

Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad

por MARC ALEMAN MEZA HERNANDEZ

Fecha de entrega: 22-dic-2023 10:00a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2264112920

Nombre del archivo: MEZA_HERNANDEZ.pdf (1.09M)

Total de palabras: 9906

Total de caracteres: 55372



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

37

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS**

TÍTULO DE LA TESIS

Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad

AUTOR(ES):

Meza Hernández, Marc Aleman (orcid.org/0000-0002-5606-878X)

Roman Cabello, Julio Cesar (orcid.org/0000-0003-3957-8021)

ASESOR:

Mg.Ing. Carranza Barrena, Wilfredo Eduardo (orcid.org/0000-0003-0845-1984)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

LIMA - PERÚ

2023 – II

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, muchas personas tratan de lidiar con problemas emocionales con la ayuda de psicólogos, se observa que los sesgos personales de los profesionales de la salud mental pueden influir en las evaluaciones subjetivas de los estados emocionales de los pacientes, lo que lleva a un diagnóstico y tratamiento inadecuados. Estos errores en la evaluación pueden hacer perder tiempo y recursos tanto a los pacientes como a los psicológicos. El resultado puede ser una angustia exacerbada para el paciente y una carga adicional para los profesionales de la salud mental.

Una de cada ocho personas en el mundo sufre algún trastorno mental que provoca cambios significativos en el pensamiento, la regulación emocional o el comportamiento. Existen numerosos tipos de trastornos mentales, así como opciones efectivas de prevención y tratamiento. Lamentablemente, la mayoría de las personas carecen de acceso a un tratamiento médico eficaz y los sistemas de salud aún no han sabido responder adecuadamente las necesidades de quienes la padecen por no contar con los recursos necesarios (OMS, 2022).

Antes de la pandemia de COVID-19, la ansiedad afectaba al 5-7% de la población. Sin embargo, durante el primer año de la pandemia, la prevalencia mundial de la ansiedad se elevó al 14%. (Forbes, 2021)

Para el año 2021, esta cifra aumentó significativamente al 25%, impactando de manera más notable a las mujeres que a los hombres y a los jóvenes, en particular a aquellos de 20-24 años, en comparación con los adultos mayores. Estos datos son respaldados por la ONU(2022) y la OMS(2022).

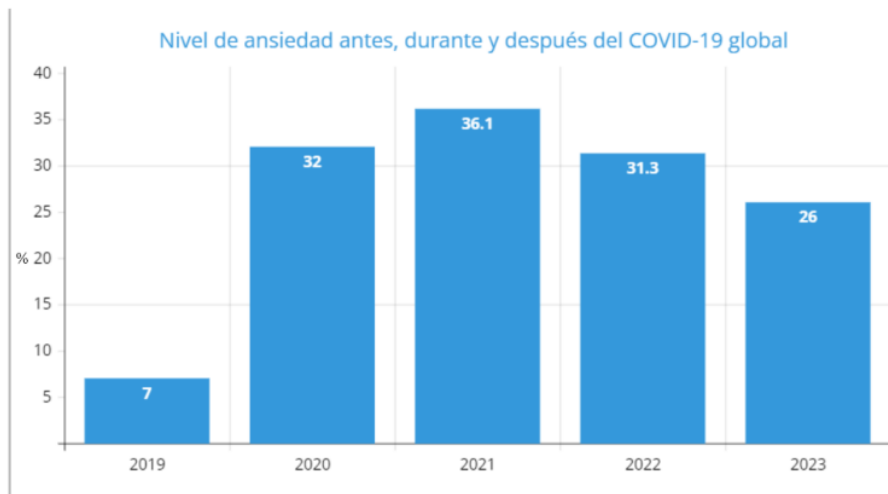


Figura 01: Niveles de ansiedad a nivel mundial antes, durante y después del covid-19 según Forbes, la OMS y la ONU.

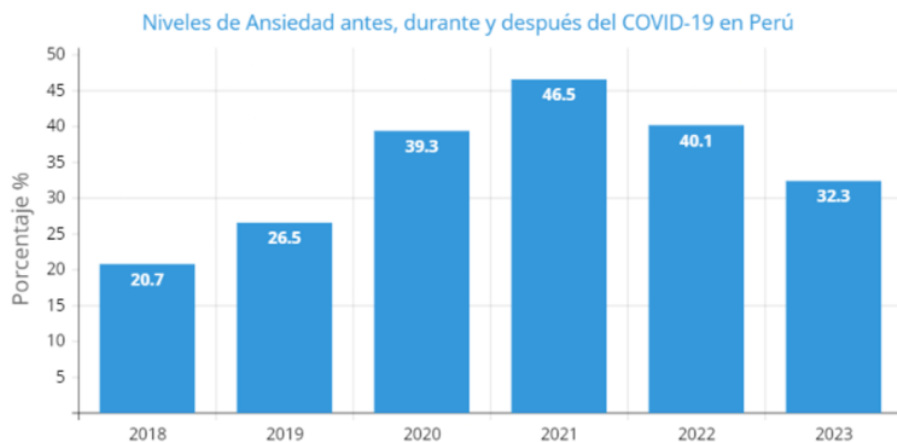
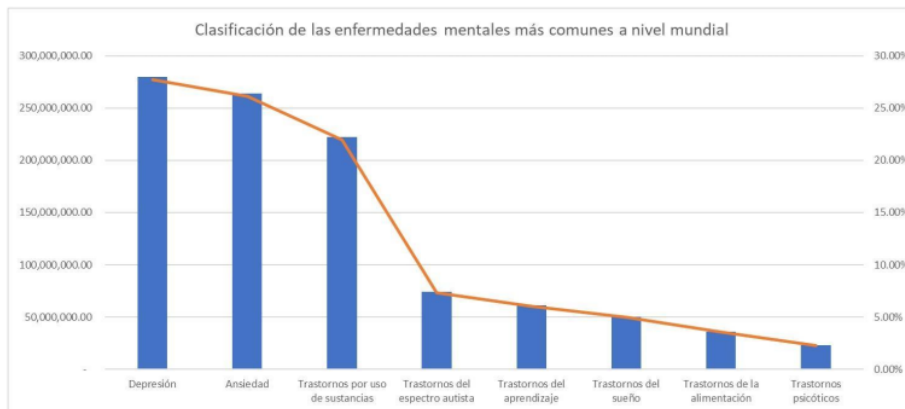


Figura 02: Niveles de ansiedad a nivel nacional antes, durante y después del covid-19 según MINSA.

Es importante destacar que la depresión se posiciona como la afección más prevalente a nivel mundial, impactando a una cifra superior a los 280 millones de individuos, lo que constituye aproximadamente el 4,4% de la población global. Posteriormente, la ansiedad ocupa el segundo lugar como trastorno mental más frecuente a escala mundial, afectando a más de 264 millones de personas, lo cual equivale al 4% de la población mundial, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el año 2023.



77
 Figura 03: Clasificación de las enfermedades mentales más comunes a nivel mundial según la OMS 2023.

Puesto	Enfermedad	Personas
1	Depresión	280 millones
2	Ansiedad	264 millones
3	Trastornos por uso de sustancias	222 millones
4	Trastornos del espectro autista	74 millones
5	Trastornos del aprendizaje	61 millones
6	Trastornos del sueño	50 millones
7	Trastornos de la alimentación	36 millones
8	Trastornos psicóticos	23 millones

Tabla 01: Tabla de posiciones de enfermedades mentales a nivel internacional según la OMS 2023.

6
 La falta de atención a la resolución de problemas en el campo de la salud mental, tienen un origen complejo en el que interactúan factores personales y sociales. Las personas afectadas por trastornos psicológicos como ansiedad, depresión, etc., disminuyen su bienestar y funcionalidad que afectan su calidad de vida. Estas dificultades pueden variar de una persona a otra, ya que cada

individuo experimenta y percibe su entorno de manera única que presentan cambios a lo largo de su vida (Ornelas y Ruíz, 2017).

Consideran que ⁶⁹ en la etapa de la adolescencia, las personas gozan de buena salud tanto física como mental, sin experimentar trastornos mentales. Sin embargo, también es durante esta etapa que suelen manifestarse los trastornos mentales más graves. Por lo tanto, cuando estos trastornos surgen en edades tempranas y no se reciben tratamientos durante periodos prolongados, corren el riesgo de empeorar el pronóstico, obtener peores resultados clínicos y funcionales y aumentar el riesgo de suicidio (Casañas y Lalucat, 2019).

Para garantizar un tratamiento efectivo, es esencial realizar un diagnóstico preciso de las enfermedades mentales. Sin embargo, existe una superposición de síntomas en ciertos problemas psicológicos, lo cual dificulta la tarea de los psicólogos al distinguir y diagnosticar de manera definitiva. Por lo tanto, es crucial contar con un diagnóstico preciso ⁶⁸ antes de comenzar cualquier forma de tratamiento para los trastornos psicológicos. A pesar de los esfuerzos realizados, los errores en el diagnóstico son casi inevitables, incluso para los psicólogos que también ⁵⁸ encuentran dificultades al diferenciar entre diversas condiciones psicológicas. Por lo tanto, se requiere una cuidadosa ⁵⁸ evaluación y consideración de los síntomas para asegurar un diagnóstico lo más preciso posible, lo cual a su vez permitirá una terapia más efectiva (Umar y Qamar, 2019).

El imparable avance tecnológico que estamos presenciando en esta última década y lo más destacado de este año 2023, es sobre ⁴⁸ la Inteligencia Artificial (AI por sus siglas en inglés), que ha tenido un crecimiento sin precedentes en términos de desarrollo, inversión e integración en casi todos los sectores y disciplinas (AI Index, 2021). La IA es un sistema inteligente capaz de llevar a cabo tareas comunes que normalmente necesitan inteligencia humana como por ejemplo: reconocimiento facial, voz y texto, aprendizaje automático, traducción de idiomas y la toma de decisiones (OpenAI, 2023).

En este contexto, es importante enfatizar la relevancia del seguimiento ocular para la evaluación objetiva del estado emocional de los pacientes durante la psicoterapia, medir el progreso del tratamiento es fundamental para evaluar su efectividad, y que sin medir los estados emocionales no hay una forma objetiva y precisa de medir este progreso, por lo tanto, en ausencia de herramientas objetivas y precisas para medir el tratamiento progreso, se debe prestar más atención a la identificación de las áreas que están afectando la salud emocional de los pacientes, lo que puede resultar difícil.

Considerando el panorama actual, se presenta la siguiente problemática general: ¿Cómo se puede medir la efectividad del estado emocional utilizando la tecnología de seguimiento ocular? y los problemas específicos son: a) ¿Qué tan efectiva es la tecnología de seguimiento ocular en pacientes con ansiedad?; b) ¿Qué tan eficaz es la tecnología de seguimiento ocular para detectar las emociones?; c) ¿El sistema de seguimiento ocular ayudará a tomar mejores decisiones respecto al tratamiento?.

La justificación de esta investigación parte de la necesidad de poder detectar y comprender de manera oportuna y precisa el estado emocional de una persona con ansiedad, lo cual es fundamental en el proceso de diagnóstico y tratamiento psicológico. Esta tecnología de seguimiento ocular puede proporcionar una evaluación objetiva y continua del estado emocional, lo que permite la detección temprana de problemas psicológicos y el monitoreo del progreso del tratamiento.

¹ El objetivo general de nuestra investigación es evaluar la efectividad de un Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad. ⁶⁰ Los objetivos específicos son los siguientes: a) determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es capaz de identificar y analizar las expresiones emocionales en tiempo real; b) determinar la eficacia del sistema de detección del estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es mucho más precisa que las evaluaciones manuales realizadas por

psicólogos; c) determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad ayuda a los profesionales de la salud mental a tomar mejores decisiones. Estos objetivos permiten realizar la siguiente hipótesis general: El sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular mejora las indicaciones en la intervención psicológica en pacientes con ansiedad.

II. MARCO TEÓRICO

Recaudando información de antecedentes de trabajos similares a nivel nacional, Galindo, Huaranga y Samaniego (2021) en su tesis llamada "Reconocimiento facial para la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la Universidad Continental - Huancayo, 2021 " presenta un tipo de investigación aplicada experimental con una población de todos los estudiantes de la Universidad Continental y con una muestra de 5 estudiantes. El objetivo de esta investigación es desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando la metodología Kanban para identificar el fraude de identidad entre los estudiantes de los exámenes finales de la Universidad Continental de Huancayo. Los resultados obtenidos en la evaluación del modelo de reconocimiento facial mediante la matriz de confusión son del 93% frente a la probabilidad de similitud. Y se concluyó que el sistema de reconocimiento facial es beneficioso para reducir la sustitución de identidad en los exámenes.

También, Yañez (2019) en su tesis titulada "Sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC, 2019" con objetivo de analizar el impacto de un sistema de reconocimiento facial para el control de Acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC, 2019. Su tesis fue de tipo aplicada experimental con una población de 93 tomando como muestra a 75 alumnos de la FIIS-UNAC usando la metodología RUP. Como resultado de la implementación de un sistema de reconocimiento facial, se logró optimizar el proceso de control en los laboratorios de la FIIS-UNAC. Esto permitió calcular el tiempo de retraso, la tasa de asistencias y el nivel de accesos, mejorando significativamente el control de acceso de los estudiantes a dichos laboratorios. Los resultados obtenidos respaldaron la efectividad del uso de esta tecnología para garantizar un control más preciso y eficiente en el entorno académico.

Además, Martínez y Morocho (2022) en su tesis llamada "Diagnóstico del estado emocional, a través de reconocimiento facial para una empresa del Sector Público Piura 2021" con El objetivo de una investigación aplicada pre

experimental fue demostrar la eficacia de un diagnóstico basado en el reconocimiento facial ² del estado emocional en los trabajadores de una institución pública. Se trabajó con una población de 15 colaboradores de diferentes áreas y se seleccionó una muestra de 8 colaboradores utilizando la metodología Scrum. Los resultados obtenidos revelaron ² que el sistema de reconocimiento facial fue capaz de analizar de manera precisa las emociones mostradas por los colaboradores en un 75% de los casos, con un margen de error mínimo. Como conclusión, se determinó ² que la implementación de sistemas basados en aprendizaje automático ofrece una solución superior en comparación con los enfoques tradicionales basados en la interpretación de expertos.

El estado emocional ²¹ desempeña un papel fundamental en diversos aspectos de la vida de las personas, incluyendo la salud mental, las relaciones interpersonales y el rendimiento cognitivo. Comprender la importancia del estado emocional se ha convertido en un tema relevante en diferentes disciplinas, incluyendo la psicología, la neurociencia y la medicina. Es por ello que, exploramos cómo el estado emocional afecta ²⁷ la calidad de vida de las personas y su bienestar general. Pinedo, I. A., & Yanez, J. (2019).

Según Shen, et al. (2021) con su teoría del sesgo atencional y el seguimiento ocular, esta teoría se refiere a la tendencia de nuestra atención a ser selectiva y enfocarse en ciertos estímulos o información mientras ignoramos otro; este autor pudo identificar la depresión en pacientes con una tasa de precisión del 77,0%. Además, se encontró que la inclusión de la etapa de seguimiento de fotogramas mejoró el desempeño del modelo. Estos hallazgos demuestran la viabilidad de utilizar imágenes emocionales y seguimiento ocular para identificar la depresión en pacientes. Los resultados sugieren que el sesgo atencional y el seguimiento ocular pueden ser útiles ⁷⁰ para identificar patrones específicos en pacientes con depresión, lo que podría mejorar el diagnóstico y el tratamiento de esta enfermedad. Aunque se necesitan estudios adicionales para validar estos hallazgos y ampliar la muestra para incluir a más pacientes y poblaciones, los resultados de este

estudio son prometedores y pueden contribuir al avance en la investigación de la depresión.

La detección de estados emocionales a través de las expresiones faciales de los conductores, integrada en un portátil dedicado a los vehículos, presenta un prometedor potencial para mejorar la seguridad en la carretera, esta tecnología, basada en un módulo desarrollado específicamente para este propósito, tiene la capacidad de detectar de manera rápida y eficiente los estados emocionales de los conductores mientras manejan, la incorporación de esta tecnología en los vehículos permitiría transmitir información relevante sobre el estado emocional de los conductores a otros usuarios de la vía, lo que proporciona una visión más completa de la situación y les permitiría tomar medidas preventivas en situaciones potencialmente peligrosas, aunque se requieren estudios adicionales para validar completamente estos hallazgos y ampliar la muestra de conductores y poblaciones incluidas en la investigación, los resultados preliminares son alentadores y sugieren que esta tecnología puede ser un avance significativo en el campo de la seguridad vial, la detección de estados emocionales a través de las expresiones faciales de los conductores integrada en un portátil dedicado a los vehículos tiene el potencial de mejorar la seguridad en la carretera al proporcionar información valiosa a otros usuarios de la vía. Este avance puede contribuir a la prevención de accidentes y al desarrollo de medidas más efectivas para garantizar la seguridad de todos los usuarios de la carretera. Andrunyk, V., et al. (2020).

El método de representación y detección del estado emocional de los usuarios en el espacio de la biblioteca basado en el reconocimiento de la postura corporal ofrece una forma efectiva de comprender y representar los estados emocionales en el entorno bibliotecario. Su implementación puede contribuir a la mejora del diseño del espacio de información común (IC) de la biblioteca y a la creación de ambientes emocionalmente positivos que satisfagan las necesidades de los usuarios. Al utilizar parámetros como la frecuencia espacial del cambio promedio de posición corporal y el cambio de posición corporal per cápita, se puede obtener una visión general de la distribución de los estados emocionales de los usuarios. Este enfoque,

respaldado por la monitorización por vídeo, supera la inexactitud de la identificación manual de imágenes de videovigilancia, especialmente en situaciones con un gran número de usuarios. Los resultados de este método pueden ser utilizados para establecer parámetros ambientales y mejorar el diseño de la biblioteca universitaria. En conclusión, este enfoque representa un avance significativo en la investigación de la representación y detección del estado emocional de los usuarios en espacios bibliotecarios, brindando una base para la creación de entornos más emocionalmente adecuados y satisfactorios. Wang, J., et al (2020).

Hasan, M., et al (2019) presentó un algoritmo de detección de estado de estrés emocional basado en un conjunto de características híbridas utilizando señales de EEG, este significa electroencefalografía, una técnica no invasiva utilizada para medir la actividad eléctrica del cerebro. El modelo de aprendizaje automático desarrollado logró una precisión general del 73,38% para identificar los niveles de estrés a partir de las señales de EEG. Este enfoque demuestra que un conjunto de funciones híbridas, que incluye características de los dominios del tiempo y la frecuencia, junto con un selector de funciones, puede mejorar la precisión de los modelos de aprendizaje automático en la identificación de los niveles de estrés utilizando señales de EEG. Estos resultados son prometedores y sugieren la viabilidad de utilizar el EEG como una herramienta para detectar el estrés emocional en los individuos. Sin embargo, se requieren investigaciones adicionales para validar y expandir estos hallazgos en poblaciones más amplias y en diferentes contextos.

Azam, N., et al. (2021) propone un método para el reconocimiento automático de las emociones de los pacientes en datos de atención médica utilizando enfoques de aprendizaje automático supervisado. Utilizando un conjunto de datos llamado EmoHD, compuesto por muestras de texto sobre diferentes enfermedades y emociones, se desarrollaron seis modelos de aprendizaje automático supervisado basados en técnicas de ingeniería de funciones. El modelo de Perceptrón multicapa logró la precisión más alta, alcanzando un 87% en comparación con otros modelos de última generación. Estos resultados demuestran la eficacia del enfoque propuesto en el

reconocimiento automático de las emociones en datos de atención médica. El trabajo tiene el potencial de ser útil en la detección automática de las emociones de los pacientes durante su enfermedad, lo que podría ayudar a prevenir actos extremos como el suicidio, trastornos mentales o problemas de salud psicológica.

La herramienta de análisis de sentimientos, SentiHealth-Cancer (ShC-PT), presenta resultados prometedores en la detección del estado emocional de los pacientes en comunidades oncológicas en línea. Al inspeccionar las publicaciones escritas en portugués, ShC-PT alcanzó los mejores promedios de precisión y medida F1 en las tres clases de sentimientos abordadas (positiva, negativa y neutra) en todos los entornos experimentales. Además, superó a otras herramientas en términos de precisión y medida F1. Estos resultados demuestran la eficacia y el potencial de la herramienta ShC-PT para mejorar la detección del estado de ánimo de los pacientes en las redes sociales en línea. En futuros trabajos, el método SentiHealth podría ser aplicado a otras enfermedades, como el VIH, el accidente cerebrovascular y la esclerosis, para desarrollar herramientas específicas, como SentiHealth-HIV, SentiHealth-stroke y SentiHealth-sclerosis. Estas herramientas podrían contribuir a una mejor comprensión de los estados emocionales de los pacientes en diferentes contextos de salud. Rodríguez, R. G., et al (2016)

Cabe recalcar que la medida F1 es una medida de precisión de un modelo en un conjunto de datos. Se busca encontrar un equilibrio entre la precisión y el recall al combinar ambas métricas en una sola medida. Esto tiene la ventaja de facilitar la comparación del rendimiento global de la precisión y la exhaustividad entre distintas soluciones. En lugar de examinar individualmente cada métrica, se busca una medida combinada que proporcione una visión más completa del desempeño, teniendo en cuenta tanto la precisión como la exhaustividad..

M. Villaret, et al (2021) proporciona una descripción general de los últimos desarrollos y avances en el campo de la Inteligencia Artificial (IA) y sus aplicaciones. A través del análisis de temas como el aprendizaje automático, el

procesamiento del lenguaje natural, la robótica y la visión artificial, se destaca el dinamismo y el potencial de la IA en diversos dominios, La inteligencia artificial (IA) ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, gracias a los avances en áreas como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural. Estos avances han permitido a los sistemas de IA realizar tareas complejas y tomar decisiones basadas en datos. Por ejemplo, el procesamiento del lenguaje natural ha mejorado la capacidad de las máquinas para comprender y generar lenguaje humano, lo que ha impulsado avances en áreas como la traducción automática y la generación de texto. Estos desarrollos en la IA ofrecen soluciones más eficientes y precisas en diversos sectores, abriendo nuevas posibilidades para resolver problemas y satisfacer necesidades de manera más efectiva, la robótica ha sido otro campo de aplicación destacado para la IA. Los robots dotados de capacidades de IA pueden llevar a cabo tareas físicas y colaborar con los humanos en entornos diversos, desde la industria manufacturera hasta la atención médica. Además, la visión artificial ha permitido a los sistemas de IA analizar y comprender imágenes y videos, lo que ha impulsado avances en áreas como la detección de objetos, el reconocimiento facial y la conducción autónoma, sin embargo, a pesar de los notables avances en el campo de la IA, aún existen desafíos significativos por superar, la interpretación y comprensión del contexto humano, el razonamiento abstracto y la ética en el diseño de sistemas de IA son algunos de los temas que requieren una investigación y desarrollo continuos; además, la confiabilidad y la seguridad de los sistemas de IA son aspectos críticos que deben abordarse para garantizar su aplicación efectiva y responsable.

El análisis de la literatura científica reveló que las técnicas de aprendizaje profundo han demostrado ser altamente efectivas en el reconocimiento de señales en redes inalámbricas. Los enfoques basados en redes neuronales profundas, como las redes neuronales convolucionales (CNN) y las redes neuronales recurrentes (RNN), han demostrado resultados prometedores en la extracción de características relevantes y la clasificación precisa de señales inalámbricas. Las CNN son eficaces en el procesamiento de datos de imagen, permitiendo identificar patrones y características

importantes en las señales. Por otro lado, las RNN son adecuadas para el procesamiento de secuencias temporales, como las señales inalámbricas, capturando su dependencia temporal y logrando una mejor precisión en la clasificación. Estos enfoques basados en redes neuronales profundas han demostrado su capacidad de abordar problemas complejos y se espera que sigan mejorando y encontrando nuevas aplicaciones en la extracción y clasificación de señales inalámbricas. Li, X., et al (2019)

Fu, X. (2021) presenta un ⁴⁴ diseño de sistema de reconocimiento facial ²² basado en el efecto de comunicación visual, con el objetivo de mejorar la ¹⁷ precisión y velocidad del reconocimiento facial. Se realizó una investigación experimental utilizando una base de datos pública llamada LFW, que contiene 13,233 imágenes de rostros de diferentes personas. El sistema de reconocimiento facial desarrollado en el estudio logró una tasa de precisión promedio del 99.68%, superando a otros sistemas basados en características faciales tradicionales. Los resultados destacan que el uso de técnicas de comunicación visual puede ¹⁷ mejorar significativamente la precisión y velocidad del reconocimiento facial. El sistema propuesto tiene potencial para su aplicación en áreas como seguridad, control de acceso y autenticación de identidad.

Magdin, M., et al (2021) mostró que la sección de películas diseñada para evocar emociones negativas generó ⁴² una mayor intensidad percibida en comparación con las emociones positivas, tanto en el grupo experimental como en el de control. Se encontró que el uso de la realidad virtual para evocar emociones negativas produjo una intensidad emocional significativamente mayor que la mostrada en la pantalla LCD estándar, estos hallazgos indican ⁶ que la realidad virtual puede ser una herramienta efectiva para provocar respuestas emocionales más intensas en comparación con las pantallas LCD tradicionales, especialmente en el caso de las emociones negativas. Además, se demostró que el instrumento SAM fue una herramienta válida y confiable para medir de manera objetiva las respuestas emocionales de los participantes.

Dubois, Antoine (2023) en su tesis denominada "Facial recognition using deep neural networks" demuestra el potencial de las técnicas ²² de procesamiento de imágenes y redes neuronales para mejorar la precisión y eficacia del reconocimiento de rostros, este sistema ²⁹ de reconocimiento de rostros logra una alta precisión en la identificación de rostros, y supera a otros métodos de reconocimiento de rostros evaluados en la investigación. Además, se realizaron diferentes experimentos y pruebas para evaluar la capacidad del sistema propuesto para reconocer rostros en diferentes condiciones de iluminación, posición, pose y expresión facial, toda esta investigación abre el camino para futuras investigaciones en este campo.

Lee, Pei y Lin (2023) en su investigación titulada "Detección de emociones basada en la variación de la pupila" cuyo objetivo es comprender la conexión entre la emoción y la dilatación pupilar, así como intentar identificar la emoción a través de las variaciones en el tamaño de la pupila durante la visualización del vídeo. ¹ La investigación fue de tipo aplicada experimental con una población igual ¹ a la muestra de 30 participantes voluntarios expuestos a material multimedia diseñado con el propósito de provocar emociones específicas. Obtuvo como resultado una precisión de clasificación del 76% al utilizar la respuesta pupilar como medida para predecir emociones específicas. Los resultados obtenidos respaldan la idea de que detectar el estado emocional de una persona a través de la pupila usando herramientas tecnológicas adecuadas como el rastreador ocular Tobii Pro X3-120 usado en esta investigación son muy efectivas.

Sharan, Viji, Sajith y Pradeep (2020) en su investigación "Detección de fatiga del conductor basada en el reconocimiento del estado ocular mediante una red neuronal convolucional" que tiene como objetivo de desarrollar un sistema de alerta destinado a ⁶¹ disminuir los accidentes de tránsito ocasionados por la fatiga de los conductores usando la metodología de redes neuronales convolucionales (CNN). ¹ La investigación fue de tipo aplicada experimental con ¹ un población de todas las imágenes etiquetadas que se utilizaron para entrenar el sistema de alerta y ¹ una muestra de 152 iteraciones. Se obtuvo como resultado una precisión al identificar a los conductores somnolientos en un 80%

en los momentos cuando los ojos del conductor permanecen cerrados durante el lapso de 5 a 6 segundos. Se concluyó que el sistema es eficaz para la detección de fatiga en conductores, proporcionando alertas en tiempo.

Mount y Teo (2021) es su investigación llamada “Una investigación comparativa del reconocimiento de emociones de 4 clases basado en la fijación ocular en realidad virtual utilizando el aprendizaje automático” cuyo objetivo es evaluar y contrastar la eficacia del reconocimiento de emociones mediante el análisis de dos variables: el diámetro de la pupila y la posición de la fijación, utilizando datos recopilados a partir del seguimiento ocular en entornos de realidad virtual. La investigación fue de tipo aplicada experimental con una población igual a la muestra de 30 participantes voluntarios (16 hombres y 14 mujeres) entre 21 y 29 años de edad. Según los resultados obtenidos, la identificación de emociones basada en la posición de la fijación logró una precisión del 75%, mientras que la utilización del diámetro de la pupila alcanzó una precisión del 57%. Finalmente se concluyó que en el reconocimiento de emociones, la utilización de la fijación ocular como característica de aprendizaje muestra una mayor precisión de clasificación en comparación con el uso del diámetro de la pupila.

Se da a entender que la detección y comprensión de las emociones a través de tecnologías como el reconocimiento facial y el seguimiento ocular pueden mejorar la intervención de enfermedades mentales. Además, el reconocimiento del estado emocional puede tener aplicaciones en la seguridad vial y la atención médica. Sin embargo, todavía existen desafíos por superar, como la interpretación del contexto humano y la ética en el diseño de sistemas de reconocimiento emocional, es por ello que el estado emocional desempeña un papel fundamental en la vida de las personas, influyendo en un 100% en la salud mental, las relaciones interpersonales y el rendimiento cognitivo es por ello que el reconocimiento facial con el seguimiento ocular tiene un potencial del 100% para mejorar la seguridad vial, visualizar si el estado emocional y la autenticación de identidad, además de tener aplicaciones en áreas como la atención médica y la detección de emociones para diferentes fines, cabe

recalcar que la intervención psicológica engloba el diagnóstico y tratamiento psicológico.

Continuando con los conceptos de las variables, la variable independiente “Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular” Zadobrischi y los hermanos Miahi (2020), señalan que un sistema de detección del estado emocional es aquel sistema que detecta las expresiones faciales, oculares, corporales, texto o voz de una persona mediante visión por computadora y con aprendizaje automático.

Además, Mount y Teo⁵⁶ explican que la tecnología de seguimiento ocular puede tener el mismo uso e implementación de un sistema de reconocimiento de emociones, esta tecnología utiliza varias señales oculares para clasificar las emociones calculando el tamaño de la pupila, las fijaciones, posiciones o incluso los movimientos oculares de un individuo (2021).

Al momento de la detección del rostro y la pupila de un paciente, hemos llevado a cabo el uso de “landmarks” (puntos de referencia) gracias a la librería llamada **Dlib**, que consta de un algoritmo de detección de puntos de referencia faciales específicos que predice, identifica y sigue automáticamente las áreas de los puntos de referencia faciales únicos en imágenes y/o vídeos definiendo la forma de la cara de un individuo (Yue y Qiang, 2018).



Figura 04: Capturas de los puntos de referencia faciales de la librería dlib para la detección de landmarks faciales.



Figura 05: Capturas de los puntos de referencia faciales de nuestro sistema.

Según IBM, las redes neuronales convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés, Convolutional Neural Networks) son un tipo especializado de arquitectura de redes neuronales artificiales diseñadas principalmente para procesar datos de tipo estructurado en forma de cuadrículas o matrices, como imágenes y señales de audio. Las CNN se han vuelto muy populares y exitosas en la visión por computadora y el procesamiento de imágenes, la característica distintiva de las redes neuronales convolucionales (CNN) es su capacidad para aprovechar la estructura espacial de los datos de entrada. En lugar de tratar cada dato de forma individual, las redes neuronales convolucionales (CNN) utilizan filtros convolucionales para explorar relaciones locales en los datos, aprendiendo patrones y características relevantes en diferentes niveles de abstracción.

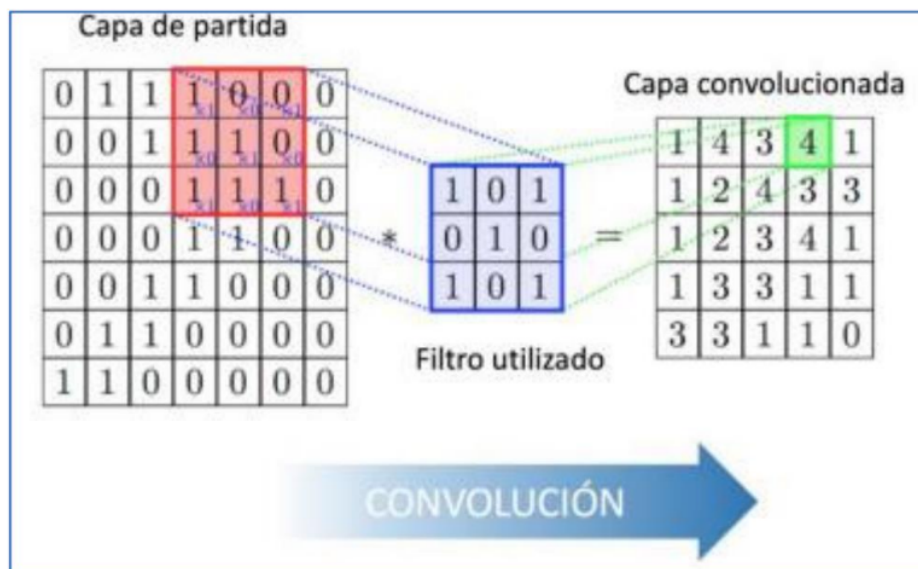


Figura 06: Redes neuronales convolucionales recolectada de Solutions DATA.

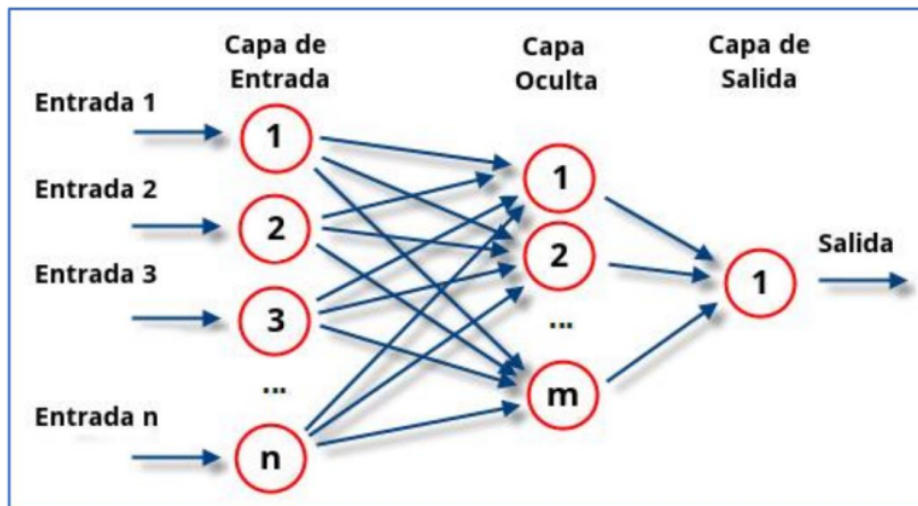


Figura 07: ² Estructura de las redes neuronales convolucionales recolectada de Solutions DATA.

Es por ello que se evaluó una metodología para realizar la tecnología de seguimiento ocular y la metodología elegida es el Aprendizaje automático, esta metodología hace uso de algoritmos de aprendizaje automático, como redes neuronales convolucionales (CNN) o máquinas de vectores de soporte (SVM), puede ser beneficioso para el seguimiento ocular de personas con problemas emocionales. Puedes entrenar un modelo utilizando conjuntos de datos etiquetados con emociones y características faciales correspondientes, a esto se le denomina aprendizaje profundo o deep learning. El modelo aprenderá a reconocer patrones y asociaciones entre las características de los movimientos oculares y las emociones, permitiendo así la detección del estado emocional; y la metodología que se usa para investigar este proyecto es el análisis comparativo, brinda una visión general de las percepciones y dificultades de los psicólogos sin ⁵ el uso de la tecnología de seguimiento ocular, ⁷³ permitiendo identificar áreas específicas en las que se presentan mayores dificultades y aquellas en las que los profesionales se sienten más cómodos.

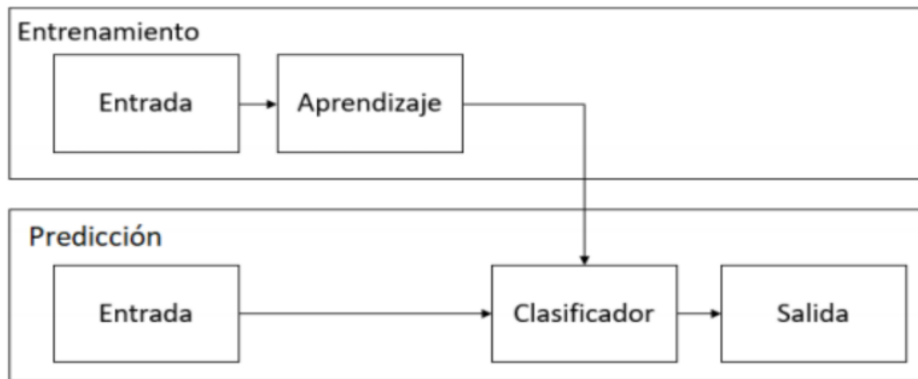


Figura 08: Estructura del deep learning utilizada y adaptada de Carchemilla.

El proceso para extraer el “landmark” y adaptarlo a nuestra investigación es el siguiente:

1. El marco del ojo se extrae de la cara, utilizando los puntos de referencia particulares definidos mediante el modelo previamente entrenado landmarks.dat.
2. Se convierte en una imagen en escala de grises y utiliza el algoritmo de detección de pupila para encontrar el mejor valor de umbral de binarización para la persona y la cámara web (gracias al “GazeTracking” o seguimiento de la mirada en español).
3. La pupila se extrae usando contornos y el centro se encuentra usando el método centroide de ese contorno, es decir:

$$Cx = M10/M00$$

$$Ci = M01/M00$$

Donde M es el momento de la imagen, que es un promedio ponderado particular de las intensidades de los píxeles de la imagen, con la ayuda del cual, podemos encontrar algunas propiedades específicas de una imagen, como el radio, el área, el centroide, etc.

4. El vídeo se convierte en muchos fotogramas y se encuentra el centroide de la pupila de ambos ojos en cada fotograma.

Evelyn Maitee Marín nos dice que el "método del centroide", es una técnica que se utiliza para encontrar un "centro" o punto promedio en un conjunto de datos. Imaginemos un grupo de puntos en el espacio, como si fueran pelotas de colores en una caja. Para calcular el centroide, sumariamos todas las coordenadas de esos puntos y luego se dividiría esa suma por la cantidad de puntos en el grupo. El resultado es un punto que representa el "centro" en términos de las coordenadas de los puntos en ese espacio.

Esto es útil en matemáticas, estadísticas y en campos como la visión por computadora para analizar datos o encontrar patrones en un conjunto de objetos.

Es por ello que se usó el método del centroide para calcular la pupila y poder analizar la ansiedad.

¹⁶ La ansiedad es una respuesta natural del cuerpo ante situaciones estresantes o peligrosas. Es una emoción que todos experimentamos en ciertos momentos de nuestras vidas. Sin embargo, la ansiedad se ⁶⁷ convierte en un trastorno ⁵⁰ cuando es intensa, persistente y afecta negativamente la calidad de vida de una persona.

Es por ello que nos enfocaremos en 2 trastornos mentales que son:

- ⁴ - Trastorno de ansiedad social (Fobia social):

El trastorno de ansiedad social, también conocido como fobia social, se caracteriza por un miedo intenso y persistente a situaciones sociales en las que la persona teme ser juzgada, humillada o avergonzada. Algunos ejemplos de ⁴ estas situaciones pueden ser hablar en público, entablar conversaciones, conocer gente nueva o comer o beber en público.

Las personas con ansiedad social suelen evitar estas situaciones o las enfrentan con una gran angustia. El trastorno puede interferir significativamente con la vida diaria y las relaciones personales. Los síntomas pueden incluir rubor facial, sudoración excesiva, temblores, dificultad para hablar y taquicardia. El

tratamiento para la ansiedad social generalmente incluye ¹⁴ terapia cognitivo-conductual, ⁴⁶ medicación y técnicas de manejo de la ansiedad.

- Trastorno de ansiedad generalizada (TAG):

El trastorno de ansiedad generalizada ¹⁴ se caracteriza por una preocupación excesiva y persistente acerca de una amplia gama de eventos o actividades cotidianas. Las personas con TAG suelen preocuparse constantemente por cosas como el trabajo, la salud, el dinero o las relaciones personales, aunque no haya una causa específica para la preocupación.

Esta preocupación excesiva puede provocar ⁴⁰ síntomas físicos como tensión muscular, fatiga, problemas de sueño y dificultad para concentrarse. El trastorno de ansiedad generalizada tiende a ser crónico y ⁵¹ puede afectar ³⁸ negativamente la calidad de vida de una persona. El tratamiento puede incluir terapia cognitivo-conductual, técnicas de relajación, medicación y cambios en el estilo de vida para reducir el estrés.

1

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada en la que se aplicará los conocimientos teóricos existentes en el campo de la psicología para abordar problemas de los trastornos de conducta de las personas.

35

El diseño de la investigación es de tipo experimental, que implica la manipulación de la variable independiente y la medición de la variable dependiente para establecer relaciones causales y evaluar el impacto de una intervención o tratamiento; para lo cual se realizará un pre test y un post test.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables que contiene la presente investigación son: Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de reconocimiento ocular como variable independiente cuantitativa y la Intervención psicológica como nuestra variable dependiente cuantitativa. La variable dependiente posee 2 dimensiones: Diagnóstico y Evaluación del Tratamiento, que poseen un indicador que son la Asertividad del diagnóstico y Grado de mejoría del paciente. La tabla de la operacionalización de estas variables se encuentra en el Anexo N° 01.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Población

Está conformada por todos los casos de pacientes que están afectados por los estados emocionales de ansiedad que se presentan en toda Lima Metropolitana durante el último mes que son tratados por consultorios privados de psicólogos.

Según Saavedra y Astuquipan (2023), la prevalencia de la ansiedad en Lima Metropolitana es de alrededor del 49% entre 2022 y 2023. Esto significa que, de cada 100 personas en Lima Metropolitana, 49 presentan síntomas de ansiedad.

Edad	Porcentaje
Niños (0 - 17 años)	30%
Adultos (18 - 60 años)	49%
Tercera edad (61 años o más)	21%

Tabla 02: Prevalencia de la ansiedad en Lima Metropolitana, según la edad de Saavedra y Astuquipan 2023.

3.3.2 Muestra:

La muestra que se utilizó consta de los pacientes que fueron tratados en el último mes por 16 psicólogos en sus consultorios privados que corresponden a un estimado de 30 casos.

3.3.3 Muestreo:

El muestreo es intencionalmente dirigido a los 30 casos de ansiedad que han sido tratados en el último mes por los 16 psicólogos referidos.

3.3.4 Unidad de análisis:

Está conformada por los casos detectados como estados emocionales de ansiedad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación, se empleó la técnica de encuesta para llevar a cabo un cuestionario como instrumento de recolección de datos dirigido a los psicólogos que cuentan con pacientes con trastorno de ansiedad. Dicho cuestionario está diseñado de acuerdo a nuestros 2 indicadores: asertividad de diagnóstico y grado de mejoría del paciente; este cuestionario será realizado a través de un pre test (antes de usar el aplicativo) y un post test (después de usar el aplicativo). (Ver: Anexo 05).

3.5. Procedimientos

En la presente investigación se pre entrenó un modelo de landmarks con dlib; es un proceso que implica enseñar a una computadora a identificar puntos clave en los rostros a partir de una gran cantidad de imágenes faciales previamente etiquetadas. Estos puntos clave pueden ser cosas como los ojos, la nariz y la boca. Para hacer esto, dlib utiliza técnicas de aprendizaje profundo, que son un tipo de inteligencia artificial. Una vez que el modelo ha sido pre entrenado, se convierte en una herramienta útil para detectar y rastrear estos puntos clave en rostros en imágenes nuevas, lo que es valioso en aplicaciones como el seguimiento ocular y la detección de expresiones.

El proceso para extraer el "landmark" y adaptarlo a nuestra investigación es el siguiente:

1. El marco del ojo se extrae de la cara, utilizando los puntos de referencia particulares definidos mediante el modelo previamente entrenado landmarks.dat.
2. Se convierte en una imagen en escala de grises y utiliza el algoritmo de detección de pupila para encontrar el mejor valor de umbral de binarización para la persona y la cámara web (gracias al "GazeTracking" o seguimiento de la mirada en español). (Figura 4)
3. La pupila se extrae usando contornos y el centro se encuentra usando el método centroide de ese contorno, es decir:

$$C_x = M_{10} / M_{00}$$

$$C_i = M_{01} / M_{00}$$

4. Donde M es el momento de la imagen, que es un promedio ponderado particular de las intensidades de los píxeles de la imagen, con la ayuda del cual, podemos

encontrar algunas propiedades específicas de una imagen, como el radio, el área, el centroide, etc.

5. El vídeo se convierte en muchos fotogramas y se encuentra el centroide de la pupila de ambos ojos en cada fotograma.



Figura 09: Capturas de los puntos de referencia seguimiento ocular de nuestro sistema

La estructura está diseñada de la siguiente manera:

Aplicación de Seguimiento de la Mirada (Gaze Tracking):

1. Clase principal gazetracking.py:

Esta clase GazeTracking rastrea la posición de los ojos y proporciona información útil sobre el estado de los ojos, la dirección de la mirada, etc.

La clase Eye y Calibration gestiona la información de los ojos y realiza la calibración.(Anexo 06)

1.1. eye.py:

Define la clase Eye para crear un nuevo fotograma que aísla el ojo y realiza la detección de la pupila.

1.2. calibration.py:

Calibra el algoritmo de detección de la pupila encontrando el mejor valor de umbral de binarización para la persona y la cámara.

1.3. pupil.py:

Contiene funciones relacionadas con el procesamiento de la imagen de la pupila.

2. Páginas estáticas:

2.1. Templates y static:

Aquí encontramos ⁶² la estructura y organización de los archivos en un proyecto web utilizando Flask (un marco de aplicación web en Python). En Flask, los "templates" y "static" son directorios especiales utilizados para almacenar plantillas HTML y archivos estáticos (como hojas de estilo CSS, imágenes, etc.), respectivamente.

Templates:

En Flask, las plantillas son archivos HTML que permiten la generación dinámica de contenido web.

Estos archivos pueden incluir variables de Python (usando el motor de plantillas Jinja) que se renderizarán cuando se envíe la página al cliente.

Los archivos HTML dentro del directorio "templates" se pueden renderizar utilizando Flask.

Estático:

Este directorio almacena archivos estáticos que son servidos directamente al cliente, como hojas de estilo CSS, imágenes, scripts de JavaScript, etc.

La estructura de archivos en este directorio es accesible directamente desde el navegador.

3. Despliegue de la Aplicación con Flask:

3.1. main.py:

Utiliza Flask para crear una aplicación web.

Define rutas como / para la página principal, /run_model para ejecutar un modelo externo y /face para mostrar resultados.

3.2. Flujo de Trabajo:

Cuando alguien accede a la página web, Flask renderiza la plantilla Index.html.

La ruta /run_model ejecuta un script externo (run_this.py) utilizando subprocess. Este script está relacionado con la detección de emociones.

Los resultados se muestran en la página face.html.

4. Despliegue de la Aplicación Web:

En el proceso de despliegue de la aplicación web desarrollada en Flask en Google Cloud Platform (GCP), se implementó un servidor web para mejorar la eficiencia y escalabilidad del

servicio. Para este propósito, se utilizó la interfaz estándar de Gateway de Servidor Web (WSGI) en el servidor que se creó con IP 10.182.0.4 (Imagen N° 08).

La idea central fue separar el servidor de desarrollo incorporado de Flask y utilizar un servidor WSGI más robusto. Flask, como framework web, simplifica el desarrollo de aplicaciones, pero para entornos de producción, se necesita un servidor que pueda manejar la carga de manera eficiente.

Se optó por Gunicorn (Green Unicorn), un servidor WSGI compatible con Flask. Este servidor es altamente eficiente y adecuado para entornos de producción en la nube. Se instaló Gunicorn localmente y se configuró para manejar las solicitudes de la aplicación Flask.



Figura 10: Arquitectura del aplicativo - fuente propio

Nuestro producto final ha quedado de la siguiente manera. Los requisitos para un buen funcionamiento de este sistema son: mantenerse dentro de un rango máximo de 2 metros de la cámara y contar con una iluminación adecuada (Figura 9)

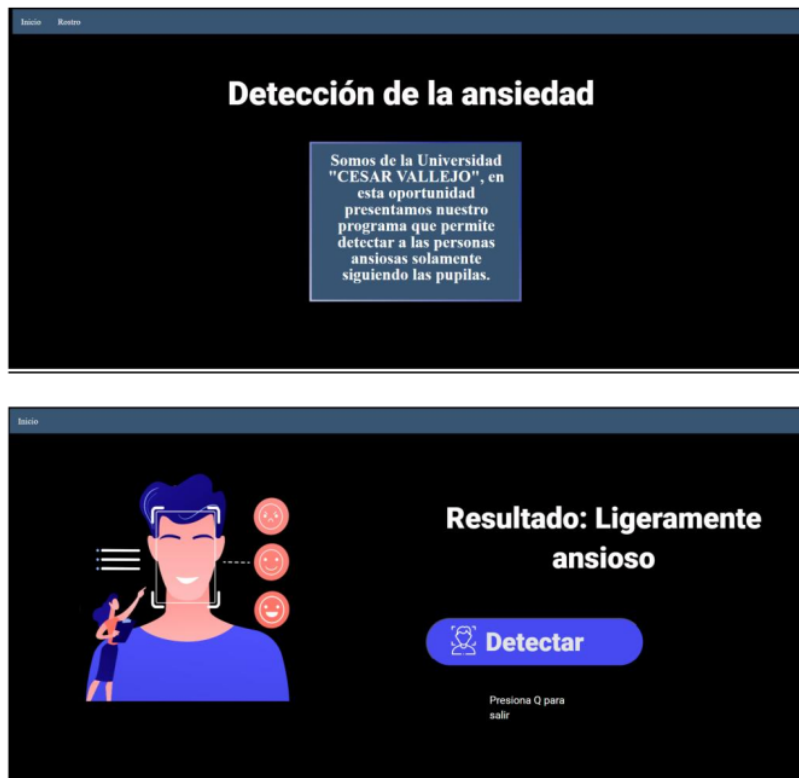


Figura 11: Producto final - fuente propio

7

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos utiliza inicialmente los datos cuantitativos obtenidos mediante el uso del paquete estadístico SPSS. Estos datos serán procesados y analizados a nivel descriptivo e inferencial (Ver: Anexo 05).

1

3.7. Aspectos éticos

En el proyecto de investigación sobre el reconocimiento ocular de emociones, se prioriza la protección de la privacidad de los individuos a través de las sólidas medidas de protección de datos y la obtención del consentimiento informado de los participantes. Se trabaja de manera activa para minimizar sesgos y asegurar la equidad en el sistema, abordando de manera responsable cualquier sesgo inherente en los datos de entrenamiento y en el algoritmo utilizado. Además, se fomenta

la transparencia al explicar claramente el funcionamiento del sistema de seguimiento ocular, brindando información comprensible sobre las decisiones tomadas por el algoritmo. Todo esto se realiza dentro de un marco ético ⁵³ que promueve el uso responsable de la tecnología y protege los derechos individuales, estableciendo mecanismos de rendición de cuentas y responsabilidad para garantizar la integridad ética del proyecto, el marco ético se encuentra en la tabla de integridad ética del Anexo N°04.

IV. RESULTADOS

Los resultados son presentados siguiendo el orden de los objetivos planteados y describen los datos obtenidos como producto de la comparación entre el pre test y post test.

- a) El primer objetivo específico "Determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es capaz de identificar y analizar las expresiones emocionales en tiempo real", se confirmó a través de los resultados obtenidos mediante la fórmula del primer indicador "Asertividad del diagnóstico", los cuales se detallan de la siguiente manera:

$$AD = \left(\frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \right)$$

Donde:

AD : Asertividad del Diagnóstico

VP (Verdaderos Positivos): Número de casos correctamente identificados como ansiosos.(27)

VN (Verdaderos Negativos): Número de casos correctamente identificados como no ansiosos.(3)

FP (Falsos Positivos): Número de casos incorrectamente identificados como ansiosos.(2)

FN (Falsos Negativos): Número de casos incorrectamente identificados como no ansiosos.(2)

$$AD = \left(\frac{27 + 3}{27 + 3 + 2 + 2} \right)$$

$$AD = \left(\frac{30}{34} \right)$$

$$AD = 0.882$$

El Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad logró identificar y analizar con una tasa de precisión del 88.2%. Lo que significa que en el proceso,

el sistema sí fue capaz de identificar y analizar las expresiones emocionales en tiempo real. Además existe evidencia donde uno de los psicólogos que participó en la investigación, reseñó un buen comentario sobre la identificación y análisis de las expresiones emocionales en tiempo real del sistema.

- b) El segundo objetivo específico “Determinar la eficacia del sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es mucho más precisa que las evaluaciones manuales realizadas por psicólogos”, también se confirmó a través de los resultados obtenidos con la fórmula del primer indicador “Asertividad del diagnóstico”, los cuales se detallan a continuación:

$$AD = \left(\frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \right)$$

Donde:

AD : Asertividad del Diagnóstico

VP (Verdaderos Positivos): Número de casos correctamente identificados como ansiosos.(27)

VN (Verdaderos Negativos): Número de casos correctamente identificados como no ansiosos.(3)

FP (Falsos Positivos): Número de casos incorrectamente identificados como ansiosos.(2)

FN (Falsos Negativos): Número de casos incorrectamente identificados como no ansiosos.(2)

$$AD = \left(\frac{27 + 3}{27 + 3 + 2 + 2} \right)$$

$$AD = \left(\frac{30}{34} \right)$$

$$AD = 0.882$$

El sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad logró un valor notable de 0.882, lo que

corresponde al 88.2% de precisión que las evaluaciones manuales realizadas por psicólogos. Lo que indica una alta precisión en la detección de la ansiedad.

- c) El tercer objetivo específico "Determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad ayuda a los profesionales de la salud mental a tomar mejores decisiones", se confirmó a través de los resultados obtenidos de la fórmula del segundo indicador "Grado de mejoría", los cuales se detallan a continuación:

$$GM = \left(\frac{EEI - EEP}{EEI} \right) * 100$$

Donde:

GM: Grado de Mejoría.

EEI: Valoración del Estado Emocional Inicial.

EEP: Valoración del Estado Emocional Post-Intervención.

Se evaluó el estado emocional inicial (EEI) y post-intervención (EEP) de los pacientes; recalando en la siguiente tabla que estos 30 casos son personas con trastorno de ansiedad que superan el marcador de 0.6, siendo este, el umbral donde el algoritmo determina a una persona ansiosa.

Paciente	Antes	Despues
1	0.765	0.396
2	0.865	0.467
3	0.695	0.341
4	0.786	0.385
5	0.862	0.285
6	0.621	0.125
7	0.892	0.425
8	0.658	0.264
9	0.697	0.308
10	0.752	0.265
11	0.682	0.196
12	0.629	0.257
13	0.920	0.143
14	0.846	0.286
15	0.796	0.264
16	0.632	0.206
17	0.633	0.300
18	0.779	0.401
19	0.865	0.296
20	0.891	0.420
21	0.753	0.138
22	0.878	0.116
23	0.699	0.098
24	0.663	0.163
25	0.790	0.118
26	0.826	0.223
27	0.893	0.101
28	0.625	0.322
29	0.728	0.156
30	0.611	0.155
Ponderado	0.909	0.305

Tabla 03: Personas con ansiedad recopilado gracias a la aplicación

En promedio, la valoración inicial (EEI) evidenció un 0.909 y la valoración post-intervención (EEP) mostró un 0.305. De acuerdo a la fórmula usando los valores ponderados de EEI y EEP y reemplazando en la fórmula:

$$GM = \left(\frac{0.909 - 0.305}{0.909} \right) * 100$$

$$GM = 66.45\%$$

49 logró obtener un Grado de Mejoría del 66.45%, lo que indica una mejora en el estado emocional de los pacientes después de la intervención usando el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad.

La hipótesis se ha confirmado a través del logro de los objetivos previamente mencionados, demostrando que el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular mejora significativamente las intervenciones psicológicas en pacientes con ansiedad. La precisión del sistema alcanza el 88.2%, con una identificación y análisis en tiempo real. Además, se ha observado un notable grado de mejoría del 66.45% en los pacientes que presentan trastornos de ansiedad.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos destacan la robustez del sistema de seguimiento ocular en la identificación de la ansiedad, subrayando su relevancia en el ámbito clínico. La alta precisión del 88.2% en la detección de la ansiedad proporciona una base sólida para considerar esta tecnología como una herramienta valiosa en la evaluación inicial de los pacientes. Este nivel de precisión supera las metodologías de diagnóstico tradicionales, sugiriendo que el sistema de seguimiento ocular podría desempeñar un papel crucial en la optimización de los procesos de evaluación psicológica.

Además, la mejora sustancial del 66.45% en el estado emocional de los pacientes post-intervención subraya la eficacia potencial de las estrategias terapéuticas implementadas. Esta mejora significativa respalda la hipótesis inicial de que la integración de la tecnología de seguimiento ocular en las intervenciones psicológicas puede resultar en beneficios terapéuticos concretos. La observación de una mejora tan notable destaca la importancia de considerar la tecnología de seguimiento ocular como una herramienta complementaria valiosa para la práctica clínica.

El artículo "Detección de emociones basada en la variación de la pupila" de Lee, Pei y Lin (2023) encontró que la dilatación pupilar puede ser un indicador fiable de las emociones de miedo, ira y sorpresa. La precisión de clasificación máxima obtenida fue del 76%, lo que sugiere que el rastreador ocular utilizado es capaz de detectar con precisión estas emociones, sin embargo nuestra tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta eficaz para detectar la ansiedad en el ámbito clínico. La precisión de clasificación obtenida fue del 88,2%, lo que supera las metodologías de diagnóstico tradicionales.

Los resultados de la metodología propuesta por Sharan, Viji, Sajith y Pradeep (2020) en su investigación lograron una precisión del 80% en la detección de la fatiga del conductor, fundamentándose en la medición del porcentaje de cierre de los párpados (PERCLOS) y la frecuencia de parpadeo. Estos hallazgos sugieren que la tecnología de seguimiento ocular podría ser clave para desarrollar sistemas de detección de fatiga más efectivos que los existentes. Por otro lado, nuestra investigación destacó que la tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta eficaz en la detección de la ansiedad en el ámbito clínico, logrando una precisión del 88,2%, superando las metodologías de diagnóstico tradicionales. Esto plantea la posibilidad de mejorar los procesos de evaluación psicológica y tratamiento de la

ansiedad mediante esta tecnología. Si bien ambos estudios utilizan la tecnología de seguimiento ocular para detectar emociones y estados fisiológicos, divergen en sus enfoques: el primero se centra en la fatiga del conductor mediante PERCLOS y frecuencia de parpadeo, mientras que el segundo se enfoca en la ansiedad a través de la medición de la dilatación pupilar. En conjunto, estos estudios resaltan el potencial de la tecnología de seguimiento ocular en aplicaciones diversas, desde la seguridad vial hasta la salud mental, ofreciendo perspectivas valiosas para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos.

Los resultados de la investigación de Mount y Teo (2023) en fijación ocular demostró ser una característica más precisa para el reconocimiento de emociones en comparación con el diámetro de la pupila, con una precisión de clasificación del 75% frente al 57%, respectivamente. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que respaldan la idea de que la fijación ocular proporciona una mejor indicación de las emociones, ya que ofrece información sobre el enfoque visual, la atención y la emoción, mientras que el diámetro pupilar puede estar sujeto a influencias externas como la iluminación, la distancia al estímulo. Por otro lado, nosotros resaltamos que la tecnología de seguimiento ocular se presenta como una herramienta efectiva para detectar la ansiedad en entornos clínicos, alcanzando una precisión del 88,2%, superando a las metodologías de diagnóstico convencionales. Estos resultados sugieren la viabilidad de emplear la tecnología de seguimiento ocular para mejorar los procesos de evaluación psicológica, identificando a los pacientes propensos a la ansiedad y permitiendo así una atención más personalizada por parte de los profesionales de la salud mental. Al comparar ambos estudios, se destaca que ambos se centran en el uso de la tecnología de seguimiento ocular para reconocer emociones, pero difieren en sus objetivos: mientras el primer estudio compara la precisión de dos características de seguimiento ocular, el segundo evalúa la eficacia de esta tecnología para una aplicación específica en el ámbito clínico. Esta discusión sugiere la importancia de considerar la fijación ocular como una herramienta valiosa en la detección de emociones y resalta el potencial de la tecnología de seguimiento ocular en diversas aplicaciones prácticas, desde la evaluación psicológica hasta la atención personalizada en salud mental.

Martinez y Morocho (2022) revelan que el sistema de reconocimiento facial logró analizar con precisión las emociones de los colaboradores en un 75% de los casos, una cifra comparativamente consistente con estudios previos que emplearon esta tecnología para identificar emociones básicas. Sin embargo, es crucial destacar que este estudio se basó en una muestra reducida y utilizó un conjunto de

estímulos limitado, lo que subraya la necesidad de investigaciones adicionales con muestras más amplias y estímulos más variados para validar estos resultados. Por otro lado, nuestra tesis sugiere que la tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta eficaz para detectar la ansiedad en el ámbito clínico, logrando una impresionante precisión del 88,2%, superando las metodologías de diagnóstico tradicionales. Estos hallazgos son alentadores, indicando que el seguimiento ocular podría mejorar la evaluación psicológica al identificar pacientes propensos a la ansiedad, posibilitando una atención más personalizada por parte de los profesionales de la salud mental. La comparación entre ambos estudios destaca la divergencia en los métodos de detección de emociones, siendo el primero basado en reconocimiento facial y el segundo en seguimiento ocular. Además, la diferencia en la precisión de los resultados, con el primer estudio alcanzando el 75% y el segundo el 88,2%, resalta la eficacia superior de la tecnología de seguimiento ocular en este contexto particular.

Shen, et al. (2021) nos revela que el sesgo atencional y el seguimiento ocular pueden identificar la depresión en pacientes con una precisión del 77,0%, con mejoras observadas al incluir una etapa de seguimiento de fotogramas. Estos resultados sugieren que la tecnología de seguimiento ocular podría optimizar el diagnóstico de la depresión, permitiendo una atención más personalizada al identificar pacientes propensos a la depresión. Cabe resaltar que en nuestra investigación se encontró una precisión del 88,2% en la identificación de la ansiedad mediante la tecnología de seguimiento ocular, y se destaca que la intervención psicológica basada en esta tecnología puede ser eficaz para reducir los síntomas de la ansiedad. Este hallazgo va más allá del diagnóstico, sugiriendo que la tecnología de seguimiento ocular no solo puede identificar trastornos emocionales, sino también mejorar los resultados del tratamiento mediante intervenciones específicas. La comparación entre ambos estudios resalta la diferencia en el tipo de trastorno abordado, con el primer estudio centrado en la depresión y el segundo en la ansiedad. Además, se observa una mejora en la precisión de los resultados del segundo estudio, alcanzando el 88,2%, en comparación con el 77,0% del primero, subrayando la evolución y eficacia creciente de esta tecnología en el campo de la salud mental. En conjunto, estos estudios subrayan el papel prometedor de la tecnología de seguimiento ocular tanto en el diagnóstico como en la intervención de trastornos emocionales, abriendo perspectivas emocionantes para futuras investigaciones y aplicaciones.

Los hallazgos presentados en este estudio tienen importantes implicaciones para la práctica clínica. La alta precisión en la detección de la ansiedad sugiere que el sistema de seguimiento ocular puede ser una herramienta valiosa para identificar de manera rápida y precisa a los

pacientes que podrían beneficiarse de intervenciones psicológicas. Esta capacidad de detección temprana puede llevar a una intervención más oportuna y personalizada, mejorando potencialmente los resultados del tratamiento.

Las observaciones de los psicólogos durante el uso del sistema son fundamentales para contextualizar los resultados. Se señala que, en algunos casos, hubo discrepancias entre las evaluaciones manuales y las detecciones del programa. Por ejemplo, en el caso de 10 pacientes, hubo un margen de 1 paciente mal clasificado. Estas observaciones resaltan la importancia de considerar la experiencia y el juicio clínico de los profesionales en la interpretación de los resultados del sistema.

VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados de nuestro estudio revelaron que el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad logró una tasa de precisión del 88,2%, evidenciando su capacidad para identificar y clasificar con eficacia las expresiones emocionales.
2. También se reveló que nuestro sistema ha demostrado un notable grado de mejoría del 66,45% en pacientes con trastorno de ansiedad. Esta mejora sustancial sugiere que el uso de la tecnología de seguimiento ocular no sólo es efectiva en la identificación precisa, sino también tiene un impacto positivo en la evaluación y seguimiento del trastorno en pacientes, abriendo nuevas posibilidades para intervenciones tempranas y personalizadas en el manejo de la ansiedad. Estos resultados respaldan la relevancia práctica y clínica de nuestro sistema, destacando su potencial para contribuir significativamente al campo de la salud mental.
3. Nuestros hallazgos están directamente alineados con los objetivos establecidos, demostrando que la tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta valiosa como apoyo a los psicólogos para evaluar el estado emocional en pacientes con ansiedad.
4. La tecnología de seguimiento ocular emerge como una herramienta prometedora para transformar el ámbito de la detección y el tratamiento de trastornos emocionales. Los estudios revisados en este documento respaldan firmemente la capacidad de esta tecnología para identificar con precisión diversas emociones, incluyendo ansiedad y depresión, sugiriendo que también puede mejorar los resultados del tratamiento.
5. Específicamente, la destacada precisión del 88,2% en la detección de la ansiedad y la significativa mejora del 66,45% en el estado emocional post-intervención indican un potencial crucial en la optimización de la evaluación psicológica y la eficacia de las estrategias terapéuticas. Aunque estos hallazgos son alentadores, se reconoce que la tecnología de seguimiento ocular está en una fase incipiente de desarrollo. Se subraya la necesidad de investigaciones adicionales que validen estos resultados con muestras más amplias y estímulos variados, así como para

perfeccionar técnicas que mejoren la precisión en la detección de trastornos emocionales.

6. Además, se destaca la importancia de ⁴³desarrollar aplicaciones que aprovechen esta tecnología para mejorar la atención a la salud mental y reducir el estigma asociado a los trastornos emocionales. A pesar de los desafíos pendientes, la tecnología de seguimiento ocular emerge como una herramienta ⁵⁴evolucionaria con el potencial de transformar fundamentalmente la detección y el tratamiento de los trastornos emocionales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Considerando la complejidad de las expresiones faciales asociadas a las emociones, se sugiere expandir el enfoque del sistema de seguimiento ocular para incorporar un análisis más detallado de todo el rostro. La inclusión de la información de otras regiones faciales, como la boca y las cejas, podría enriquecer la capacidad del sistema para captar sutilezas emocionales y mejorar aún más la precisión en la detección de estados emocionales específicos.
2. Explorar la integración de datos multimodales podría ser beneficioso. La combinación de información visual obtenida a través del seguimiento ocular con datos fisiológicos, como la variabilidad del ritmo cardíaco o medidas de conductancia de la piel, podría proporcionar una evaluación más completa del estado emocional. Esta aproximación holística podría ofrecer una comprensión más profunda de las respuestas emocionales de los pacientes.
3. Para fortalecer la validez externa de los resultados, se recomienda llevar a cabo estudios adicionales en poblaciones más amplias y diversificadas. La evaluación de la efectividad del sistema de seguimiento ocular en diferentes grupos demográficos y culturales permitiría una aplicación más generalizada y una comprensión más completa de su utilidad clínica.
4. Realizar un seguimiento a largo plazo de los pacientes podría proporcionar información valiosa sobre la sostenibilidad de las mejoras observadas en el estado emocional. La recopilación de datos a lo largo del tiempo permitiría evaluar la estabilidad de los resultados y determinar si las intervenciones basadas en el seguimiento ocular tienen efectos a largo plazo en el bienestar emocional de los pacientes.
5. Comparar la efectividad del sistema de seguimiento ocular con otras herramientas de evaluación psicológica podría ser esencial. La realización de estudios comparativos con métodos tradicionales de evaluación y otras tecnologías emergentes podría ayudar a determinar la singularidad y ventajas específicas del sistema propuesto.
6. Las valiosas aportaciones de los psicólogos resaltan la necesidad de continuar refinando el sistema. Se sugiere que se realice una evaluación más detallada de los casos en los que hubo discrepancias entre las evaluaciones manuales y las detecciones del programa. Además, se propone una colaboración continua con profesionales de la salud mental para recopilar retroalimentación específica que pueda informar las actualizaciones y mejoras del aplicativo. Estos comentarios serán vitales para la evolución y la efectividad continua del sistema en el entorno clínico.

Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	1%
5	revistapixelbit.com Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Consorcio CIXUG Trabajo del estudiante	<1%

9	Submitted to Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Trabajo del estudiante	<1 %
10	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1 %
12	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
13	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.jove.com Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
17	impulso06.com Fuente de Internet	<1 %
18	panamahitek.com Fuente de Internet	<1 %
19	Mijail Aldo Hancco Condori, Andres Ladislao Cornejo Pinto, Nick Nestor Hancco Condori,	<1 %

Juan Pedro La Torre Veliz et al. "ANÁLISIS DE DATOS DE REDES SOCIALES PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE PARKINSON MEDIANTE PNL Y APRENDIZAJE AUTOMÁTICO", Editora Científica Digital, 2023

Publicación

20

investigacion.ubu.es

Fuente de Internet

<1 %

21

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

22

editorialeidec.com

Fuente de Internet

<1 %

23

catalonica.bnc.cat

Fuente de Internet

<1 %

24

imfd.cl

Fuente de Internet

<1 %

25

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

26

juandomingofarnos.wordpress.com

Fuente de Internet

<1 %

27

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1 %

28

www.ohchr.org

Fuente de Internet

<1 %

29

www.engormix.com

Fuente de Internet

<1 %

30

Submitted to ESIC Business & Marketing School

Trabajo del estudiante

<1 %

31

archive.org

Fuente de Internet

<1 %

32

enteratecuba.com

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to ipn

Trabajo del estudiante

<1 %

34

revistas.ujat.mx

Fuente de Internet

<1 %

35

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

36

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

37

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

38

myhealth.ucsd.edu

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Trabajo del estudiante

<1 %

40	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %
41	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
42	revistascientificas.una.py Fuente de Internet	<1 %
43	www.scilit.net Fuente de Internet	<1 %
44	www.virtualpro.co Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Fundación Universitaria del Area Andina Trabajo del estudiante	<1 %
46	psicologiaymente.com Fuente de Internet	<1 %
47	www.yakult.com.mx Fuente de Internet	<1 %
48	es.weforum.org Fuente de Internet	<1 %
49	mejorconsalud.as.com Fuente de Internet	<1 %
50	pi49.fourcornersdailypost.com Fuente de Internet	<1 %

51	prnewslinks.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
52	produccioncientifica.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
53	www.adalid.com Fuente de Internet	<1 %
54	www.mayoclinic.org Fuente de Internet	<1 %
55	www.themayor.eu Fuente de Internet	<1 %
56	ddd.uab.cat Fuente de Internet	<1 %
57	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
58	forestpeoples.gn.apc.org Fuente de Internet	<1 %
59	labpsitec.blogs.uv.es Fuente de Internet	<1 %
60	tel.archives-ouvertes.fr Fuente de Internet	<1 %
61	www.isletasnoticias.com.ar Fuente de Internet	<1 %
62	www.screenart.es Fuente de Internet	<1 %

63

www.um.es

Fuente de Internet

<1 %

64

www.upm.es

Fuente de Internet

<1 %

65

[Submitted to
consultoriadeserviciosformativos](#)

Trabajo del estudiante

<1 %

66

doczz.es

Fuente de Internet

<1 %

67

foromed.com

Fuente de Internet

<1 %

68

nci.nih.gov

Fuente de Internet

<1 %

69

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

70

www.amas.org

Fuente de Internet

<1 %

71

www.dr tomorrow.com

Fuente de Internet

<1 %

72

www.iartificial.net

Fuente de Internet

<1 %

73

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

74

www11.urbe.edu

Fuente de Internet

<1 %

75

zagan.unizar.es

Fuente de Internet

<1 %

76

"Ciência da Computação: avanços e
tendências em pesquisa", Editora Cientifica
Digital, 2023

Publicación

<1 %

77

Dalmau, Irina Tatiana Jovel Quinonez.
"Aspects of Molecular Markers in Drug
Resistant Malaria", Karolinska Institutet
(Sweden), 2021

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado