

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



**Desarrollo de una API para la predicción de hipertensión
arterial mediante aprendizaje automático**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería de Sistemas

Autores:

Eduardo Antonio Arce Saavedra
Francisco Orbegoso Bardales
Ronald Torres Sánchez

Asesor:

Mg. Joseph Ibrahim Cruz Rodriguez

Tarapoto, Febrero 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Joseph Ibrahim Cruz Rodriguez, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas , de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Desarrollo de una API para la predicción de hipertensión arterial mediante aprendizaje automático**” de los autores Eduardo Antonio Arce Saavedra, Francisco Orbegoso Bardales y Ronald Torres Sánchez tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto., a los 17 días del mes de Marzo del año 2025.



Joseph Ibrahim Cruz Rodriguez

00154

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 24 día(s) del mes de Febrero del año 2025 siendo las 11:20 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Wilder Mario Rimarachin el (la) secretario(a): Mg. Sergio Omar Valladares Castillo y los demás miembros: Mtra. Yngue Elizabeth Ramirez Pezo y el (la) asesor(a) Joseph Ibrahim Cruz Rodríguez



con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Desarrollo de una API para la predicción de hipertensión arterial mediante aprendizaje automático

- del(los) bachiller(es): a) Eduardo Antonio Arce Saavedra
- b) Francisco Orbegoso Bardales
- c) Ronald Torres Sánchez

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero de sistemas
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Eduardo Antonio Arce Saavedra

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	BUENO	MUY BUENO

Bachiller -(b): Francisco Orbegoso Bardales

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	14	C	ACEPTABLE	BUENO

Bachiller -(c): Ronald Torres Sánchez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	14	C	ACEPTABLE	BUENO

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Asesor/a

Bachiller (a)

Secretario/a

Miembro

Bachiller (b)

Miembro

Bachiller (c)

Contenido

RESUMEN	5
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
MATERIALES Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	12
DISCUSIÓN	13
CONCLUSIONES	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

ARTÍCULO ORIGINAL

Desarrollo de una API para la predicción de hipertensión arterial mediante aprendizaje automático

Development of an API for the prediction of high blood pressure through machine learning

Eduardo Arce Saavedra¹, Francisco Orbegoso Bardales² y Ronald Torres Sánchez³

RESUMEN

La hipertensión arterial es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, y su detección temprana es crucial para prevenir complicaciones graves. Este estudio tiene como objetivo desarrollar un modelo de inteligencia artificial para predecir la hipertensión arterial de manera eficiente. Se utilizó una metodología cuantitativa basada en un diseño transversal descriptivo, analizando datos de 70,692 encuestas del conjunto "Diabetes, Hypertension and Stroke Prediction". La preparación de los datos incluyó limpieza, imputación de valores faltantes y normalización de características. Durante la construcción del modelo, se entrenaron varios clasificadores utilizando Scikit-Learn, logrando métricas de exactitud, recuperación y F1-Score del 100%. Además, se implementó una API en Python que facilita el acceso a las predicciones, permitiendo su integración en entornos clínicos. Este enfoque no solo mejora la precisión en la identificación de casos, sino que también allana el camino para una intervención más temprana y efectiva en el manejo de la hipertensión, contribuyendo así a la mejora de los resultados de salud de los pacientes.

Palabras clave: Hipertensión Arterial, Aprendizaje Automático, Scikit-Learn, API, Modelo predictivo.

ABSTRACT

High blood pressure is one of the main causes of mortality worldwide, and its early detection is crucial to prevent serious complications. This study aims to develop an artificial intelligence model to predict high blood pressure efficiently. A quantitative methodology was used based on a descriptive cross-sectional design, analyzing data from 70,692 surveys from the "Diabetes, Hypertension and Stroke Prediction" set. Data preparation included cleaning, imputation of missing values, and feature normalization. During model construction, several classifiers were trained using Scikit-Learn, achieving accuracy, recall and F1-Score metrics of 100%. In addition, an API was implemented in Python that facilitates access to the predictions, allowing their integration into clinical environments. This approach not only improves accuracy in case identification but also paves the way for earlier and more effective intervention in the management of hypertension, thereby contributing to improved health outcomes of patients.

Keywords: Arterial Hypertension, Machine Learning, Scikit-Learn, API, Predictive model.

INTRODUCCIÓN

Según Gopar-Nieto et al. (2022), la hipertensión arterial es una de las enfermedades con mayor prevalencia en la población mundial, ya que aparece en el 30-45% de los adultos. Afecta a todos los sistemas del organismo humano, por lo que un control poco adecuado puede tener múltiples manifestaciones clínicas. Además, según Gorostidi et al. (2022), el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión arterial constituyen objetivos básicos de salud porque el control adecuado reduce la morbimortalidad relacionada. A pesar de los avances en la atención médica, persisten desafíos considerables en la detección temprana y la predicción precisa de la hipertensión.

La hipertensión arterial es una de las principales causas de discapacidad y muerte a nivel mundial, posicionándose entre las cinco primeras en esta clasificación. Según INEI (2017), la prevalencia de hipertensión en personas mayores de 15 años se redujo del 14.8% en 2014 al 13.6% en 2017, esto implica que más de 3 millones de peruanos aún conviven con esta condición. Este escenario se complica por la naturaleza silenciosa de la hipertensión, que a menudo avanza sin manifestar síntomas, lo que dificulta su detección temprana y tratamiento adecuado.

En este contexto, el estudio de Tesillo Gomez et al. (2021) destaca la utilidad de la regresión logística como herramienta para el diagnóstico rápido de la hipertensión arterial, utilizando un dataset de 5615 registros para desarrollar un modelo predictivo que facilita la identificación de pacientes en riesgo.

En otro estudio, Gordillo Cortaza et al. (2023) abordaron la hipertensión arterial en trabajadores sanitarios mediante un modelo de regresión logística, analizando una muestra de 748 trabajadores. Este estudio identificó factores como la edad, el sexo, el índice de masa corporal (IMC) y antecedentes familiares como predictores significativos de hipertensión. Los resultados subrayan la importancia de adoptar políticas de salud pública que fomenten el control y prevención de la hipertensión a través de análisis accesibles y eficaces.

Sistemas que identifican imágenes, programas que logran el reconocimiento de voz, celulares que distinguen un rostro o un tono de voz representan situaciones que actualmente hacen parte de la vida cotidiana; todo ello es posible por la aplicación de las tecnologías de inteligencia artificial (IA)(Medina-Chicaiza y Martínez-Ortega, 2020). La IA se ha definido como el estudio de algoritmos que dan a las máquinas la capacidad de razonar y realizar funciones como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, la inferencia de estados mundiales y la toma de decisiones (Witkowski y Ward, 2020). Esta tecnología tiene aplicaciones en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con una evaluación pronóstica individualizada de los mismos (Avila-Tomás et al., 2020).

Por lo tanto, ha emergido como una herramienta poderosa en diversos campos médicos, demostrando su capacidad para abordar desafíos cruciales. El avance significativo en los campos de la electrónica y la informática ha producido innovación en dispositivos y sistemas (Elbanna et al., 2020). El uso de la Inteligencia Artificial (IA) ha comenzado a ser cada vez más cotidiano. Según Kumar et al. (2023) el sector sanitario ha estado a la vanguardia de la adopción de tecnologías de inteligencia artificial (IA). Sus aplicaciones en salud están demostrando ser un complemento de la práctica clínica con buenos resultados Al mismo tiempo, el uso de tecnologías de salud digitales está aumentando y ha habido una expansión de los datos en todos los entornos sanitarios. Si se aprovechan adecuadamente, los profesionales de la salud podrían centrarse en las causas de las enfermedades y realizar un seguimiento del éxito de las medidas e intervenciones preventivas (Naik et al., 2022)

De este modo, la predicción y gestión de enfermedades crónicas, como la hipertensión arterial, se encuentran entre los ámbitos que se benefician significativamente de las capacidades de la IA. La hipertensión arterial, una de las principales causas de mortalidad a nivel global, experimenta un crecimiento constante en su prevalencia debido al envejecimiento de la población y a la adopción de estilos de vida poco saludables. La detección temprana de esta condición es crucial para prevenir complicaciones graves y mejorar los resultados de salud de los pacientes. En este sentido, trabajos como el estudio realizado por Tesillo Gomez et al. (2021) que se centra en la predicción de hipertensión arterial a través de un sistema de regresión logística, son relevantes para comprender los avances y desafíos en este campo.

Por otro lado D'Silva et al. (2021), aborda la capacidad del aprendizaje automático para predecir la hipertensión arterial en pacientes con riesgo elevado. En este estudio, se utilizaron mediciones de presión arterial obtenidas a través de un monitor ambulatorio de presión arterial (MAPA) para entrenar un modelo de aprendizaje automático. Este modelo fue diseñado para identificar patrones asociados con la hipertensión basándose en datos de lecturas ambulatorias de 24 horas. Los resultados del modelo se envían automáticamente a profesionales médicos, permitiendo un análisis rápido y efectivo de los riesgos individuales de los pacientes. Con un valor cuadrático medio de 0,0512 y una matriz de confusión que valida su precisión, el estudio destaca la eficacia de los enfoques de inteligencia artificial en la predicción de enfermedades graves, como la insuficiencia cardíaca y otros trastornos derivados de la hipertensión. Esto refuerza la importancia del uso de tecnologías avanzadas para mejorar la atención médica y optimizar la detección temprana de condiciones críticas.

A su vez el estudio de Pawar et al. (2023) resalta el potencial del uso de tecnologías avanzadas en la medicina, alineándose con la necesidad de métodos más precisos y eficientes en la predicción y diagnóstico. Al desarrollar un modelo. personalizado para el análisis de imágenes médicas, utilizando Python junto con herramientas como TensorFlow y scikit-learn. Este enfoque mostró una precisión diagnóstica notablemente superior en comparación con los métodos tradicionales, además de mejorar la eficiencia en el flujo de trabajo clínico.

Al observar los distintos estudios, se concluye que el proceso tradicional de interpretación de resultados para determinar la predisposición a la hipertensión arterial puede ser lento y costoso, lo que resulta en tiempos de espera prolongados para los pacientes. El presente trabajo busca abordar este desafío al desarrollar un modelo basado en inteligencia artificial que agiliza significativamente el tiempo necesario para interpretar los resultados y proporcionar una evaluación precisa del riesgo de hipertensión arterial. Al reducir los tiempos de espera, nuestro enfoque tiene el potencial de mejorar la accesibilidad a la atención médica y permitir intervenciones más tempranas y efectivas para prevenir y controlar la hipertensión arterial.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología seleccionada combina elementos de un diseño transversal descriptivo, además, se emplea un enfoque cuantitativo para abordar la predicción eficaz de la hipertensión arterial. Este enfoque se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos esenciales para el desarrollo de un modelo predictivo preciso.

Se utilizó una muestra obtenida del universo de datos proporcionados por el conjunto "Diabetes, Hypertension and Stroke Prediction" (Chuks, 2015). Esta base de datos contiene un total de 70,692 respuestas a encuestas, las cuales fueron extraídas de la Base de Datos de Factores de Riesgo Conductuales de la Vigilancia de los Estados Unidos (BRFSS, por sus siglas en inglés) del año 2015.

Fase 1: Preparación de Datos

En esta fase nos enfocamos en la preparación meticulosa del conjunto de datos recopilado de la plataforma Kaggle, que comprendía 70,692 respuestas de encuestas del Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) del año 2015. Dado que nuestro objetivo era desarrollar una API para la predicción de hipertensión arterial mediante aprendizaje automático con Scikit-Learn, la calidad de los datos desempeñaba un papel crucial en la precisión de nuestras predicciones. Para ello, implementamos un riguroso proceso de limpieza de datos que incluyó la detección y manejo de valores atípicos, la imputación de valores faltantes, la normalización de características y la codificación de variables categóricas. Esta fase fue fundamental para garantizar la integridad y la coherencia de los datos, sentando así las bases sólidas para las etapas posteriores de análisis y modelado.

Figura 1

Mapa de calor de correlación de variables



Nota: Mapa de calor que ilustra la correlación entre las variables del conjunto de datos, destacando las relaciones significativas que pueden influir en el diagnóstico de la hipertensión arterial.

Fase 2: Construcción del modelo de aprendizaje automático

Durante la fase de construcción del modelo de aprendizaje automático, se procedió a entrenar varios clasificadores utilizando el conjunto de datos preparados en la fase anterior. Se emplearon algoritmos como RandomForest, Logistic Regression, Decision Tree, K-Nearest Neighbors y Multinomial Naive Bayes, todos ellos disponibles en la biblioteca Scikit-Learn. Para garantizar la eficacia y la generalización del modelo, se dividió el conjunto de datos en conjuntos de entrenamiento y prueba mediante la función `train_test_split`. Luego, se evaluaron las métricas de desempeño de cada clasificador, como la precisión, el puntaje F1 y la sensibilidad (recall), con el fin de seleccionar el modelo óptimo que mejor se ajustara a nuestros objetivos de predicción de hipertensión arterial.

Figura 2

Código de elección del mejor clasificador

```
if accuracy >= best_accuracy and f1 >= best_f1 and recall >= best_recall:
    best_accuracy = accuracy
    best_f1 = f1
    best_recall = recall
    best_classifier = classifier_name
    best_classifier_model = classifier

print(f"El mejor clasificador es: {best_classifier}")

model = best_classifier_model
joblib.dump(model, 'modelo_entrenado.pkl')
```

Nota: La figura presenta el fragmento de código utilizado para seleccionar el clasificador más adecuado para la predicción de hipertensión arterial.

Fase 3: Evaluación de resultados del modelo

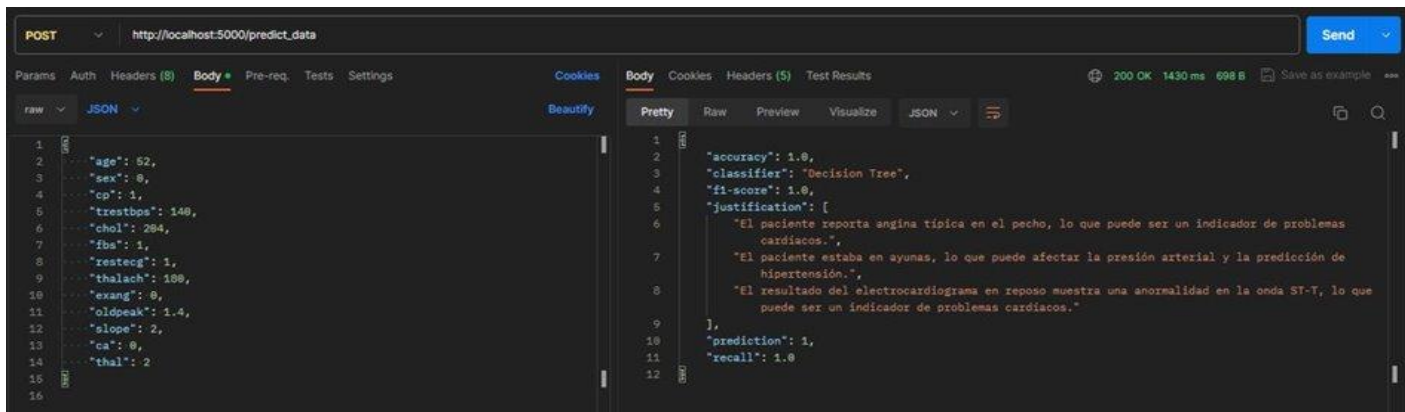
En esta fase, se evaluó el rendimiento y la eficiencia del modelo construido en la fase anterior. Se recopilaron datos adicionales que no formaron parte del proceso de construcción del modelo, pero que son representativos de la población objetivo. Se interpretaron los resultados obtenidos, analizando métricas de evaluación como precisión, sensibilidad, especificidad, entre otras, para comprender el desempeño del modelo en la predicción de la hipertensión arterial.

Fase 4: Desarrollo de la API

En cuanto a la API desarrollada, se basa en el marco de desarrollo web Flask en Python, ofreciendo funcionalidades esenciales para la aplicación del modelo de predicción de hipertensión arterial. La API presenta endpoints que permiten a los usuarios acceder a información detallada sobre las columnas del conjunto de datos, así como realizar predicciones sobre la probabilidad de hipertensión arterial para pacientes proporcionados. Además, un endpoint adicional proporciona justificaciones detalladas sobre las predicciones realizadas, brindando una comprensión más profunda de los factores que influyen en la predicción. Estos endpoints se integran en la API para ofrecer una interfaz accesible y útil para la aplicación práctica del modelo de aprendizaje automático en entornos médicos e investigativos.

Figura 3

API en funcionamiento



Nota: Se muestra los endpoints para consultar datos, realizar predicciones de hipertensi\u00f3n y obtener explicaciones de los resultados.

RESULTADOS

Presentamos los resultados detallados derivados de la implementaci\u00f3n de nuestro modelo de inteligencia artificial en este contexto, destacando las m\u00e9tricas clave de evaluaci\u00f3n, incluyendo la Exactitud, Recuperaci\u00f3n y F1-Score para cada clase.

Tabla 1

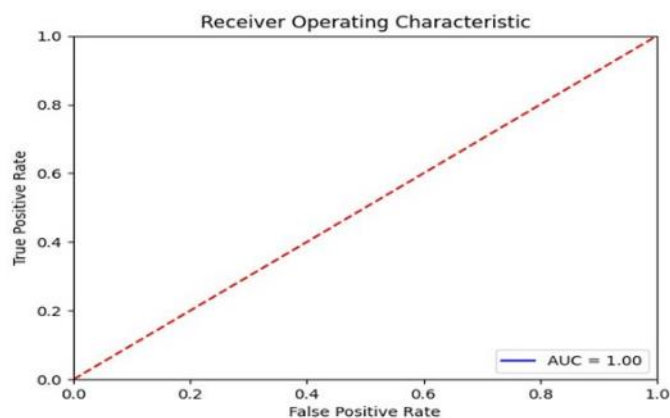
Indicadores del modelo

Indicador	Exactitud	Recuperaci\u00f3n	F1-Score
Valor	1.0	1.0	1.0

Nota: Resultados del modelo en exactitud, recuperaci\u00f3n y F1-Score, todos con 100% de exactitud.

Figura 4

Curva ROC



Nota: La figura presenta la curva Receiver Operating Characteristic (ROC) del modelo de predicción de hipertensión arterial. Esta curva se utiliza para evaluar la capacidad del modelo para distinguir entre las clases positivas (hipertensión) y negativas (no hipertensión).

Exactitud (Accuracy) del 100%, lo que indica un rendimiento excepcional en la clasificación global. Este resultado refleja la capacidad del modelo para identificar correctamente todos los casos, asegurando que cada predicción realizada se ajuste a la realidad del fenómeno observado.

La Recuperación (Recall) de un 100%, lo que resalta la efectividad del modelo en la identificación precisa de todos los casos positivos. Este alto nivel de sensibilidad garantiza que no se hayan pasado por alto casos críticos, lo que es crucial para la detección temprana de la hipertensión arterial.

Por último, el F1-Score alcanzó un valor del 100%, evidenciando un equilibrio perfecto entre la precisión y la recuperación. Este resultado subraya la capacidad del modelo no solo para identificar correctamente los casos positivos, sino también para mantener un bajo nivel de falsos positivos, lo que refuerza su utilidad en aplicaciones prácticas.

DISCUSIÓN

El presente estudio demuestra que el uso de técnicas avanzadas de inteligencia artificial puede mejorar significativamente la detección de hipertensión arterial, una enfermedad crítica y a menudo silenciosa que afecta a millones de personas en todo el mundo. A través de un modelo de aprendizaje automático, se ha logrado optimizar el proceso de predicción, permitiendo diagnósticos más rápidos y precisos en comparación con métodos tradicionales.

Si bien el estudio Tesillo Gomez et al. (2021) emplea la regresión logística para la predicción de hipertensión, nuestro enfoque se basa en una implementación con mayor complejidad y mejor adaptación a los resultados del diagnóstico. Sin embargo, ambos trabajos coinciden en el uso de herramientas como Pandas, Scikit-learn y matplotlib para el procesamiento y visualización de datos, destacando la robustez de estas plataformas en el análisis de grandes conjuntos de datos.

Los resultados obtenidos, al igual que los de Tesillo Gomez et al. (2021), resaltan la importancia de factores como la presión sistólica y diastólica, el peso y la actividad física, lo que subraya la relevancia de estas variables en la predicción de hipertensión. Sin embargo, la implementación de un modelo más avanzado en nuestro estudio ha permitido mejorar la capacidad de clasificación, aportando un valor adicional al proceso de diagnóstico de hipertensión arterial.

Mientras tanto, Aranguren Paéz et al. (2024) destacó al modelo random forest con una sensibilidad del 83,3% y una exactitud del 80,7%, superando la regresión logística en estas métricas (sensibilidad de 79,2% y exactitud de 77,4%). Nuestro estudio, al aplicar varios modelos, logró una precisión, sensibilidad y F1-Score del 100%, lo que sugiere una notable capacidad predictiva en la identificación de casos de hipertensión. Esta variación en las métricas podría explicarse por el tamaño de la muestra utilizada y la diversidad en los datos de entrada, factores que impactan la efectividad de los algoritmos. Por lo tanto, destaca que el uso de técnicas de aprendizaje automático no solo ayuda en la predicción de la hipertensión, sino que también proporciona herramientas que apoyan la toma de decisiones a distintos niveles: desde el diagnóstico preventivo por el profesional de salud hasta la educación del paciente sobre sus riesgos específicos y el diseño de políticas administrativas preventivas.

El estudio adicional de Falconi et al. (2024) sobre IA en prevención cardiovascular subraya que la inteligencia artificial permite un análisis automatizado con niveles de precisión similares a los de un experto, optimizando la velocidad y precisión diagnóstica y habilitando la detección de características no visibles al ojo humano. Este enfoque resulta relevante para la investigación, ya que apunta a una mejora en el diagnóstico temprano de la hipertensión y otras patologías relacionadas, brindando una ventaja superior frente a métodos tradicionales de predicción y diagnóstico.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que el uso de un modelo de predicción basado en técnicas avanzadas de inteligencia artificial puede agilizar significativamente el tiempo de interpretación de los resultados para los pacientes en riesgo de hipertensión arterial. Tradicionalmente, los pacientes deben esperar a que un médico interprete sus análisis, lo que puede retrasar el diagnóstico y tratamiento adecuado. El modelo presentado permite que los resultados sean comprensibles de manera inmediata, eliminando la barrera del desconocimiento médico y facilitando una intervención oportuna. Esta solución no solo optimiza el proceso diagnóstico, sino que también empodera a los pacientes al brindarles una herramienta accesible para comprender su estado de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranguren Paéz, P., Ávila Sánchez, L. C., & Gómez Pascagaza, J. C. (2024). *APLICACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO PARA IDENTIFICAR INDIVIDUOS SUSCEPTIBLES AL DESARROLLO DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL MEDIANTE EL USO DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA Y RANDOM FOREST EN JAVESALUD IPS EN BOGOTÁ* *Autores*. 15(1), 37–48.
- Avila-Tomás, J. F., Mayer-Pujadas, M. A., & Quesada-Varela, V. J. (2020). La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. *Atención Primaria*, 52(10), 778–784. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>
- Chuks, P. (2015). *Diabetes, Hypertension and Stroke Prediction*.
- D'Silva, V., Desai, G., D'Silva, V. A., Fernandes, K., Cotta, A., & Cardoso, S. (2021). Prediction of Hypertension using Machine Learning. *2021 IEEE Bombay Section Signature Conference (IBSSC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IBSSC53889.2021.9673470>
- Elbanna, A., Dwivedi, Y., Bunker, D., & Wastell, D. (2020). La búsqueda de la inteligencia en el trabajo, la vida y la organización: más allá de la “Tecnomagia.” *Information Systems Frontiers*, 22(2), 275–280. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10013-8>
- Falconi, M., Aineseder, M., Pérez de Arenaza, D., Ricci Lara, M. A., Benitez, S., & Masson, W. (2024). Inteligencia artificial. Aplicación en las imágenes cardiovasculares y la prevención cardiovascular. *Revista Argentina de Cardiología*, 92(1), 55–63. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v92.i1.20727>
- Gopar-Nieto, R., Ezquerro-Osorio, A., Chávez-Gómez, N. L., Manzur-Sandoval, D., & Raymundo-Martínez, G. I. M. (2022). ¿Cómo tratar la hipertensión arterial sistémica? Estrategias de tratamiento actuales. *Archivos de Cardiología de México*, 91(4). <https://doi.org/10.24875/ACM.200003011>
- Gordillo Cortaza, J. D. R., Viteri Gómez, G. R., Matute Fernández, J. O., Brito Tovar, M., Miranda Cali, L. R., & Ochoa Montoya, Y. T. (2023). *Predicción de la hipertensión arterial en trabajadores sanitarios, a través de un modelo de regresión*. 43(3), 160–165. <https://doi.org/10.12873/433gomez>

- Gorostidi, M., Gijón-Conde, T., de la Sierra, A., Rodilla, E., Rubio, E., Vinyoles, E., Oliveras, A., Santamaría, R., Segura, J., Molinero, A., Pérez-Manchón, D., Abad, M., Abellán, J., Armario, P., Banegas, J. R., Camafort, M., Catalina, C., Coca, A., Divisón, J. A., ... García-Donaire, J. A. (2022). Guía práctica sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en España, 2022. Sociedad Española de Hipertensión - Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 39(4), 174–194. <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2022.09.002>
- INEI. (2017). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES 2017*. https://proyectos.inei.gob.pe/endes/recursos/endes_2017_ficha_tecnica.pdf
- Kumar, P., Dwivedi, Y. K., & Anand, A. (2023). Responsible Artificial Intelligence (AI) for Value Formation and Market Performance in Healthcare: the Mediating Role of Patient's Cognitive Engagement. *Information Systems Frontiers*, 25(6), 2197–2220. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10136-6>
- Medina-Chicaiza, P., & Martínez-Ortega, A. G. (2020). Tecnologías en la inteligencia artificial para el Marketing: una revisión de la literatura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 4(30), 36–47. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss30.2020pp36-47>
- Naik, N., Hameed, B. M. Z., Shetty, D. K., Swain, D., Shah, M., Paul, R., Aggarwal, K., Ibrahim, S., Patil, V., Smriti, K., Shetty, S., Rai, B. P., Chlosta, P., & Somani, B. K. (2022). Legal and Ethical Consideration in Artificial Intelligence in Healthcare: Who Takes Responsibility? *Frontiers in Surgery*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.862322>
- Pawar, A. S., Mahadik, R., Dingankar, S., & Deepak, I. N. (2023). Algorithmic Insights into Predicting Hypertension Using Health Data in Cloud-Based Environments. *2023 International Conference on Artificial Intelligence for Innovations in Healthcare Industries (ICAIIHI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICAIIHI57871.2023.10489723>
- Tesillo Gomez, C. M., Escobar Arcaya, Y. A., & León Gutierrez, E. D. (2021). Predicción de hipertensión arterial a través de un sistema de regresión logística. *Innovación y Software*, 2(2), 60–74. <https://doi.org/10.48168/innosoft.s6.a44>
- Witkowski, E., & Ward, T. (2020). Artificial intelligence assisted surgery. In *Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 179–202). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00008-3>

00154

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 24 día(s) del mes de Febrero del año 2025 siendo las 11:20 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Wilder Mario Rimarachin el (la) secretario(a): Mg. Sergio Omar Valladares Castillo y los demás miembros: Mtra. Yngue Elizabeth Ramirez Pezo y el (la) asesor(a) Joseph Ibrahim Cruz Rodriguez

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Desarrollo de una API para la predicción de hipertensión arterial mediante aprendizaje automático

del(los) bachiller(es): a) Eduardo Antonio Arce Saavedra

b) Francisco Orbegoso Bardales

c) Ronald Torres Sánchez

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero de sistemas

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Eduardo Antonio Arce Saavedra

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>APROBADO</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>BUENO</u>	<u>MUY BUENO</u>

Bachiller -(b): Francisco Orbegoso Bardales

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>APROBADO</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>ACEPTABLE</u>	<u>BUENO</u>

Bachiller -(c): Ronald Torres Sánchez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>APROBADO</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>ACEPTABLE</u>	<u>BUENO</u>

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

_____ Presidente/a	_____ Secretario/a	
_____ Asesor/a	_____ Miembro	_____ Miembro
_____ Bachiller (a)	_____ Bachiller (b)	_____ Bachiller (c)



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0556-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 26 de setiembre de 2023

VISTO:

El expediente de **Arce Saavedra Eduardo Antonio**, identificado(a) con Código Universitario N° 201910440, **Orbegoso Bardales Francisco**, identificado(a) con Código Universitario N° 201910436 y **Torres Sanchez Ronald**, identificado(a) con Código Universitario N° 201912427, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Arce Saavedra Eduardo Antonio**, **Orbegoso Bardales Francisco** y **Torres Sanchez Ronald**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Desarrollo de una API para la Predicción de Hipertensión Arterial mediante Aprendizaje Automático con Scikit-Learn" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 26 de setiembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Desarrollo de una API para la Predicción de Hipertensión Arterial mediante Aprendizaje Automático con Scikit-Learn**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al (a la) **Mg. Sergio Omar Valladares Castillo** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Yngue Elizabeth Ramirez Pezo** y **Mg. Joseph Ibrahim Cruz Rodríguez**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Mg. Ketty Magaly Arellano Lino
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo