

Soluciones de TI basadas en machine learning aplicables a problemas del sistema de salud
peruano 

IT solutions based on machine learning applicable to problems of the Peruvian health system

Joseph Jeremy Tamayo Abanto  ORCID, Bryan Anthony Sauñe Huaman ORCID

Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima, Perú

Resumen

En la actualidad, la aplicación de inteligencia artificial en varios sectores ha sido un factor innovador y progresivo dentro de los sistemas de salud, esta herramienta ha demostrado ser muy eficiente en la calidad de atención médica capaz de detectar patrones, monitorear y mejorar la calidad de vida de pacientes con problemas de salud.

Por ello dentro del presente artículo se ha realizado una revisión sistemática de algunos casos en los que se emplean el aprendizaje automático como una solución que genera un gran impacto en el ámbito de salud en el Perú, con la finalidad de demostrar que aplicar estas nuevas tecnologías pueden promover un gran valor en cuanto servicio y calidad, donde se ha analizado casos de estudio publicados en un periodo comprendido de 2018 a 2023.

Según los resultados obtenidos, la gran mayoría de los resultados han revelado que con la aplicación de metodologías del aprendizaje automático es posible obtener una mayor eficiencia y calidad de servicio en los sistemas de salud peruano.

Palabras Claves: Aprendizaje automático, Sistema de salud, Soluciones TI, Aplicaciones, Enfermedades

Abstract

Currently, the application of artificial intelligence in various sectors has been an innovative and progressive factor within health systems. This tool has proven to be very efficient in the quality of medical care, capable of detecting patterns, monitoring and improving the quality of life of patients with health problems.

For this reason, within this article, a systematic review has been carried out of some cases in which machine learning is used as a solution that generates a great impact in the health field in Peru, with the purpose of demonstrating that applying these new technologies They can promote great value in terms of service and quality, where case studies published in a period from 2018 to 2023 have been analyzed.

According to the results obtained, the vast majority of the results have revealed that with the application of machine learning methodologies it is possible to obtain greater efficiency and quality of service in Peruvian health systems.

Keywords: Machine Learning, Health system, IT Solutions, Applications, Diseases

INTRODUCCIÓN

El sistema de salud peruano ha experimentado una serie de desafíos dentro de los últimos años, como la falta de acceso universal, la gestión ineficiente de recursos y una calidad desigual en la atención médica. Estos problemas se han agravado aún más con la pandemia de COVID-19, que ha destacado la necesidad urgente de mejorar la eficiencia, la equidad y la calidad de los servicios de atención médica en el país.

En este contexto, las soluciones TI basadas en Machine Learning han surgido como un catalizador potencial en la mejora del sistema de salud peruano. Machine Learning es considerada una rama de la inteligencia artificial que permite a las organizaciones de salud analizar un gran conjunto de datos, identificar patrones ocultos y tomar decisiones informadas basadas en evidencias.

También (Makishi Maeireizo & Rodríguez López, 2020) menciona los beneficios predictivos del machine learning y en su rol en distintos ámbitos tecnológicos, médicos, farmacológicos y biológicos debido a los resultados evidenciados por parte de expertos en la materia.

De esta manera en la siguiente investigación se va observar como la implementación del machine learning van a tener un mayor impacto positivo en la eficiencia, equidad y la prevención dentro de los sistemas de salud peruano, como también las dificultades y recomendaciones que se presentan tanto en el desarrollo del modelo como la necesidades en los sistemas de salud.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de Estudio:

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica, a través de la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). La pregunta de investigación establecida para conducir el proceso metodológico fue la siguiente: ¿Qué soluciones basadas en tecnologías de machine learning existen para los sistemas de salud en el Perú?

Fundamentación de la metodología

Las metodologías de revisión sistemática de literatura son una herramienta valiosa para mejorar la transparencia y la calidad en la presentación de revisiones sistemáticas y meta-análisis, lo que contribuye a una toma de decisiones más informada en la investigación y la práctica clínica. De acuerdo con (Hutton et al., 2016) Las revisiones sistemáticas, mediante meta análisis, nos permiten examinar cualitativa y científicamente con rigor la efectividad y seguridad de un tratamiento frente a otro para ayudar en la toma de decisiones.

Estrategia de búsqueda

Para la selección o búsqueda de información se trato de abordar la pregunta de investigación la cual aborda temas relacionados en implementación de soluciones TI que integran machine learning que aportan valor a los sistemas de salud en el Perú, para ello se inicio la búsqueda mediante las palabras claves como: “Machine Learning”, “Sistemas de salud”, “Inteligencia artificial”, “Predicción”, “Enfermedades”.

Para el desarrollo del estudio,delimitamos las fuentes de información o motores de base de datos como Scielo, Science Direct y Google Academics.

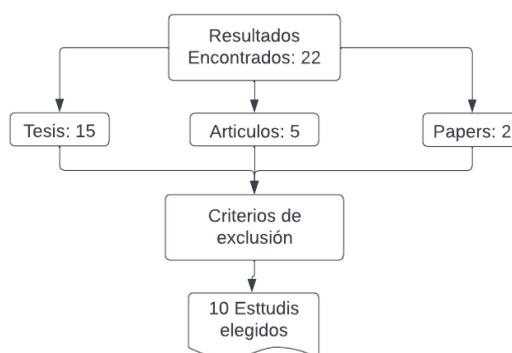
Criterios de inclusión y de exclusión

Para los criterios de inclusión y exclusión se tomaron en cuenta 3:

- 1) Se consideran fuentes escritos en inglés y español procedentes de Perú
- 2) Fuentes de por lo menos 5 años de antigüedad
- 3) Fuentes de información como artículos, libros, tesis, papers y artículos de revisión

Selección de Resultados

Figura 1. Proceso de selección de resultados



RESULTADOS

El presente estudio se realizó de con carácter no experimental por lo cual la principal fuente de conocimiento se utilizaron trabajos que respondan la pregunta de investigación acerca tecnologías de machine learning que brinden soluciones en sistemas de salud en el Perú

Según el estudio de (Makishi Maeireizo & Rodríguez López, 2020) nos habla un poco bajo el contexto del creciente número de personas diagnosticadas con covid-19 y la saturación en la atención, en la cual se trata de implementar el mejor modelo de aprendizaje automático para ello realiza distintas comparaciones de la algoritmos de machine learning para la predicción de diagnósticos clínicos en pacientes con covid-19, obteniendo un gran resultado implementando

el algoritmo de Máquina de Soporte Vectorial (SVM) y Bosque Aleatorio (Random Forest), con un precisión del 97%, .Esto trajo consigo una oportunidad en la identificación de pacientes con COVID-19 lo que permite gestionar de manera más eficaz las estrategias de vigilancia, prevención y control en los sistemas de salud peruano.

(Heredia-Menor & Mamani-Ticona, 2021) presenta una solución a la detección temprana de anemia a partir del análisis de uñas aplicando machine learning y técnicas en visión computacional, donde surge la problemática del diagnóstico de esta enfermedad describiendo que es necesario de tomar varias pruebas de laboratorio mediante análisis de sangre pero debido a la ausencia de equipos adecuados en hospitales no se puede. Por ello en su investigación implementa una arquitectura VGG19 como extractor de características en combinación con la técnica SVM logrando así demostrar que es posible detectar la anemia sin la necesidad de un análisis de sangre con mayor rapidez y resultados confiables.

(Chavez Olivera et al., 2022), implementó el uso de aplicaciones móviles complementado con técnicas de machine learning con la finalidad de predecir la probabilidad de pertenecer al grupo de riesgo cardiovascular, donde se ha tomado la tarea de escoger variables que tengan gran impacto en el entrenamiento del modelo y algoritmos machine learning que sean más precisos, como además la validación de un especialista en cardiología para comprobar el nivel de precisión del modelo. Se logro obtener un porcentaje de precisión de 87.00% y dentro del proceso de validación los especialistas encontraron que se pudiera mejorar agregando factores de riesgo cardiovascular, edad, sedentarismo, fumador, diabetes y consumidor de bebidas alcohólicas.

(Benites Loja & Coral Ygnacio, 2022), hace una revisión de las implementaciones de sistemas para la identificación de tendencias de la diabetes, durante su estudio hay la problemática de la construcción de sistemas de identificación orientas en diabetes, que menciona que los métodos de construcción más eficientes están orientados en la regresión logística y las redes neuronales. Lo que destaca en sus conclusiones es que las aplicaciones de inteligencia artificial son las herramientas base para el diagnóstico y prevención de diversas enfermedades.

(Curioso & Brunette, 2020), destaca la importancia de la inteligencia artificial como una gran estrategia para enfrentar la tuberculosis, dentro de su investigación destaca el rol de la inteligencia artificial y la relación con la salud, la comparación de algoritmos de inteligencia artificial para el diagnóstico de la tuberculosis y la inteligencia artificial para optimizar el diagnóstico de la tuberculosis en el Perú. En su observación final destaca que el uso de estas tecnologías es una gran oportunidad tanto para el desarrollo académico, social y de salud pero existen ciertas limitaciones como base de datos disponibles para la mejora de precisión de algoritmos de aplicaciones basadas en inteligencia artificial.

(Vilca Masco, 2020), hace un estudio para predecir el nivel de estrés en estudiantes universitarios aplicando técnicas de machine learning, donde la metodología propuesta CRISP-DM sujeta a las fases de: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y distribución para el entrenamiento del modelo basado en el aprendizaje automático. Dentro de los resultados obtenidos con el desarrollo del algoritmo árbol de decisión se obtuvo una precisión del 97% dando un gran desarrollo en el ámbito de la psicología como ayuda en entornos profesionales en el tratamiento de enfermedades de salud.

(Castro & Genesis, 2022), desarrolló la investigación en base a la elaboración de un modelo de machine learning para segmentar camas hospitalarias que mejore el servicio de calidad en salud

al paciente donde fue elaborado por medio del análisis cluster con la técnica de k-means, para poder visualizar las diferencias de mediciones de cada conglomerado, al final se logró realizar una correcta segmentación de camas en cuatro conglomerados con similares características, y esto a su vez evidencio la necesidad de camas estaban diferenciadas de acuerdo al tipo de tratamiento médico en los servicio de hospitalización lo que la propuesta de este modelo llegó ser aceptada por el encargado de requerimiento de camas hospitalarias considerando dicha propuesta como de vital importancia para llevar un mejor control y organización de recursos par la buena calidad de servicio hospitalario.

(Ordóñez Barrios, 2018), presenta el desarrollo de un modelo predictivo para pronosticar el diagnóstico de diabetes mellitus tipo2 soportado por la herramienta SAP Predictive Analytics, donde busca que la implementación permita optimizar el proceso de diagnóstico de la enfermedad y esto pueda brindar indicios sobre las acciones de cualquier institución de salud pueda tomar beneficio por cada paciente. Se logro crear el modelo predictivo junto la propuesta de para implementarlo donde ha sido comprobada la viabilidad a través del juicio de experto en la materia de medicina y telemedicina.

(Aguilar Guizado, Jack James & Sotelo Herrera, César Augusto, 2020), propone diseñar un modelo predictivo para la detección de neumonía con deep learning y visión computacional ante el déficit conocimiento dentro del sector salud y la integración correcta de redes neuronales, dentro de su metodología hace uso de imágenes de rayos x en el pecho, por lo que en los resultados se ha podido dar una gran contribución en la investigación usando estas nuevas tecnologías como apoyo para el diagnóstico de la enfermedad y así reducir la tasa de mortalidad que existe a nivel nacional e internacional.

(Daniel & Stephany, 2022), dentro de su estudio realizó un diseño de modelo tecnológico que ayuda en la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de leucemia pediátrica con el fin de aumentar la tasa de recuperación de la enfermedad, dentro de su modelo propuesto se utilizó el algoritmo de árbol de decisión multicase presentando un porcentaje de precisión del 92.86% por lo que ha sido validado su viabilidad por 2 expertos también recomienda el incluir nuevos módulos e integración de otro tipo de datos para obtener una solución más sólida que apoye en la asistencia médica en el diagnóstico y tratamiento de leucemia pediátrica.

DISCUSIÓN

Dentro de la revisión de los resultados de casos en la cual se implementan soluciones basadas en machine learning en los sistemas de salud del Perú podemos ver que:

Existe un enfoque basada en la predicción y diagnóstico, estas en su mayoría están relacionados en diagnósticos de condiciones médicas como el COVID-19, anemia, neumonía, leucemia, enfermedades cardiovasculares, diabetes, tuberculosis y también un poco en el ámbito psicológico como el caso de estrés en estudiantes universitarios.

Además se menciona la aplicación de algoritmos donde podemos destacar los modelos que tienden a una mayor precisión como el uso de Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), Bosques Aleatorios (Random Forest), Redes Neuronales, Regresión Logística, Árboles de Decisión, K-Means, entre otros, para abordar problemas de diagnóstico médico. Otro punto a destacar es el acompañar estos modelos mediante el uso de técnicas específicas: como Visión Computacional, análisis de imágenes médicas (rayos X), extracción de características (VGG19), y modelado predictivo con herramientas como CRISP-DM y SAP Predictive Analytics.

Por último se destaca la validación de los resultados por expertos o profesionales en el campo a destacar, lo que sugiere un enfoque riguroso que garantice la eficacia y precisión de los modelos predictivos, en algunos casos como forma de mejora y expansión se destaca la posibilidad de mejorar estos modelos agregando más variables o utilizando diferentes tecnologías para fortalecer los resultados. Varios de estos estudios presentan aplicaciones prácticas y casos de aceptación de los modelos propuestos dando viabilidad real de implementación en entornos de atención médica.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que el uso de soluciones basadas en Machine Learning en el sistema de salud peruano es prometedor para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios médicos. Las soluciones mencionadas han abordado diversos desafíos, como prever diagnósticos clínicos de COVID-19, detectar enfermedades como anemia y diabetes con anticipación y optimizar la administración de recursos en hospitales.

Se ha logrado un gran progreso en la predicción y diagnóstico de enfermedades gracias a la exitosa implementación de algoritmos de Machine Learning como Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), Bosque Aleatorio (Random Forest), redes neuronales y algoritmos de clustering. Esto ha posibilitado un tratamiento más preciso y oportuno.

En el sistema de salud peruano, adoptar enfoques tecnológicos resulta fundamental para hacer frente a problemas críticos como la escasez de recursos, la falta de acceso a pruebas de laboratorio especializadas y la saturación de servicios médicos como ocurrió durante la pandemia de COVID-19.

Se destaca la necesidad de una colaboración más estrecha entre expertos en salud y científicos de datos como un factor crucial para lograr un éxito continuo en la implementación de soluciones de Machine Learning en el sistema de salud peruano. Es esencial que los profesionales de la salud validen y den su opinión para asegurar que los modelos implementados sean precisos y confiables.

Aunque ha habido progresos notables, todavía existen desafíos persistentes en el camino. Entre ellos se encuentran la escasez de conjuntos de datos completos y fiables, así como la necesidad de contar con una sólida infraestructura tecnológica y acceso a recursos financieros para llevar a cabo estas soluciones a gran escala.

Para asegurar la implementación efectiva y sostenible de soluciones basadas en el aprendizaje automático en el sistema de salud peruano, se aconseja invertir más en infraestructura tecnológica y en la formación del personal. Asimismo, resulta fundamental considerar los dilemas éticos y la protección de la privacidad de los datos, a fin de garantizar un uso responsable y seguro de estas tecnologías en el ámbito de la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Guizado, Jack James & Sotelo Herrera, César Augusto. (2020). *Diseño de un modelo predictivo para la detección temprana de la Neumonía utilizando Deep Learning y Visión Computacional* [Universidad Tecnológica del Perú].
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/3970>
- Benites Loja, R. I., & Coral Ygnacio, M. A. (2022). Una revisión de las implementaciones de sistemas para la identificación de tendencias de la diabetes. *Interfases*, 016, 231-251.
<https://doi.org/10.26439/interfases2022.n016.5957>
- Castro, P., & Genesis, K. (2022). *Distribución de camas hospitalarias en un centro de salud mediante la técnica de Machine Learning* [Distribución de camas hospitalarias en un centro de salud mediante la técnica de Machine Learning].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/18593>
- Chavez Olivera, O., Galindo Honores, L., Barrientos Padilla, A., & Cuadros Galvez, M. (2022). *Aplicación Móvil para Predecir la Probabilidad de Pertenecer al Grupo de Riesgo Cardiovascular Utilizando Machine Learning*. 158-163.
<https://doi.org/10.54808/CICIC2022.01.158>
- Curioso, W. H., & Brunette, M. J. (2020). Inteligencia artificial e innovación para optimizar el proceso de diagnóstico de la tuberculosis. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(3), 554-558.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.373.5585>
- Daniel, M. V., & Stephany, S. C., Solainsh. (2022). *Modelo Tecnológico utilizando herramientas de Machine Learning para apoyar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de la leucemia pediátrica* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/663417>
- Heredia-Menor, K. A., & Mamani-Ticona, W. (2021). *Comparación de técnicas basadas en*

visión computacional y machine learning para la detección temprana de anemia a partir del análisis de uñas. 151-164. <https://doi.org/10.26439/ciis2020.5478>

Hutton, B., Catalá-López, F., & Moher, D. (2016). The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica (English Edition)*, 147(6), 262-266.
<https://doi.org/10.1016/j.medcle.2016.10.003>

Makishi Maeireizo, I., & Rodríguez López, M. E. (2020). *Machine learning para predecir la progresión de la condición médica de pacientes Covid-19 en el Hospital María Auxiliadora* [Universidad Científica del Sur]. <https://doi.org/10.21142/tb.2020.1754>

Ordóñez Barrios, D. A. (2018). *Modelo Predictivo para el diagnóstico de la Diabetes Mellitus Tipo 2 soportado por SAP Predictive Analytics* [Licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/624417>

Vilca Masco, H. (2020). *Predicción del nivel de estrés en estudiantes universitarios utilizando técnicas de machine learning* [Licenciatura, Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/4096>