

Aplicación Móvil Multiplataforma Basado en Redes Neuronales para Mejorar el Aprendizaje del Lenguaje de Señas en una Oficina Municipal de Atención a las Personas con Discapacidad

Robert A. CASTILLO-PORTALES

Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo
Trujillo, La Libertad 13001, Perú

Rommel J. DÍAZ-NUREÑA

Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo
Trujillo, La Libertad 13001, Perú

Segundo E. CIEZA-MOSTACERO

Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo
Trujillo, La Libertad 13001, Perú

Juan F. PACHECO-TORRES

Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo
Trujillo, La Libertad 13001, Perú

RESUMEN

En la investigación tuvo como objetivo principal, mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacidad de La Esperanza – Perú a través de la implementación una aplicación móvil multiplataforma basado en redes neuronales, además esta investigación fue de tipo aplicada de diseño experimental de grado preexperimental. Para el desarrollo del software, se utilizó la metodología Mobile-D donde cuenta con las siguientes fases: Exploración, Producción, Estabilización y Pruebas del software. Debido que la muestra fue de 13 personas con discapacidad auditiva, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk para procesar los resultados del antes y después de la implementación y con estos se empleó la prueba paramétrica T-Student para el indicador, tiempo promedio de interpretación de lenguaje de señas, así como la prueba no paramétrica Wilcoxon para el grado promedio de conocimiento de lenguaje de señas y grado promedio de interés de lenguaje de señas. Los resultados obtenidos después de la implementación de la aplicación móvil multiplataforma, fue la reducción del tiempo promedio de interpretación de lenguaje de señas de 9' a 1'50", asimismo el grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas incrementó de 40,1% a 59,9% y por último el grado promedio de interés de lenguaje de señas incrementó de 42,1% a 57,9%. En conclusión, la aplicación móvil multiplataforma basado en redes neuronales mejoró significativamente el aprendizaje del lenguaje de señas.

Palabras Claves: Redes neuronales, inteligencia artificial, lenguaje de señas, aplicación móvil multiplataforma, Mobile-D.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2021, debido a la propagación mundial del virus SARS-CoV-2, el aprendizaje del lenguaje de señas para personas con discapacidad auditiva se vio afectada; es por ello, que la Organización de las Naciones Unidas, implementó una estrategia de inclusión teniendo como objetivo la promulgación de derechos en beneficio de estas personas. En el país de Francia, al año 2020, radicaban 21.576 personas sordomudas en su territorio, de estos el 75% eran hombres y el 25% mujeres; es por ello, que en el sector educación se utilizaron herramientas

digitales para apoyar su aprendizaje, siendo una de ellas la aplicación móvil Beeth Eart, la cual les permitió comunicarse y aprender el lenguaje de señas [1].

Es por ello, que las personas discapacitadas, están destinadas a ser una minoría social, cultural y lingüística; debido a que no existe leyes drásticas que amparen y protejan a este tipo de personas. De acuerdo con la declaración de los derechos humanos, las personas con discapacidad deben de tener las mismas oportunidades que cualquier otra persona, sin embargo; algunos países son indiferentes y no pone en práctica dichos derechos; siendo así, que la mayoría de las personas con discapacidad sufre discriminación tanto en el ámbito social, laboral, cultural y educativo [2].

En Latinoamérica; México, implementó el lenguaje de señas debido a las carencias de poder transmitir ideas mediante el habla a otras personas, por lo que benefició a personas con problemas auditivos, el cual consistía en realizar señas con las manos, realizar expresiones corporales o algún gesto en base a ciertas reglas, que permitían que dichos movimientos sean entendidos por este tipo de personas. Sin embargo, a pesar de la creencia de que el lenguaje de señas es universal, cada país tiene un tipo de lenguaje específico, debido a la variación del idioma español [3].

En la sociedad colombiana, la población de personas discapacitadas mejoró su calidad de vida debido a las diferentes herramientas tecnológicas que se implementaron. Parte de ello se debe a las diferentes normas y leyes establecidas que apoyan y benefician a este tipo de personas, dichas mismas que están establecidas en la Constitución Política y en decretos que pretenden dar igualdad de oportunidades a personas sin importar que presenten alguna discapacidad. Además, esto permitió que personas con discapacidad accedan a instituciones educativas y puedan postular a puestos de trabajo que el estado promueve [4].

En el Perú, se estimó, que existen 3,209,261 personas con discapacidad y que solo el 9.3% están inscritas en el Registro Nacional de Personas con Discapacidad [5]. A su vez, el 15 de agosto del 2017 se aprobó una Ley que Otorga el Reconocimiento a la lengua de Señas Peruanas, con el fin de generar igualdad en los diferentes sectores de la sociedad sea el

caso económico, cultural, tecnológico y político; además, de establecerse como lengua predominante de las personas con discapacidad auditiva, esta ley faculta que las personas que padecen dichos problemas tengan oportunidades de poder desempeñarse en el ámbito laboral [2].

En el departamento La Libertad – Trujillo, sería de mucha ayuda que se contrate a un intérprete de lengua de señas en las entidades públicas, de esta manera se incentivaría a las personas a conocer este lenguaje y hacerlo más inclusivo en la sociedad peruana [6]. Lamentablemente en la ciudad de Trujillo, no existen muchos intérpretes dado que no se fomenta esta lengua como profesión, debido a ello, es importante que se use la tecnología como herramienta para facilitar que las personas sordas puedan expresarse.

En la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas, se encuentra a cargo el Sr. Pablo Manuel Sánchez Castro (jefe de OMAPED), en el que se brinda atención a 13 personas con discapacidad auditiva. Fue fundada en el año 1998 y cuenta con 3 trabajadores. En la problemática están involucrados las personas con discapacidad auditiva quienes tienen limitantes para poder comunicar, expresar y transmitir ideas; así como sus familias quienes son las encargadas de cuidar y velar por la salud de las personas mencionadas anteriormente, también se involucra el jefe quien lleva el control y el empadronamiento de todas las personas discapacitadas.

Con lo previamente explicado, en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas, se expresa que las personas con discapacidad auditiva tienen un déficit de conocimiento y es necesario mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas para que puedan tener una mejor comunicación y calidad de vida. A su vez el jefe como ya se mencionó anteriormente es el encargado de controlar, empadronar y supervisar que estas personas mejoren su calidad de vida, lo que significa que el interés y el conocimiento del lenguaje de señas es de vital importancia para mejorar las condiciones de vida de los discapacitados.

De las indagaciones se observó que existe una falta de conocimiento del lenguaje de señas, generando la falta de interés por parte de los involucrados debido a que no se promueve este tipo de lenguaje, a su vez también se detectó que no se pone en práctica el lenguaje de señas en el hogar de estas personas ni mucho menos en la propia oficina municipal. Los principales problemas se originan en la falta de aprendizaje del lenguaje de señas generados por la falta de conocimiento y de interés de las personas con discapacidad auditiva; lo que ocasiona que no puedan comunicarse y expresarse de manera efectiva.

El desarrollo de esta investigación partió de la formulación del problema ¿de qué manera una aplicación móvil multiplataforma basada en redes neuronales mejora el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas de La Esperanza – Trujillo, en el año 2021?

Así mismo, esta investigación se justificó teóricamente, porque este proyecto de investigación se hizo para resaltar su importancia de una aplicación móvil multiplataforma para mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas, además que servirá para posteriores investigaciones, de igual manera, se justificó metodológicamente, dónde se elaboró documentos que permitan la recolección de información y permita analizar los cambios en el tiempo promedio de interpretación, grado promedio de conocimiento y grado promedio de interés del lenguaje de señas. A su vez, la investigación se justificó de forma práctica, pues

como resultado se propone una solución móvil multiplataforma que permita mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas (OMAPED) de La Esperanza - Trujillo, finalmente, la investigación se justificó de forma tecnológica, porque se pretende desarrollar mediante redes neuronales una aplicación móvil que permita mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas y de esta manera facilitar y ayudar a las personas con discapacidad auditiva.

La investigación presentó como objetivo principal, mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas de La Esperanza - Trujillo, mediante la implementación de una aplicación móvil multiplataforma en el año 2021, además se plantearon los siguientes objetivos específicos: reducir el tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas, incrementar el grado promedio de interés del lenguaje de señas e incrementar el grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas. Esta investigación presentó como hipótesis que una aplicación móvil multiplataforma basado en redes neuronales mejora significativamente el aprendizaje del lenguaje de señas.

Por último, para dar fin a esta problemática descrita anteriormente, se planteó la investigación que a través de la implementación de una aplicación móvil multiplataforma basada en redes neuronales mejore el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas de La Esperanza – Trujillo, en el año 2021.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

Aplicación móvil multiplataforma

Una aplicación móvil es un programa diseñado para ser instalados en un dispositivo móvil, también afirma que son aplicaciones que pueden proveer similares servicios que en una computadora personal [7]. Además, una aplicación móvil multiplataforma es un software codificado con un mismo código para diferentes plataformas, también indican que tendrán la misma funcionalidad en las diferentes plataformas [8].

Redes neuronales

Las redes neuronales artificiales tienen una gran influencia en diferentes ámbitos de la sociedad, son esencialmente redes neuronales interconectadas, y su arquitectura y patrones de aprendizaje cambian según las necesidades del investigador. Pero entre las más utilizadas se encuentran las redes neuronales multicapa, también conocidas como perceptrones. Las redes neuronales artificiales fueron desarrolladas para simular una mente humana, utilizando métodos tradicionales para generar información detallada y que sirva para la toma de decisiones, es por ello, que dichas neuronas artificial tiene diferentes campos para su aplicación, como lo son: análisis y procesamiento de señales, reconocimiento de imágenes, control de procesos, filtrado de ruido, robótica, procesamiento de lenguaje, diagnósticos médicos [9].

Algoritmo de aprendizaje

El algoritmo de aprendizaje de una red neuronal es el mecanismo el cual se va adaptando o modificando los parámetros de la red, para obtener una salida deseada o aproximada al punto más cercano que se quiere medir. La finalidad del algoritmo es encontrar un mínimo de la función error [10].

Lenguaje de señas

El ser humano es capaz de utilizar todos sus sentidos con la finalidad de aprender, pero al faltarle un sentido primordial como

es la audición, la persona inmediatamente recurre al sentido de la vista primordialmente, mismo que envía información al cerebro para realizar el aprendizaje [11]. La comunicación es un medio importante para toda persona, a consecuencia que permite transmitir ideas, comprenderlas y conocer distintas realidades sociales. Sin embargo, existen personas con discapacidades auditivas que les imposibilita la facilidad de transmitir sus propias ideas con las demás personas, ya sea causado por enfermedades de trastornos genéticos en la audición, accidentes o por otras razones [12].

3. METODOLOGÍA

En esta investigación se implementó una aplicación móvil multiplataforma basado en redes neuronales para mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas evaluando los indicadores (Tabla 1), para el cual, se usó instrumentos que permitirá conocer los requisitos básicos de cada indicador, además se utilizó la ficha de registro para el primer indicador, y también se usó la encuesta para el segundo y tercer indicador.

Tabla 1. Indicadores de la investigación

N	Indicadores
1	Tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas.
2	Grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas.
3	Grado promedio de interés del lenguaje de señas.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y de diseño experimental en la modalidad preexperimental, además la población estuvo conformada, por las personas con discapacidad auditiva registradas en la oficina municipal de atención de las personas con discapacidad de La Esperanza – Trujillo, cuya cantidad fue de 13 personas, también se usó el muestreo censal, puesto que, se trabaja con todas las unidades de investigación como una muestra. Por lo tanto, la población a estudiar se designa como censo porque es una población, y una muestra al mismo tiempo. El muestreo censal es la técnica que se utiliza para considerar como muestra a toda la población de la investigación [13].

4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE

El presente trabajo de investigación explica el desarrollo de la metodología Mobile – D para el proyecto de una aplicación móvil multiplataforma basado en redes neuronales para mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención a las Personas con Discapacidad de La Esperanza – Perú. Una de la metodología para el desarrollo de las aplicaciones móviles fue Mobile-D, esta permite un desarrollo ágil además del desarrollo de software para móviles, la cual combina las principales practicas ágiles que ya existen y las contextualiza para la obtención de aplicaciones móviles. Mobile-D, se creó en el periodo de intenso crecimiento, y no existían demasiados principios de desarrollo en las cuales especificaban al desarrollo móvil. Mobile-D fomenta iteraciones y fases sus fases son las siguientes [14]:

Exploración

Esta fase tiene como objetivo la planificación y el establecimiento del proyecto incipiente, establecer los Stakeholders, siendo el principal el Sr. Sánchez Castro, Pablo Manuel, Jefe de la oficina municipal de atención de personas con discapacidad de La Esperanza – Trujillo, definir los requerimientos funcionales (Tabla 2), definir los requerimientos

no funcionales (Tabla 3), definir las características de la aplicación , identificar las herramientas de desarrollo y se realiza el diagrama de caso de uso general (Figura 1).

Tabla 2. Requisitos Funcionales

Nº	Descripción
RF 1	La aplicación debe detectar el gesto realizada por la persona.
RF 2	La aplicación debe guardar el gesto de la mano.
RF 3	La aplicación debe entrenar el gesto realizada por la persona.
RF 4	La aplicación debe detectar la mano de la persona dentro de un recuadro.
RF 5	La aplicación debe mostrar en una etiqueta el significado del gesto que hace la persona.
RF 6	La aplicación debe cargar la cámara del celular.
RF 7	El algoritmo de la aplicación multiplataforma deberá estar basado de detección de imágenes.

Tabla 3. Requerimientos no Funcionales

Nº	Descripción
RNF1	La aplicación será desarrollada para las plataformas Android y iOS.
RNF2	Aplicación debe mostrar solo palabras del significado de los gestos.
RNF3	Aplicación multiplataforma se desarrollará con lenguaje Dart
RNF4	El tiempo de respuesta del detector debe ser menor a los 5 segundos

La aplicación móvil multiplataforma se caracteriza por su precisión al reconocer las señas realizadas, además de interpretar las palabras básicas del manual del lenguaje de señas peruanas. Todas estas traducciones que realiza el software son mostradas en la pantalla del celular indicando en el recuadro la precisión y la palabra traducida, además la aplicación móvil multiplataforma puede ser instalada en cualquier dispositivo móvil, tanto Android como iOS.

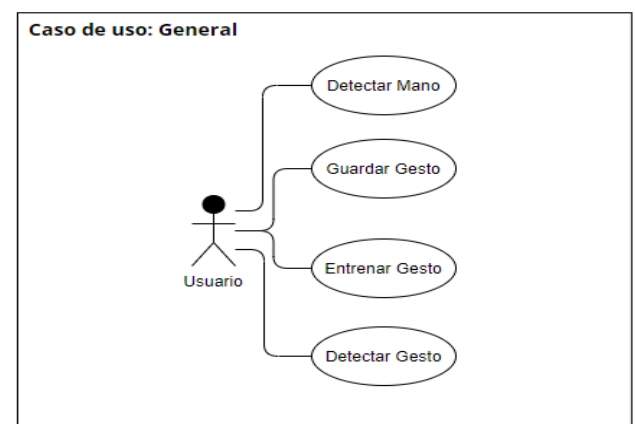


Figura 1. Caso de uso general

Inicialización

En esta fase se identifican los recursos que se requerirán para el inicio del proyecto y se verifica todas las cuestiones fundamentales del desarrollo. En la Figura 2, se puede observar la representación gráfica de la arquitectura de software, la cual está basada en el patrón Modelo Vista Controlador (MVC), en primer lugar, la persona realiza la seña que quiere traducir para luego ser enfocada por la cámara del celular, esta información se

dirige hacia el servidor donde se encuentran diferentes librerías que se utilizaron, como: Python, OpenCV y Tensorflow. En segundo lugar, la base de datos recibe la información comparando las imágenes actuales con las ya almacenadas y el algoritmo realiza muestra la similitud y la interpretación de la seña en la pantalla del celular.

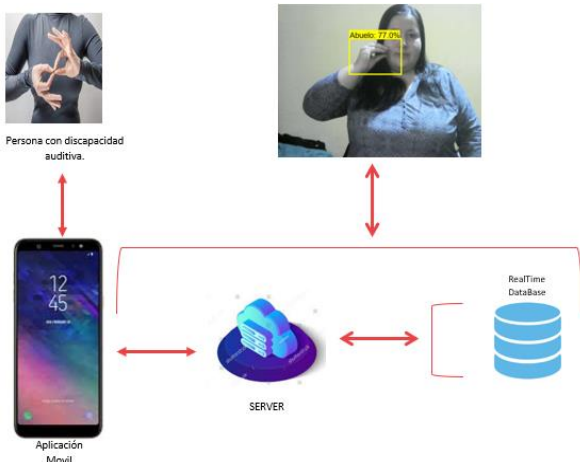


Figura 2. Arquitectura del Software

Producción

En esta fase se implementa la funcionalidad requerida del producto, donde se planifica las tareas y se empieza a implementar la funcionalidad de una manera controlada y gestionada.

```
import cv2
import numpy as np
```

Figura 3. Librerías

Luego se va a empezar a detallar el código que se usó para desarrollar el CORE de la aplicación móvil multiplataforma, para el uso de OpenCV, se realiza las instalaciones de sus diferentes librerías que se observan en la Figura 3, además de elegir correctamente los componentes con sus respectivas versiones y sobre todo que tenga compatibilidad.

```
category_index = label_map_util.create_category_index_from_labelmap(
    ANNOTATION_PATH+'label_map.pbtxt')
category_index
```

Figura 4. nombre del archivo que tiene el entrenamiento.

```
cap = cv2.VideoCapture(0)
width = int(cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH))
height = int(cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT))
```

Figura 5. Setup Capture

En la Figura 4, se puede observar la parte del código se hace referencia a un archivo “/label_map.pbtxt”, el cual contiene el entrenamiento de la red neuronal. A continuación en la Figura 5, se observa la parte del código en la que se hace uso de la cámara que permitirá captar la imagen de la persona para iniciar su reconocimiento. En la Figura 6, se puede observar el funcionamiento de la red neuronal capta puntos de la mano, la variable “num_detections” cumple la función de detectar dichos puntos, para realizar la comparación respectiva y validar el porcentaje de similitud. La variable “num_detections” realiza la validación con el archivo “/label_map.pbtxt”, que contiene todo el entrenamiento de la red neuronal. A continuación, en la Figura 7, se observa un array de variables el cual contienen la clase

“image_np_with_detection”, esta clase permite sobreponer la imagen entrenada con la seña que se realiza en tiempo real, permitiendo realizar la comparación y obteniendo un dato importante que es la similitud.

```
while True:
    ret, frame = cap.read()
    image_np = np.array(frame)

    input_tensor = tf.convert_to_tensor(np.expand_dims(image_np, 0), dtype=tf.float32)
    detections = detect_fn(input_tensor)

    num_detections = int(detections.pop('num_detections'))
    detections = {key: value[0, :num_detections].numpy()
                  for key, value in detections.items()}
    detections['num_detections'] = num_detections

    # detection_classes should be ints.
    detections['detection_classes'] = detections['detection_classes'].astype(np.int64)

    label_id_offset = 1
    image_np_with_detections = image_np.copy()
```

Figura 6. Puntos de la mano para la detección.

```
image_np_with_detections = image_np.copy()
viz_utils.visualize_boxes_and_labels_on_image_array(
    image_np_with_detections,
    detections['detection_boxes'],
    detections['detection_classes']+label_id_offset,
    detections['detection_scores'],
    category_index,
    use_normalized_coordinates=True,
    max_boxes_to_draw=1,
    min_score_thresh=.3,
    agnostic_mode=False)

cv2.imshow('AppConversaConmigo', cv2.resize(image_np_with_detections, (450, 800)))

if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
    cap.release()
    break
```

Figura 7. Case detección.

```
detections = detect_fn(input_tensor)
```

```
from matplotlib import pyplot as plt
```

Figura 8. Cv2 inshow.

En la Figura 8, se observa la instrucción “cv2.imshow”, que permite generar la captura de la seña. Además, en la Figura 9, se observa a una persona realizando una seña, la aplicación móvil multiplataforma traduce la seña captada, enmarcándolo en un recuadro y mostrando el porcentaje de similitud. Cabe recalcar que la similitud varía debido a la posición de la mano, la iluminación, el tipo de seña y por último el hardware del celular.



Figura 9. Interpretación de señas.

Estabilizar

En esta fase se asegura la calidad de la ejecución del proyecto, donde de concluye la documentación del software. En la Figura 10, se observa la implementación de la aplicación móvil multiplataforma con similitud de las señas entre un 50% y 89% de similitud de la seña realizada con la seña del entrenamiento de la red neuronal.



Figura 10. Implementación de la aplicación.

Video de la aplicación

<https://drive.google.com/drive/folders/1XJbbBbR522sSYwShQaFoL6X3fk2mHFzU?usp=sharing>

Pruebas del sistema y Fix

En esta fase se debe de tener una versión estable del software, para lo cual posteriormente será su lanzamiento. Además, se documenta los defectos encontrados y se pasa a la iteración Fix, donde no se realiza ninguna nueva funcionalidad solo se corrigen errores existentes. Además, se realizó pruebas correspondientes a la aplicación móvil multiplataforma donde se detalla que, el porcentaje de similitud de una seña puede variar debido a la posición de la mano, la iluminación, el tipo de seña y por último el hardware del celular.

5. RESULTADOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizó instrumentos que de recolección de datos el cual permitió encontrar datos relevantes en nuestros indicadores, cabe recalcar que dichos instrumentos fueron aplicados antes de la implementación y después de la implementación del software.

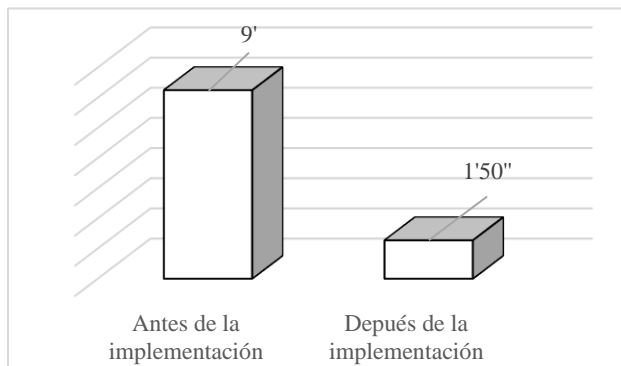


Figura 11. Antes y después de la implementación del indicador - tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas.

Como se observa en la Figura 11, para el indicador tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas, se obtuvo como 9' antes de la implementación, mientras que, después de la implementación tuvo un 1'50'', además se visualiza que existe una diferencia de 7'10'' entre el antes y después de implementar una aplicación móvil multiplataforma basado en redes

neuronales. Se realizó la prueba T-Student, rechazando la hipótesis nula debido a que se obtuvo Sig. Bilateral < 0.05, siendo así que se acepta la hipótesis alterna con una confianza del 95%, donde se concluye que al implementar una aplicación móvil multiplataforma se puede disminuir el tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas.

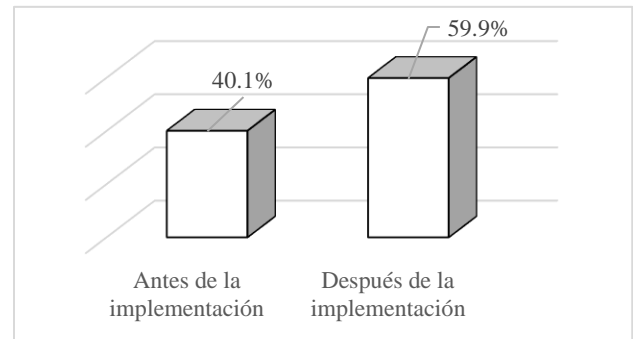


Figura 12. Antes y después de la implementación del indicador - grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas.

Se observa en la Figura 12, un resultado del 40,1% antes de la implementación, mientras que después de la implementación el resultado es de 59,9%, por ello se puede determinar que hay una diferencia de 19,8% en cuanto al grado promedio de conocimiento. Se realizó la prueba de Wilcoxon, de acuerdo con la información obtenida a lo largo de la investigación se obtuvo un resultado no paramétrico, donde la estimación de Z es de -3,195, siendo este menor que -1,96 así como p (Sig.) < 0.05. Se rechazó la hipótesis nula debido a que se obtuvo Sig. Bilateral < 0.01, siendo así que se acepta la hipótesis alterna con una confianza del 95%. Se concluye, que al implementar una aplicación móvil multiplataforma se puede incrementar el grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas.

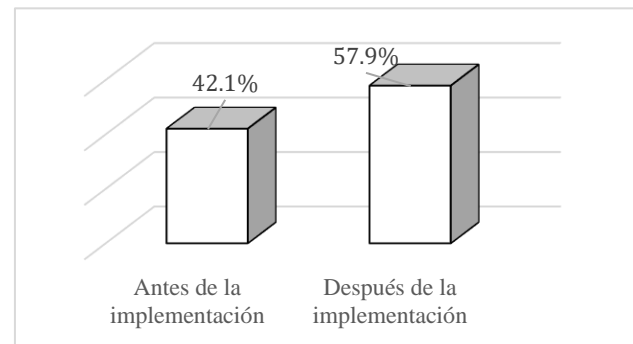


Figura 13. Antes y después de la implementación del indicador - grado promedio de interés del lenguaje de señas.

Como se observa en la Figura 13, se obtuvo un resultado del 42,1% antes de la implementación, mientras que después de la implementación el resultado es de 57,9%, por ello se puede determinar que hay una diferencia de 15,8% en cuanto al grado promedio de interés en el antes y después de implementar la aplicación móvil multiplataforma. Se realizó la prueba de Wilcoxon, de acuerdo con la información obtenida a lo largo de la investigación se obtuvo un resultado no paramétrico, donde la estimación de Z es de -3,188, siendo este menor que -1,96 así como p (Sig.) < 0.05. Se rechazó la hipótesis nula debido a que se obtuvo Sig. Bilateral < 0.01, siendo así que se acepta la hipótesis alterna con una confianza del 95%. Se concluye, que al implementar una aplicación móvil multiplataforma se puede incrementar el grado promedio de interés del lenguaje de señas.

6. CONCLUSIONES

Se redujo el tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas, se incrementó el grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas y finalmente, se incrementó el grado promedio de interés del lenguaje de señas, con la implementación de una aplicación móvil multiplataforma basado en redes neuronales, de modo que, se mejoró el aprendizaje del lenguaje de señas en la Oficina Municipal de Atención de Personas Discapacitadas de La Esperanza – Trujillo.

Se redujo el tiempo promedio de interpretación del lenguaje de señas, evidenciándose con el uso de la prueba estadística T-Student con un nivel de significancia del 5% y un nivel de confianza del 95%, donde el valor obtenido $T = 53.684$ así como p (Sig.) < 0.05 , lo que confirma la aceptación de la hipótesis alternativa, arrojando $9'$ antes de la implementación y $1'50''$ después de la implementación de una aplicación móvil multiplataforma, en conclusión, hubo una reducción de $7'10''$.

Se incrementó el grado promedio de interés del lenguaje de señas, demostrando con la prueba estadística Wilcoxon con valor $Z = -3,188$, con un nivel de significancia del 5% y un nivel de confianza del 95%, donde p (Sig.) $< 0,05$, lo que confirma la aceptación de la hipótesis alternativa, arrojando un resultado de 34% antes de la implementación y 46,77% después de la implementación de una aplicación móvil multiplataforma, en conclusión, hubo un incremento de 12,77%.

Se incrementó el grado promedio de conocimiento del lenguaje de señas, demostrando con la prueba estadística Wilcoxon con un valor $Z = -3,195$, con un nivel de significancia del 5% y un nivel de confianza del 95%, donde p (Sig.) < 0.05 lo que confirma la aceptación de la hipótesis alternativa, arrojando un resultado de 27,23% antes de la implementación y 40,69% después de implementar una aplicación móvil multiplataforma, en conclusión, hubo un incremento de 13,46%.

7. REFERENCIAS

[1] H. Caiza, «Aplicación Móvil Utilizando El Lenguaje De Señas Mexicano “App Lsm”», *Revista Ciencia Administrativa*, pp. 287-306, jul. 2020, Accedido: 8 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=134418171&lang=es&site=eds-live>

[2] A. K. López, «Aplicación móvil de interpretación del lenguaje de señas peruanas para discapacitados auditivos en la Asociación de Sordos de la Región Lima», *Repositorio Institucional - UCV*, 2018, Accedido: 8 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38179>

[3] J. A. Enríquez, L. E. Ponce, y E. G. Medellín, «Aplicación Móvil Utilizando El Lenguaje De Señas Mexicano “App Lsm”», *Revista Ciencia Administrativa*, pp. 287-306, jul. 2017, Accedido: 8 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=134418171&lang=es&site=eds-live>

[4] N. Ortiz y J. Camargo, «Modelo computacional para reconocimiento de lenguaje de señas en un contexto colombiano», *Revista Tecno Lógicas*, vol. 23, n.º 48, pp. 197-232, abr. 2020, doi: 10.22430/22565337.1585.

[5] CONADIS, «Observatorio Nacional de la Discapacidad | conadis peru – observatorio de la discapacidad», 2020. <https://www.conadisperu.gob.pe/observatorio/estadisticas/inscri>

pciones-en-el-registro-nacional-de-la-persona-con-discapacidad-a-marzo-2020/ (accedido may 09, 2021).

[6] S. Reategui, «La importancia del intérprete de lengua de señas en los servicios públicos de Trujillo Perú», *Repositorio Institucional - UCV*, 2019, Accedido: 8 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39934>

[7] J. C. Palomino Miranda, «Aplicación móvil multiplataforma, para la gestión de pedidos de comida vía delivery en los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo», 2020.

[8] J. R. Vasquez Quiroz y P. R. Cruz López, «Aplicación web – móvil multiplataforma de comercio electrónico para mejorar la comercialización de productos en Distribuidora Yupi de Trujillo», *Universidad César Vallejo*, 2020, Accedido: 15 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1753446>

[9] N. Sáenz y M. Álvaro, «Redes neuronales: concepto, aplicaciones y utilidad en medicina», *Aten Primaria*, vol. 30, n.º 2, pp. 119-120, jun. 2015, Accedido: 15 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-redes-neuronales-concepto-aplicaciones-utilidad-13033737>

Universidad Nacional del Nordeste), 2018. Accedido: 14 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68698>

[10] F. Villada, N. Muñoz, y E. García, «Aplicación de las Redes Neuronales al Pronóstico de Precios en el Mercado de Valores», *Información tecnológica*, vol. 23, n.º 4, pp. 11-20, 2012, doi: 10.4067/S0718-07642012000400003.

[11] R. Tulcanaz, P. Belén, C. Rocha, M. Lenin, I. C. Medina, y J. Luis, «trabajo de titulación, previo a LA obtención del título de ingeniero en software», p. 179, 2019.

[12] V. Sandoval y R. Kenny, «Sistema intérprete de lenguaje alternativo para mejorar la comunicación de las personas sordas en la Asociación de Sordos de la Libertad», *Universidad César Vallejo*, 2015, Accedido: 8 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/176>

[13] Baptista, Hernandez, y Fernandez, «3.2. diseño de la investigación», 2017, p. 64.

[14] B. Chavez y J. Castro, «Desarrollo de un aplicativo móvil basado en la metodología mobile-D para la gestión de reservas del hotel Caribe de Huaral», *Repositorio Institucional - UIGV*, nov. 2017, Accedido: 15 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1800>