgb, (width, height),
                             interpolation=cv2.INTER_LINEAR)

    # get image ratios to convert bounding boxes to proper size
    img_height, img_width, _ = img.shape
    width_ratio = img_width/width
    height_ratio = img_height/height

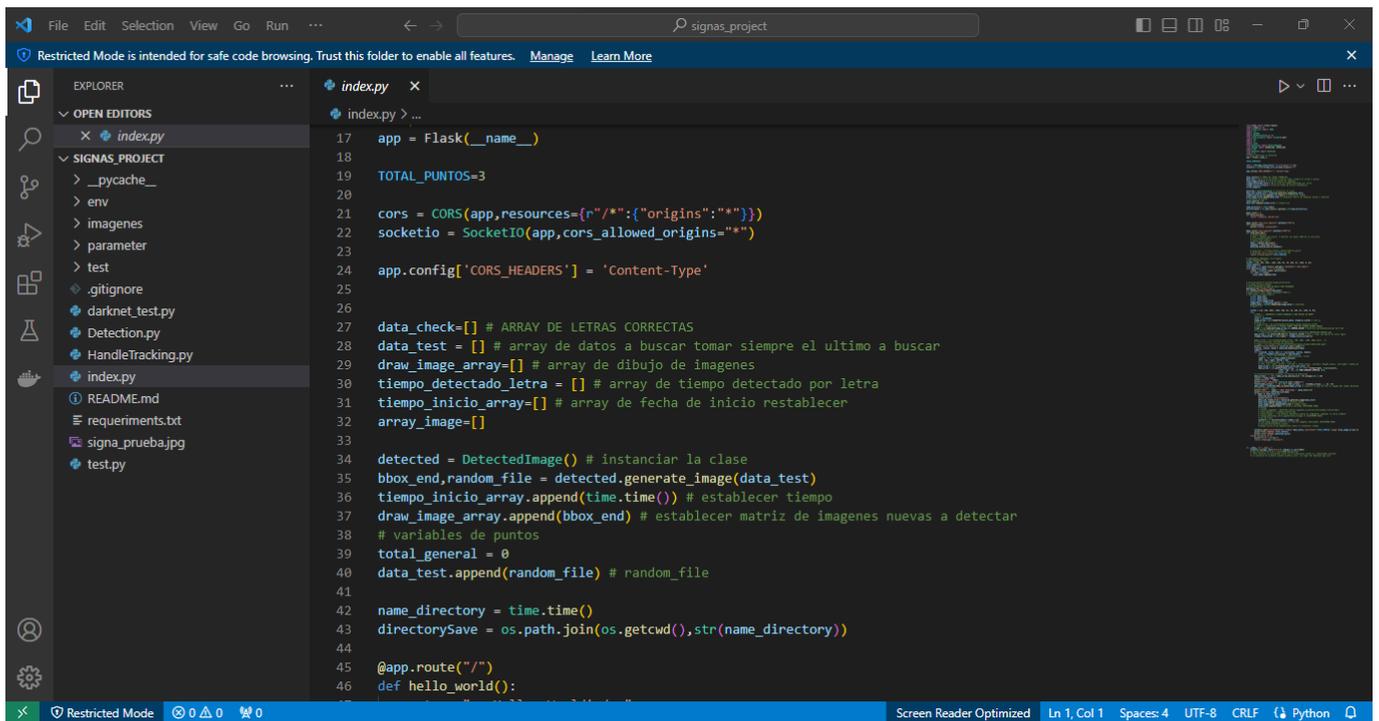
    # run model on darknet style image to get detections
    copy_image_from_bytes(darknet_image, img_resized.tobytes())
    detections = detect_image(network, class_names, darknet_image)
    free_image(darknet_image)
    return detections, width_ratio, height_ratio

[ ] # run test on person.jpg image that comes with repository
```

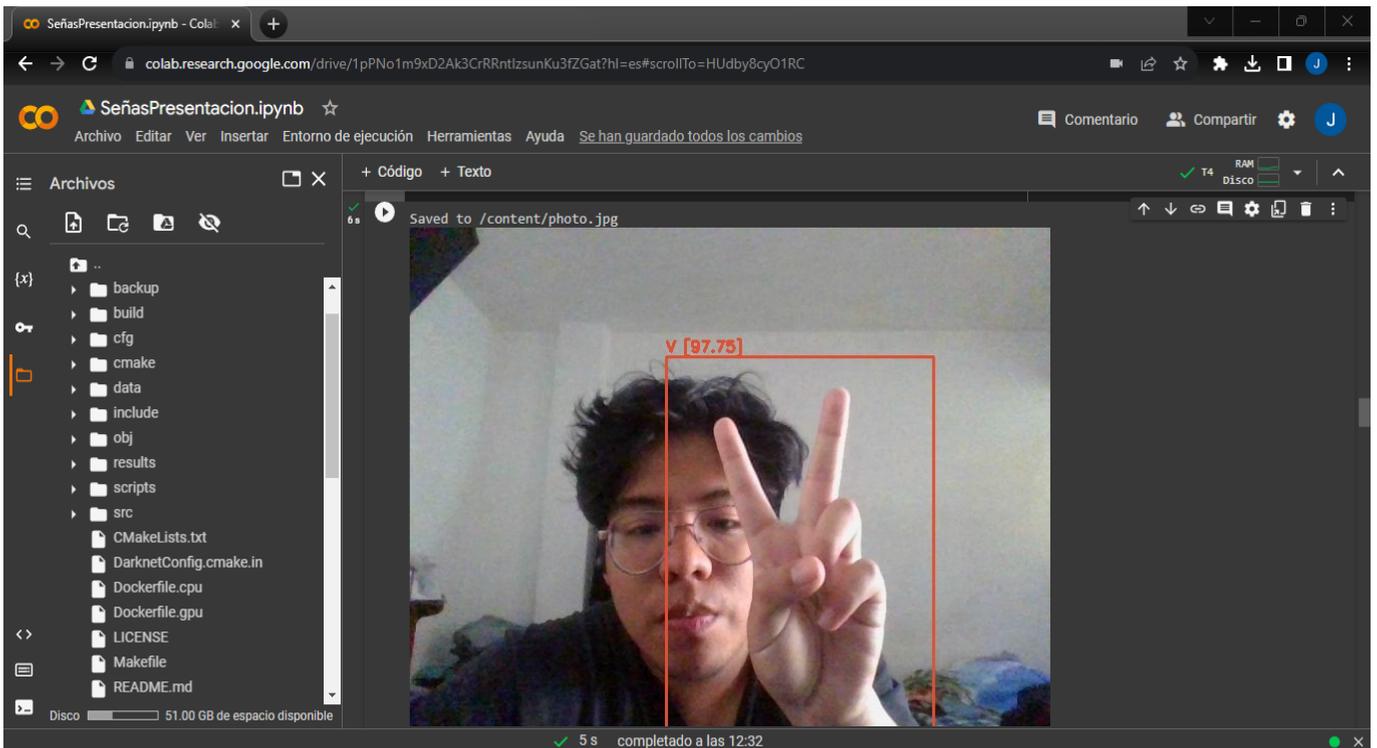
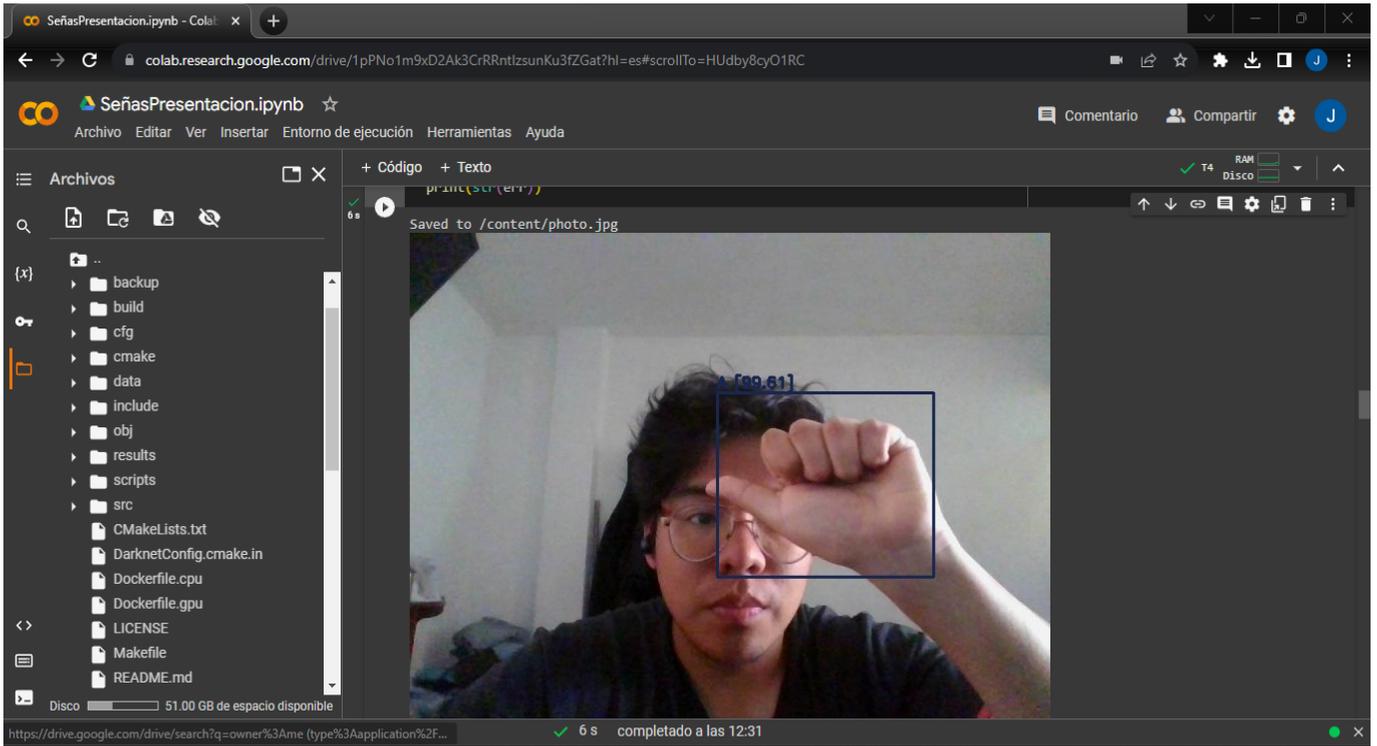
The notebook interface shows a file explorer on the left with a directory structure including 'darknet', '3rdparty', 'backup', 'build', 'cfg', 'cmake', 'data', 'include', 'obj', 'results', 'scripts', 'src', 'CMakeLists.txt', 'DarknetConfig.cmake.in', 'Dockerfile.cpu', 'Dockerfile.gpu', and 'LICENSE'. The status bar at the bottom indicates '1 min 46 s completado a las 12:14'.



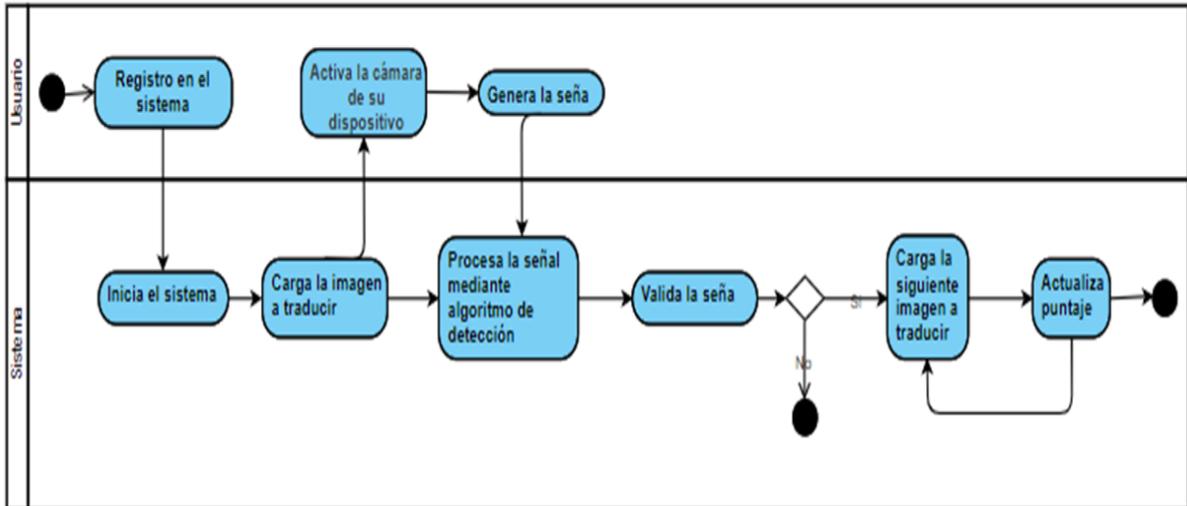
- Localmente



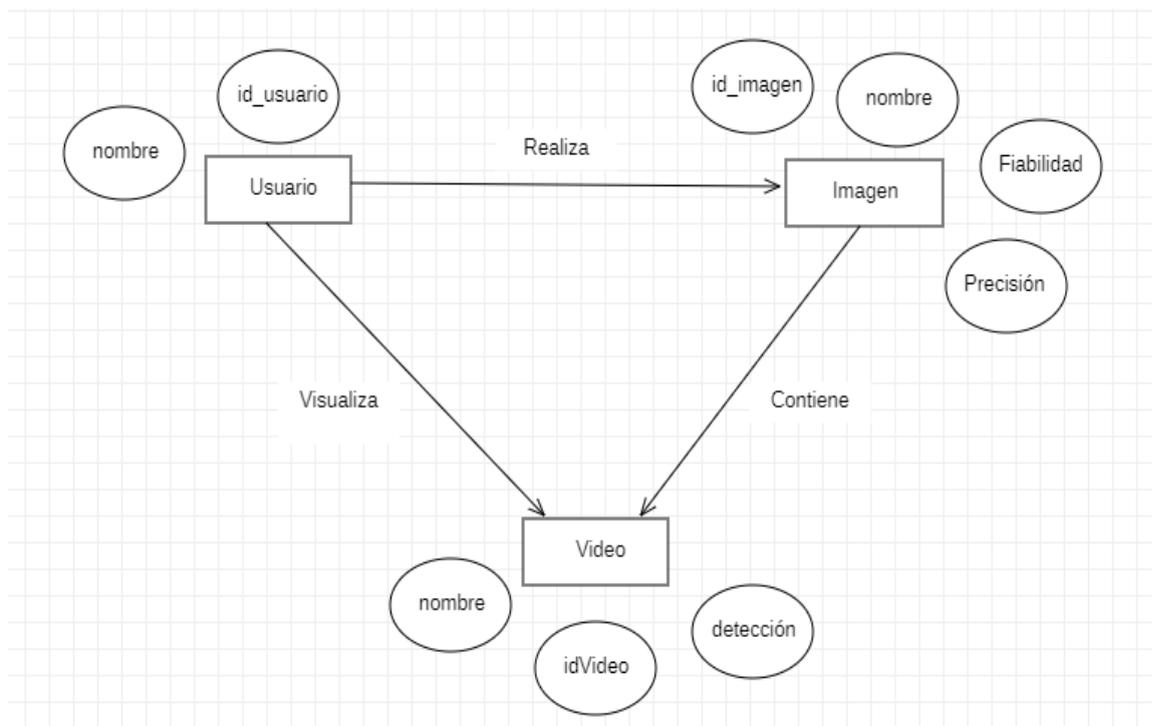
- Identificaciones de las señas



Anexo 10: Diagrama de actividades



Anexo 11: Diagrama Conceptual del Sistema



Anexo 12: Arquitectura

Fase 1: Adquirir las imágenes de las señas para su entrenamiento

The screenshot shows the Roboflow Universe interface. At the top, there are navigation links for 'Projects', 'Universe', 'Documentation', and 'Forum', along with a user profile 'Jair Matos'. A search bar is present with the text 'Search over 200,000 Open Source Computer Vision Projects'. The main content area displays a dataset titled 'Lengua de señas ...' (Sign Language ...). The dataset is categorized as 'Object Detection' and contains 1185 images. The interface includes a sidebar with navigation options: 'Overview', 'Images' (1185), 'Dataset' (9), 'Model', 'API Docs', and 'Health Check'. The main area shows a grid of image thumbnails, each with a bounding box and a small icon indicating its status. A search filter 'class: D' is applied, and there are buttons for 'Select All' and 'Select Images to Clone'.

The screenshot shows the Roboflow Universe interface for the 'Lengua de señas ...' dataset. The top navigation and search bar are consistent with the previous screenshot. The main content area displays the dataset's version history and download options. The version history table shows the following entries:

Version	Timestamp	Generated on
v10	2022-11-07 10:00am	Nov 7, 2022
v9	2022-11-07 1:03am	Nov 6, 2022
v8	2022-11-06 11:27pm	Nov 6, 2022
v6	2022-11-05 12:57am	Nov 4, 2022
v5	2022-11-04 11:32pm	Nov 4, 2022

Below the version history, there is a 'Download Dataset' button. The 'POPULAR DOWNLOAD FORMATS' section lists the following options: YOLOv8, YOLOv5, YOLOv7, MT-YOLOv6, COCO JSON, YOLO Darknet, Pascal VOC XML, TFRecord, CreateML JSON, and Other Formats. At the bottom, it shows '2643 Total Images' and a 'View All Images' link. A grid of image thumbnails is displayed at the bottom of the page.

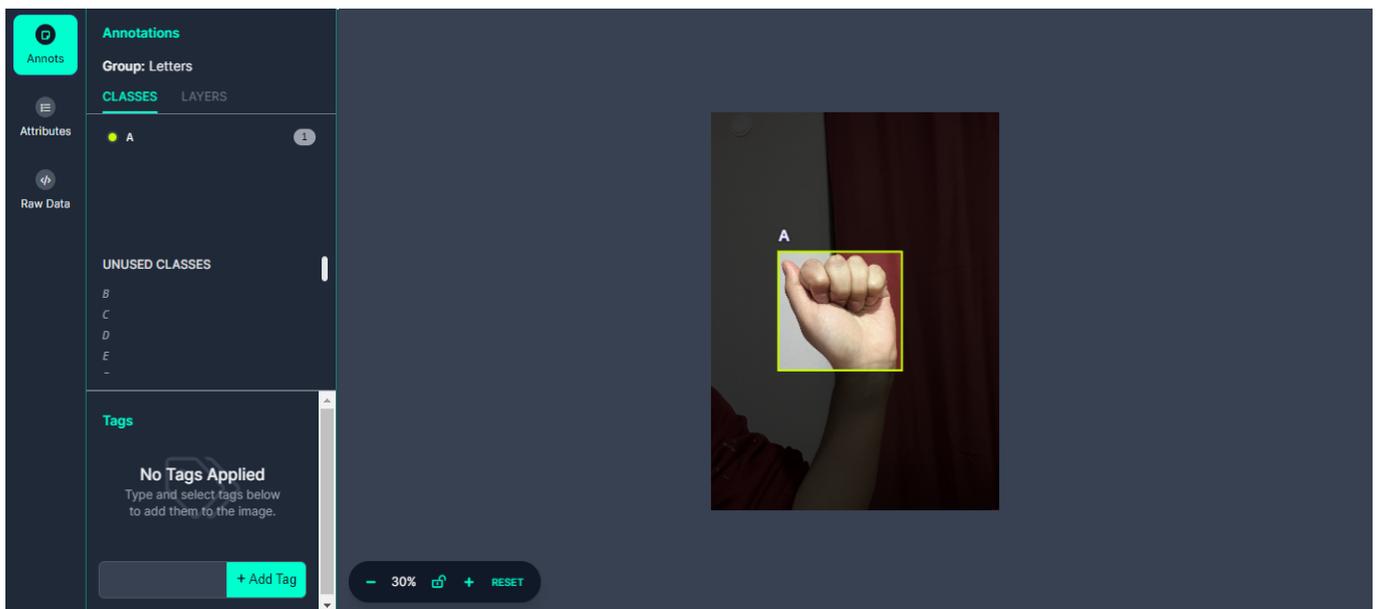
Fase 2: Etiquetación de las imágenes de las señas

```
# import darknet functions to perform object detections
from darknet.darknet import *
# load in our YOLOv4 architecture network
network, class_names, class_colors = load_network("/content/gdrive/MyDrive/signas/parameters/yolov4-custom.cfg", "/content/gdrive/MyDrive/signas/parameters/name
width = network_width(network)
height = network_height(network)

# darknet helper function to run detection on image
def darknet_helper(img, width, height):
    darknet_image = make_image(width, height, 3)
    img_rgb = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    img_resized = cv2.resize(img_rgb, (width, height),
                              interpolation=cv2.INTER_LINEAR)

    # get image ratios to convert bounding boxes to proper size
    img_height, img_width, _ = img.shape
    width_ratio = img_width/width
    height_ratio = img_height/height

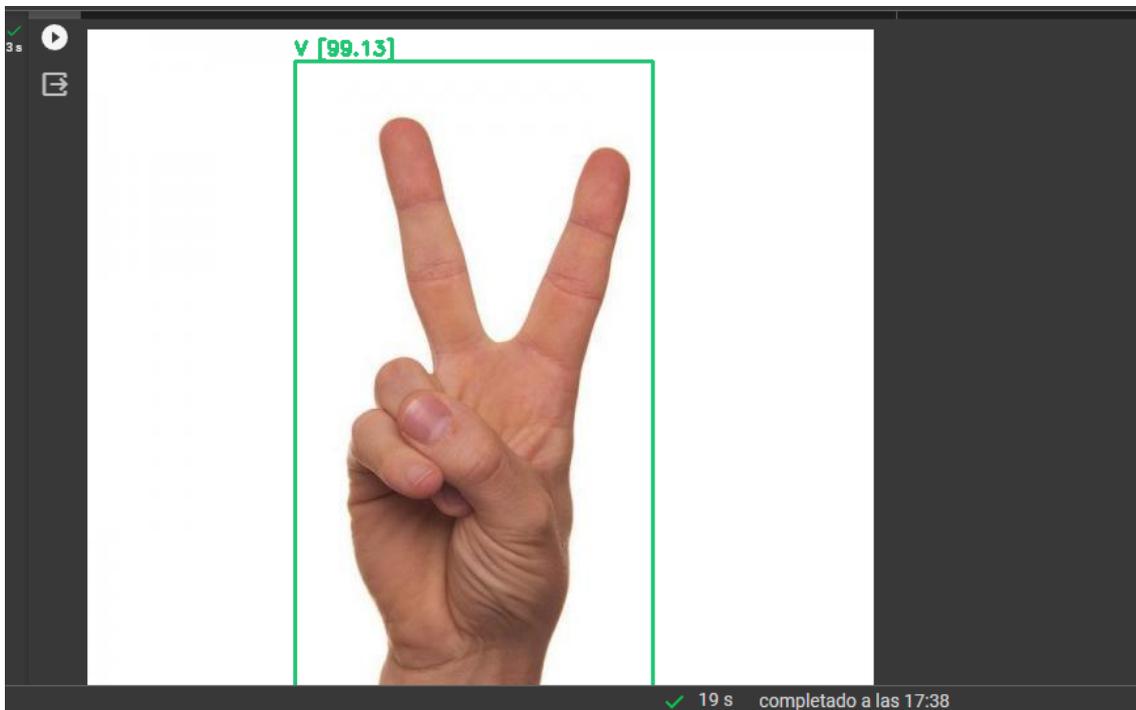
    # run model on darknet style image to get detections
    copy_image_from_bytes(darknet_image, img_resized.tobytes())
    detections = detect_image(network, class_names, darknet_image)
    free_image(darknet_image)
    return detections, width_ratio, height_ratio
```



Fase 3: Entrenamiento de las imágenes de las señas

```
Archivos + Código + Texto T4 RAM Disco  
[1] # clone darknet repo  
!git clone https://github.com/AlexeyAB/darknet  
fatal: destination path 'darknet' already exists and is not an empty directory.  
[2] # change makefile to have GPU, OPENCV and LIBSO enabled  
%cd darknet  
!sed -i 's/OPENCV=0/OPENCV=1/' Makefile  
!sed -i 's/GPU=0/GPU=1/' Makefile  
!sed -i 's/CUDNN=0/CUDNN=1/' Makefile  
!sed -i 's/CUDNN_HALF=0/CUDNN_HALF=1/' Makefile  
!sed -i 's/LIBSO=0/LIBSO=1/' Makefile  
/content/darknet  
# make darknet (builds darknet so that you can then use the darknet.py file and have its dependencies)  
!make
```

```
+ Código + Texto T4 RAM Disco  
# run test on person.jpg image that comes with repository  
import cv2  
from google.colab.patches import cv2_imshow  
image = cv2.imread("/content/gdrive/MyDrive/signas/seña_prueba.jpg")  
detections, width_ratio, height_ratio = darknet_helper(image, width, height)  
for label, confidence, bbox in detections:  
    left, top, right, bottom = bbox2points(bbox)  
    left, top, right, bottom = int(left * width_ratio), int(top * height_ratio), int(right * width_ratio), int(bottom * height_ratio)  
    cv2.rectangle(image, (left, top), (right, bottom), class_colors[label], 2)  
    cv2.putText(image, "{} [ {:.2f}]".format(label, float(confidence)),  
                (left, top - 5), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5,  
                class_colors[label], 2)  
cv2_imshow(image)
```



Fase 4: Identificación de las señas

```
from IPython.display import display, Javascript, Image
from google.colab.output import eval_js

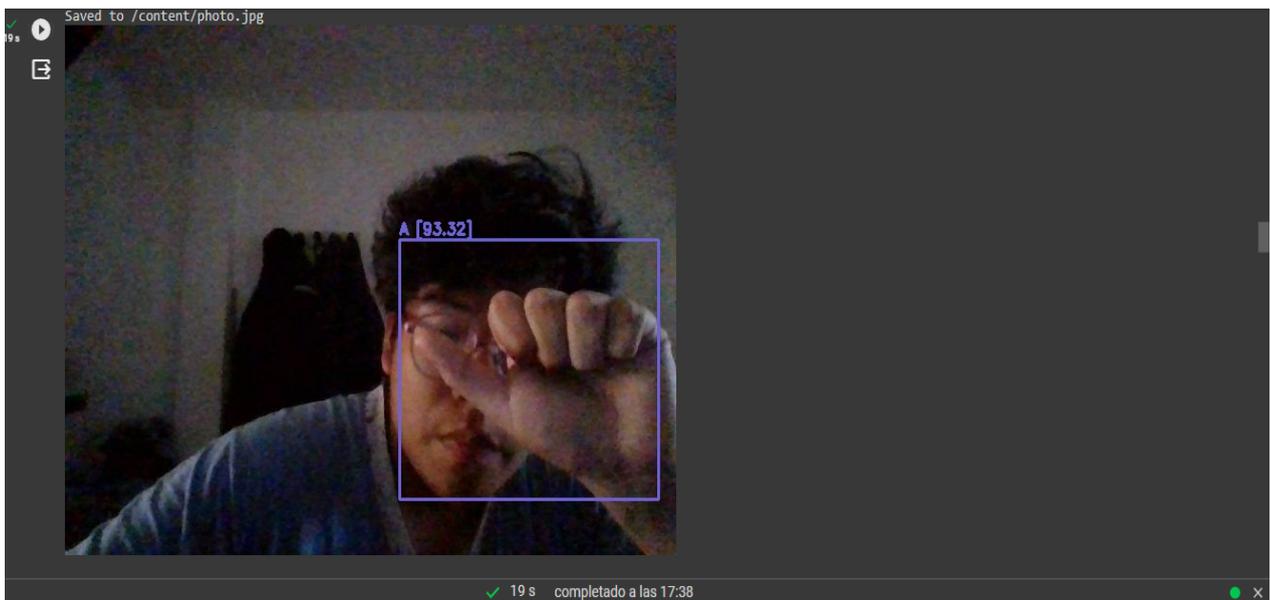
def take_photo(filename='photo.jpg', quality=0.8):
    js = Javascript('''
    async function takePhoto(quality) {
        // crear elementos
        const div = document.createElement('div');
        const capture = document.createElement('button'); // boton de gatillo
        capture.textContent = 'Capture';
        div.appendChild(capture);

        const video = document.createElement('video');
        video.style.display = 'block';
        const stream = await navigator.mediaDevices.getUserMedia({video: true}); // acceso a la camara
        // definir el stream del video
        document.body.appendChild(div);
        div.appendChild(video);
        video.srcObject = stream; // definir el tag al stream de la camara
        await video.play(); // ejecucion

        // redimensionar la salida de tamaño
        google.colab.output.setIframeHeight(document.documentElement.scrollHeight, true);

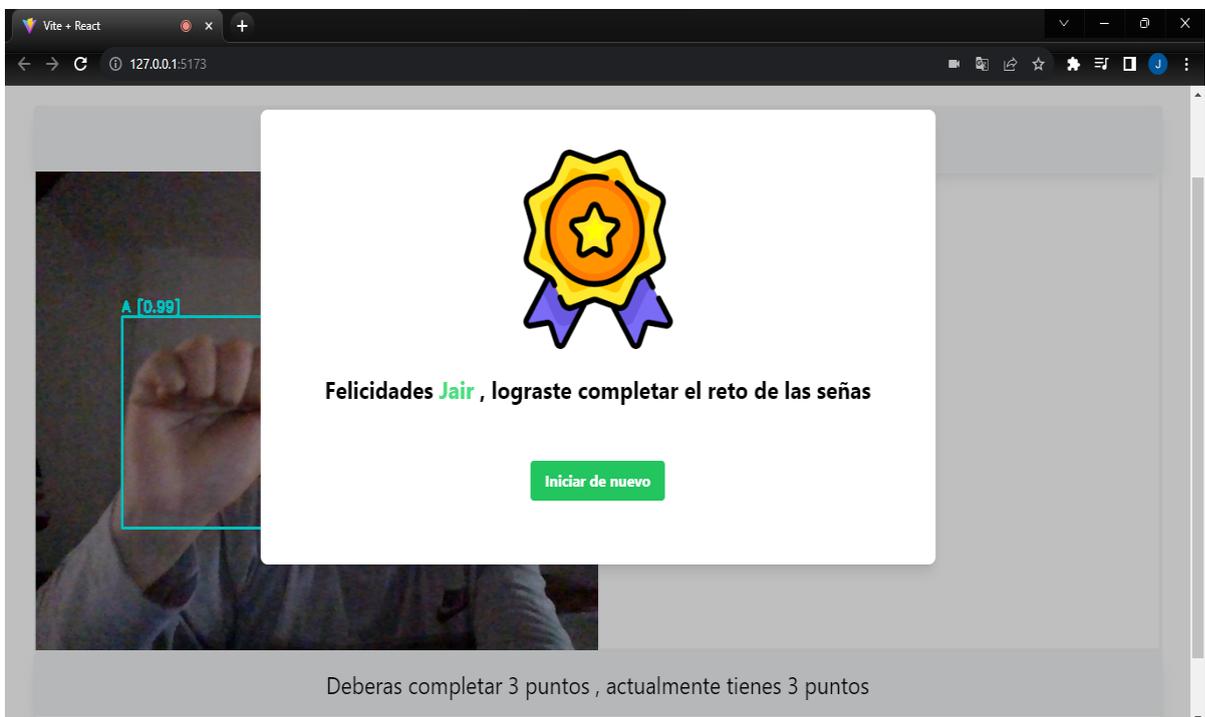
        // esperando la captura por click
        await new Promise((resolve) => capture.onclick = resolve);
    }
    ''')
```

✓ 19 s completado a las 17:38



Fase 5: Interpretación señas en el sistema Final

```
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNyy&sid=ncoKQ7bqWfziLGZAACC HTTP/1.1" 200 -
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNzC&sid=Jxeyz2yqBWPZhi4AACB HTTP/1.1" 200 -
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNzL&sid=ZD8UGPFYFDD1iYaAACD HTTP/1.1" 200 -
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNzQ&sid=ncoKQ7bqWfziLGZAACC HTTP/1.1" 200 -
inicio deteccion 16:49:08.930650
detecto
final deteccion 16:49:09.572870
label    label detectado P
username 1701985685.9150145_Jair
TOTAL_PUNTOS 3
TOTAL_GANADO 1
```



Anexo 13: Metodología Scrum

Fase 1: Determinar el equipo Scrum

N°	Nombres y Apellidos	Rol	Descripción
1	Matos Caramutti, Jair Aaron	Product owner	Se encargará de definir y priorizar las características del sistema de intérprete de lenguaje de señas.
2	Maza Barrena Holssen Jeffershon	Scrum master	Se encargará de promover el trabajo en equipo, fomentar la adopción de metodologías ágiles.

Fase 2: Creación de producto Backlog

N°	Tareas	Estado	Tiempo
1	Planteamiento de sistema intérprete de lenguaje de señas.	Finalizado	1 semana
2	Desarrollo del algoritmo intérprete de lenguaje de señas.	Finalizado	7 semanas
3	Integración del algoritmo con el sistema web y adaptación del código fuente para personalización.	Finalizado	6 semanas
4	Evaluación o respuesta proporcionada por el algoritmo.	Finalizado	2 semanas

Fase 4: Desarrollo con seguimiento de los sprint

- Entrenamiento de las imágenes con las señas



- Reconocimiento de las señas en las imágenes

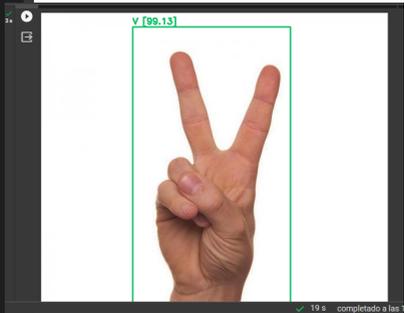
```
+ Código + Texto
RAM 74
Disco

# run test on person.jpg image that comes with repository
import cv2
from google.colab.patches import cv2_inshow

image = cv2.imread("/content/gdrive/MyDrive/señas/seña_prueba.jpg")
detections, width_ratio, height_ratio = darknet_helper(image, width, height)

for label, confidence, bbox in detections:
    left, top, right, bottom = bbox2points(bbox)
    left, top, right, bottom = int(left * width_ratio), int(top * height_ratio), int(right * width_ratio), int(bottom * height_ratio)
    cv2.rectangle(image, (left, top), (right, bottom), class_colors[label], 2)
    cv2.putText(image, "{} {:.2f}".format(label, float(confidence)),
                (left, top - 5), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5,
                class_colors[label], 2)

cv2_inshow(image)
```

A screenshot of a hand making a peace sign (V-sign) against a white background. A green bounding box is drawn around the hand, and the label "Y [99.13]" is displayed in the top-left corner of the box. The image is shown in a window titled "Y [99.13]".

- Funcionalidad del prototipo del sistema

```
from IPython.display import display, Javascript, Image
from google.colab.output import eval_js

def take_photo(filename='photo.jpg', quality=0.8):
    js = Javascript("""
    async function takePhoto(quality) {
        // crear elementos
        const div = document.createElement('div');
        const capture = document.createElement('button'); // boton de gatillo
        capture.textContent = 'Capture';
        div.appendChild(capture);

        const video = document.createElement('video');
        video.style.display = 'block';
        const stream = await navigator.mediaDevices.getUserMedia({video: true}); // acceso a la camara
        // definir el stream del video
        document.body.appendChild(div);
        div.appendChild(video);
        video.srcObject = stream; // definir el tag al stream de la camara
        await video.play(); // ejecucion

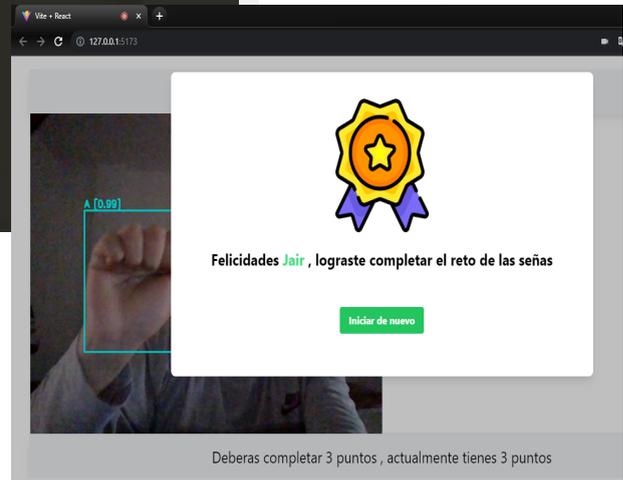
        // redimensionar la salida de tamaño
        google.colab.output.setIframeHeight(document.documentElement.scrollHeight, true);

        // esperando la captura por click
        await new Promise((resolve) => capture.onclick = resolve);
    }
    """)
    display(eval_js(js))
```

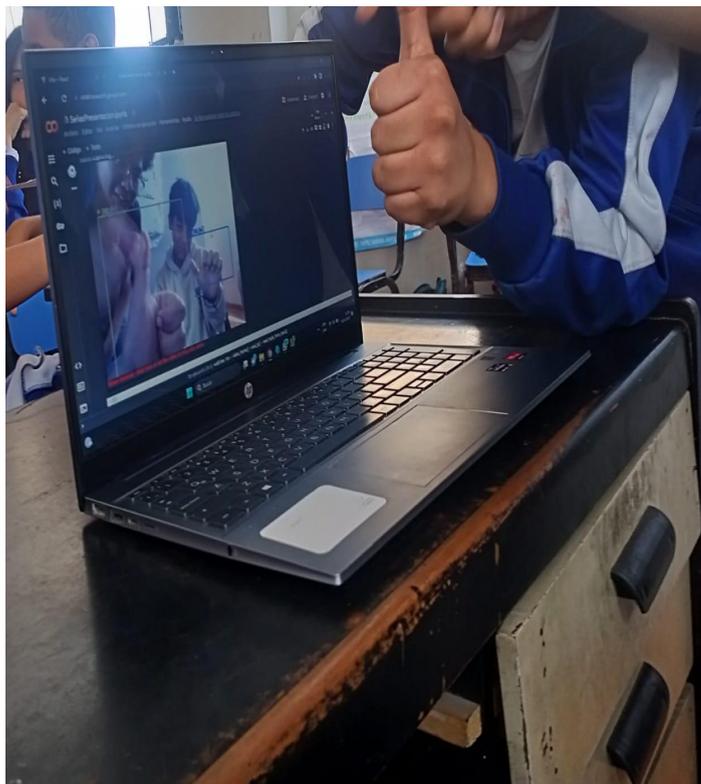
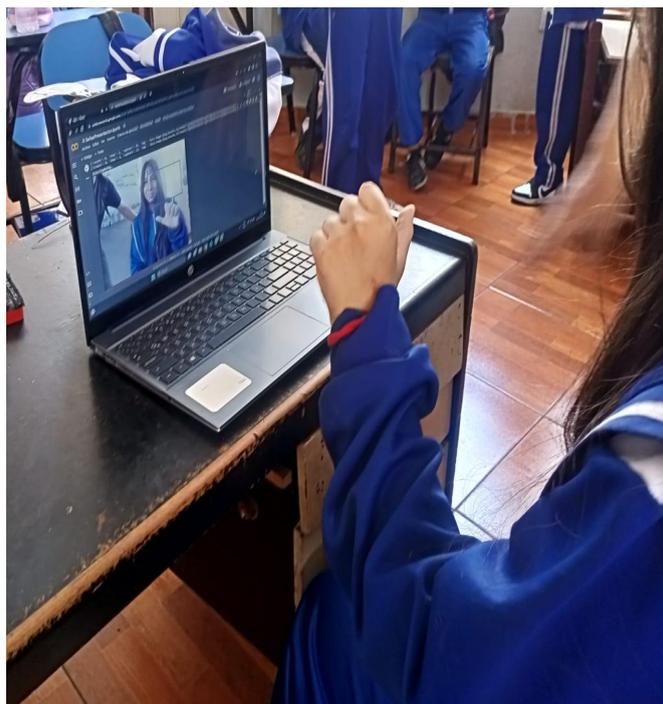
A screenshot of a person's face and hand. The person is making a hand gesture (possibly a fist or a specific sign). A blue bounding box is drawn around the hand, and the label "A [93.32]" is displayed in the top-left corner of the box. The image is shown in a window titled "Saved to /content/photo.jpg".

- Funcionalidad del sistema en su totalidad

```
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNyy&sid=n
coKQ7bqWfziLGZAACC HTTP/1.1" 200 -
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNzC&sid=J
xeyz2yqBWPZhi4AACB HTTP/1.1" 200 -
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNzL&sid=Z
D8UGPFVFD1iYaAACD HTTP/1.1" 200 -
192.168.1.39 - - [07/Dec/2023 16:49:06] "GET /socket.io/?EIO=4&transport=polling&t=0n6GNzQ&sid=n
coKQ7bqWfziLGZAACC HTTP/1.1" 200 -
inicio deteccion 16:49:08.930650
detecto
final deteccion 16:49:09.572870
label label detectado P
username 1701985685.9150145_Jair
TOTAL_PUNTOS 3
TOTAL_GANADO 1
```



Anexo 14: Pruebas de la aplicación de sistema





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIA EUDELIA ACUÑA MELENDEZ, 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: "Sistema basado en Inteligencia artificial para la interpretación de lenguaje de señas en escolares con discapacidad auditiva", cuyos autores son MAZA BARRENA HOLSEN JEFFERSON, MATOS CARAMUTTI JAIR AAROM, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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, 16 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIA EUDELIA ACUÑA MELENDEZ DNI: 19083126 ORCID: 0000-0002-5188-3806	Firmado electrónicamente por: EACUNA el 16-12- 2023 15:50:47

Código documento Trilce: TRI - 0698869