



CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen VIII- N° 22 Marzo 2024

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen VIII- N° 22 Marzo 2024

ISSN 2521-8093



Cambios demográficos en la población de Lima Metropolitana, mediante una red neuronal supervisada, durante el periodo 2020, en desarrollo de la pandemia covid-19 y su proyección 2021-2025

Mag. Luis Miguel Nuñez Ramirez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Correo electrónico: lnunezr@unmsm.edu.pe

Recibido: 29 Diciembre 2023

Aceptado: 20 Febrero 2024

Resumen: El presente trabajo de investigación tuvo un diseño no experimental de nivel explicativo, de tipo observacional y predictivo. El objetivo de la investigación fue determinar los cambios demográficos de la población de Lima Metropolitana durante la pandemia del COVID-19, empleando un modelo matemático de red neuronal supervisada para establecer cambios en la mortalidad, natalidad y utilizó el algoritmo de optimización gradiente descendente para minimizar una función de activación que mide el error de predicción del modelo en el conjunto de datos. El procesamiento de la información se realizó mediante pruebas iterativas aplicada a la red neuronal, para desarrollar el aprendizaje supervisado. Finalmente, el análisis y entrenamiento de los datos se llevó a cabo mediante el uso del programa MATLAB, y el estudio de las proyecciones al usar redes neuronales construidas por MATLAB, entrenadas por el algoritmo de aprendizaje Back propagation.

Palabras claves: Datos poblacionales/ Red neuronal/ Función de activación/ Gradiente descendente/ Back propagation.

Abstract: The present research work had a non-experimental design of explanatory level, observational and predictive type. The objective of the research is to determine the demographic changes of the population of Metropolitan Lima during the COVID-19 pandemic, using a supervised neural network mathematical model to establish changes in mortality, birth rate and used the gradient descent optimization algorithm to minimize an activation function that measures the model's prediction error on the data set. The information processing was carried out through iterative tests applied to the neural network, to develop supervised learning. Finally, the analysis and training of the data is carried out by using the MATLAB program, and the study of the projections by using neural networks built by MATLAB, trained by the Back propagation learning algorithm.

Keywords: Population data/ Neural network/ Activation function/ Gradient descent/ Back propagation

Résumé : Le présent travail de recherche avait une conception non expérimentale de type explicatif, observationnel et prédictif. L'objectif de la recherche était de déterminer les changements démographiques de la population de la métropole de Lima pendant la pandémie de COVID-19, en utilisant un modèle mathématique de réseau neuronal supervisé pour établir les changements de mortalité, de taux de natalité et en utilisant l'algorithme d'optimisation de descente de gradient pour minimiser une activation. fonction qui mesure l'erreur de prédiction du modèle sur l'ensemble de données. Le traitement de l'information a été réalisé à travers des tests itératifs appliqués au réseau de neurones, pour développer un apprentissage supervisé. Enfin, l'analyse et l'entraînement des données ont été réalisés à l'aide du programme MATLAB, et l'étude des projections à l'aide de réseaux de neurones construits par MATLAB, entraînés par l'algorithme d'apprentissage de rétro-propagation.

Mots-clés: Données de population/Réseau neuronal/Fonction d'activation/Descente de gradient/Rétropropagation

1. Introducción

La pandemia causada por el coronavirus (COVID-19) que la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) la declaró pandemia mundial el 11 de marzo de 2020, siendo esta enfermedad mortal y de rápida propagación, especialmente en personas con un sistema inmune débil y en personas con comorbilidades (Otoya – Tono et al., 2020), motivó el interés por realizar esta investigación y determinar el impacto futuro en lo referente a la tasa de mortalidad, natalidad y el desarrollo socio-económico, especialmente en Lima Metropolitana. El propósito del presente estudio de investigación fue determinar y analizar los cambios poblacionales en Lima Metropolitana, así como sus proyecciones hasta el 2025, haciendo uso de modelos matemáticos de redes neuronales artificiales (RNA) y el programa MATLAB.

Según datos de la Universidad Johns Hopkins (2020), el Perú alcanzó, en determinado período de la pandemia la mayor tasa de mortalidad a nivel global y esto se debió a muchos factores, como la deficiencia del sector salud y la irresponsabilidad de muchos ciudadanos peruanos. A pesar de ello, esta pandemia trajo consigo alto nivel de desarrollo científico y tecnológico (Foladori & Delgado, 2020). Debido al rápido incremento de casos de contagio del COVID-19, el gobierno peruano declaró, el 15 de marzo de 2020, el aislamiento social obligatorio y el estado de emergencia, por esa razón se cerraron las fronteras, el transporte aéreo y terrestre. Estas medidas causaron problemas tales como la adaptación del sistema educativo público y privado, el cierre de los establecimientos comerciales, el cierre de empresas, con la finalidad de reducir los contagios en la población peruana (Pighi, 2020).

Bietta et al. (2020), plantearon en su estudio de investigación que fue de tipo observacional-descriptivo el que permitió analizar la relación del virus COVID-19 con la variación en la tasa de mortalidad en la región de Umbría, Italia.

Sosa et al. (2020), en su investigación, durante la pandemia COVID-19, resaltó en ciertas regiones de México la vulnerabilidad del país debido a las carencias en la educación, vivienda, salud y servicios básicos. Analizaron el impacto sobre la incidencia de contagios de COVID-19 en la población debido a la falta de tales servicios. Se aplicaron redes neuronales artificiales haciendo uso de datos municipales sobre el índice de rezago social y datos oficiales sobre muertes y contagios acumulados.

García et al. (2020), en su trabajo de investigación, desarrollaron su estudio orientado a enfrentar y atenuar los efectos del COVID-19, utilizando herramientas de inteligencia artificial. El objetivo que tuvo esta investigación fue presentar aplicaciones de inteligencia artificial utilizadas en la ciencia de datos y aprendizaje automático con el propósito de predecir la letalidad de la COVID-19.

Barrutia et al. (2021), en este trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de la pandemia COVID-19 sobre los factores socioeconómicos en el Perú y hacer recomendaciones para tomar medidas que permitan recuperar la economía y el bienestar social. Finalmente, se concluyó que la pandemia COVID-19, ha afectado a todos los países, en particular al Perú, en sus diversos sectores socioeconómicos. Se recomendó seguir analizando más detalladamente el impacto nefasto que ha ocasionado esta pandemia del COVID-19.

En cuanto al objetivo de investigación fue determinar un modelo matemático de red neuronal supervisada para explicar los cambios demográficos en la población de Lima Metropolitana, durante el período 2020 y su proyección y efectos sobre la actividad socioeconómica en el período 2021-2025.

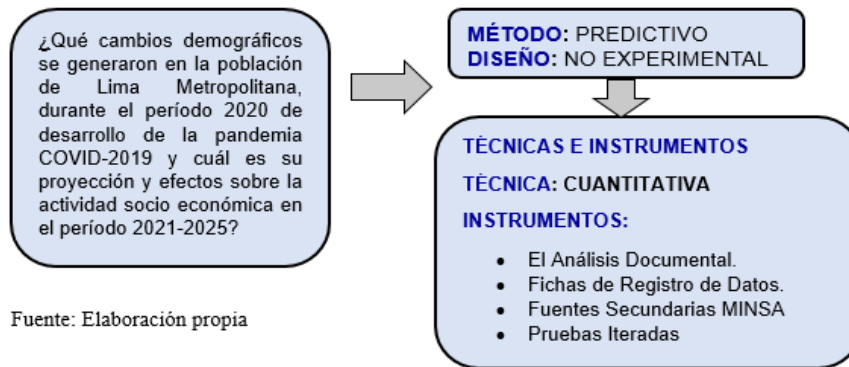
Según los objetivos específicos fueron: Determinar un modelo matemático de red neuronal supervisada para explicar los cambios que se produjeron en la natalidad de la población de Lima Metropolitana durante el período 2020 de desarrollo de la pandemia COVID-19 y su proyección para el período 2021-2025. Determinar un modelo matemático de red neuronal supervisada para explicar los cambios que se produjeron en la mortalidad de la población de Lima Metropolitana, durante el período 2020 de desarrollo de la pandemia COVID-19 y su proyección para el período 2021-2025. Establecer un modelo matemático de red neuronal supervisada para explicar como afectarán los cambios demográficos de la población de Lima Metropolitana ocurridos en el período 2020 de desarrollo de la pandemia COVID-19 a las actividades socioeconómicas del período 2021-2025.

El estudio se realizó considerando la información obtenida del Ministerio de Salud (MINSa, 2021) e Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021).

La investigación permitirá resolver un problema relacionado con la determinación de las variaciones en las características poblacionales causadas por un problema grave de salud pública en el Perú, en particular en Lima Metropolitana, tal es la pandemia COVID-19 y su impacto futuro en la mortalidad, natalidad y en la actividad socioeconómica. Es importante, porque se plantea un análisis basado en información real y reciente y los resultados, serán útiles a las instituciones relacionadas con la problemática, en salud pública y economía, para la toma de decisiones que permitan atenuar el impacto futuro de esta situación en la vida socioeconómica de Lima Metropolitana.

2. Material y métodos

La presente investigación utilizó un enfoque de tipo cuantitativo y de nivel descriptivo-propositivo, de diseño no experimental y longitudinal, y de método explicativo-predictivo. Ello sucede en virtud de la relación que guarden entre sí el número de nacimiento, de decesos y de desplazamientos ocurrido en relación a una población (Hernández, 1998). La población analizada estuvo conformada por los pobladores de Lima Metropolitana, que consta de 43 distritos, divididos en 4 conos: Lima centro, Lima Norte, Lima Este y Lima Sur. La muestra estuvo determinada para poblaciones grandes o infinitas, con varianza desconocida, se trabajó con la media poblacional y nivel de confianza del 97%, error 3%, resultado del tamaño $n=987$ personas.

Figura N° 1: Actividades del proceso investigativo

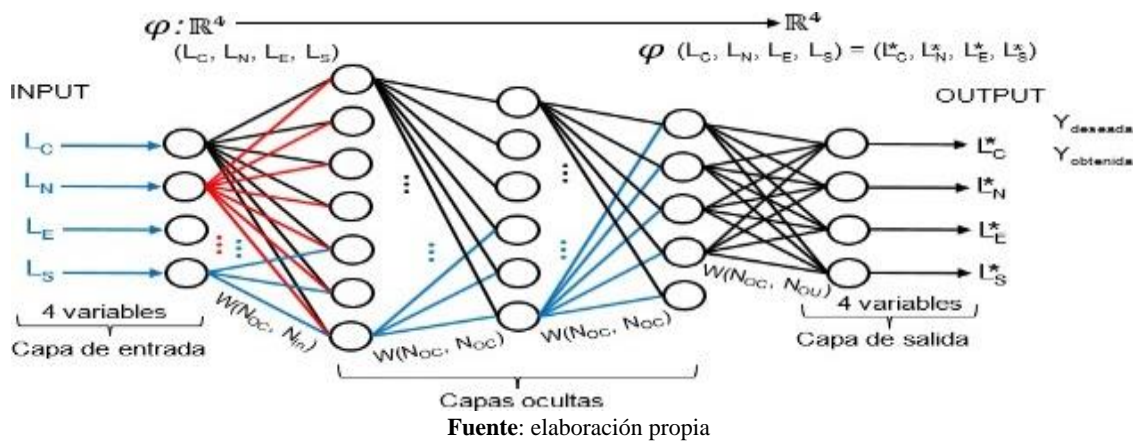
Fuente: Elaboración propia

Para alcanzar el objetivo de la investigación se determinó qué cambios se produjeron en la mortalidad y natalidad de la población de Lima Metropolitana en el año 2020 de desarrollo de la pandemia COVID-19 y cuál es su proyección para el período 2021-2025 y absolver la pregunta de investigación, por lo que se realizó las siguientes actividades: Se consultó las bases de datos del Ministerio de Salud (MINSA) y otros organismos oficiales que han registrados los nacidos vivos durante el año 2020. Se reportó los datos obtenidos a una base de datos propia para el trabajo de investigación. Se eligió el software MATLAB de procesamiento de redes neuronales. Se desarrolló el aprendizaje supervisado de la red neuronal de interés haciendo uso del software MATLAB elegido, hasta la obtención de los resultados esperados. Se interpretó los resultados relacionados con los cambios poblacionales afectados por los nacimientos y fallecidos.

3. Resultados

En la investigación se presenta el desarrollo de redes neuronales artificiales para la estimación y/o predicción de la cantidad de fallecidos por COVID 19, así como también el número de nacimientos en Lima Metropolitana en una proyección hasta el 2025

Figura N° 2: Esquema de la Red neuronal



38

Las redes neuronales artificiales se utilizan exitosamente para hallar los valores de los parámetros en diferentes problemas de ingeniería y estadística en los cuales las variables tienen una fuerte relación no lineal y es muy difícil modelar el problema mediante una función matemática fácilmente deducible.

Según el teorema de Kolmogorov (1957) es posible analizar cualquier función continua creciente en n variables aplicando sumas lineales más una función no-lineal continua y creciente en una variable. Según esto el conjunto de RNA a partir de tres capas, que son la de entrada, oculta y salida, es un conjunto denso en el espacio de las funciones continuas en n variables, y por ello, una red multicapa con una sola capa oculta permite realizar la aproximación hasta el nivel que se desee de cualquier función continua en un intervalo, siendo apropiadoras universales de funciones.

La RNA del tipo feedforward con aprendizaje backpropagation, definida por Rumelhart, tiene estructura de computación paralela según la cual una alta cantidad de unidades pequeñas de cálculo denominadas neuronas están todas interconectadas con la capa anterior de la cual reciben información y con la capa posterior hacia donde envían la información.

Estas redes están conformadas por la primera capa de entrada con variables elegidas que son neuronas receptoras o de entrada que intervienen en el resultado del problema. La capa de entrada se conecta a una o más capas ocultas en las cuales se realizan los cálculos. Por último, la información transformada llega a la capa de salida que proporciona los resultados, que corresponden a las variables de salida o neuronas de salida que interpretan el comportamiento del problema de acuerdo con las variables de entrada. Las capas ocultas están dotadas de una función de activación que limita la salida a un rango cercano, en la capa de salida se producen todos los valores de estimación. La salida de cada capa se expresa mediante:

$$Y_{\{N \times 1\}} = f(W_{N \times M} X_{M \times 1} + b_{N \times 1}) \dots (1)$$

Y: vector que contiene la salida de las N neuronas de una capa dada.

W: matriz de pesos sinápticos (importancias) para cada una de las M salidas para las N neuronas,

X: vector de entradas,

b: vector de sesgos o bases.

f es la función de activación.

Para la RNA la función de activación no-lineal es una función tangente hiperbólica de la forma:

$$f(Z) = \frac{1 - e^{-2Z}}{1 + e^{-2Z}}$$

Siendo Z la expresión contenida dentro del paréntesis de la ecuación (1).

El aprendizaje backpropagation es una técnica que consiste en desarrollar una optimización basada en derivadas, tal que el error es derivable tanto en función de los pesos de la capa de salida como de los pesos de la capa oculta.

Para ello se aplica la regla de la cadena con la finalidad de minimizar el tamaño del error de entrenamiento de la red neuronal que consiste en la diferencia entre los valores calculados por la RNA con un conjunto determinado de pesos y los valores originales.

Luego, tanto el error como las correcciones realizadas a los pesos se envían desde la capa de salida hacia atrás a la capa de entrada, lo cual justifica su denominación de propagación hacia atrás. En este caso, se eligió como forma de entrenamiento el método de descenso por gradiente, correspondiente al gradiente conjugado con escalamiento SCG (Scale Conjugate Gradient).

El desempeño de una RNA durante el entrenamiento y la validación se evalúa mediante el error promedio cuadrado RMSE (RootMean Square Error), el total de los cuadrados de los errores SSE (Sum of Squares of Error), el error relativo promedio MER (Mean Error Ratio), el error promedio cuadrado MSE (Mean Square Error), el factor de correlación R2 (R2 Correlación Factor).

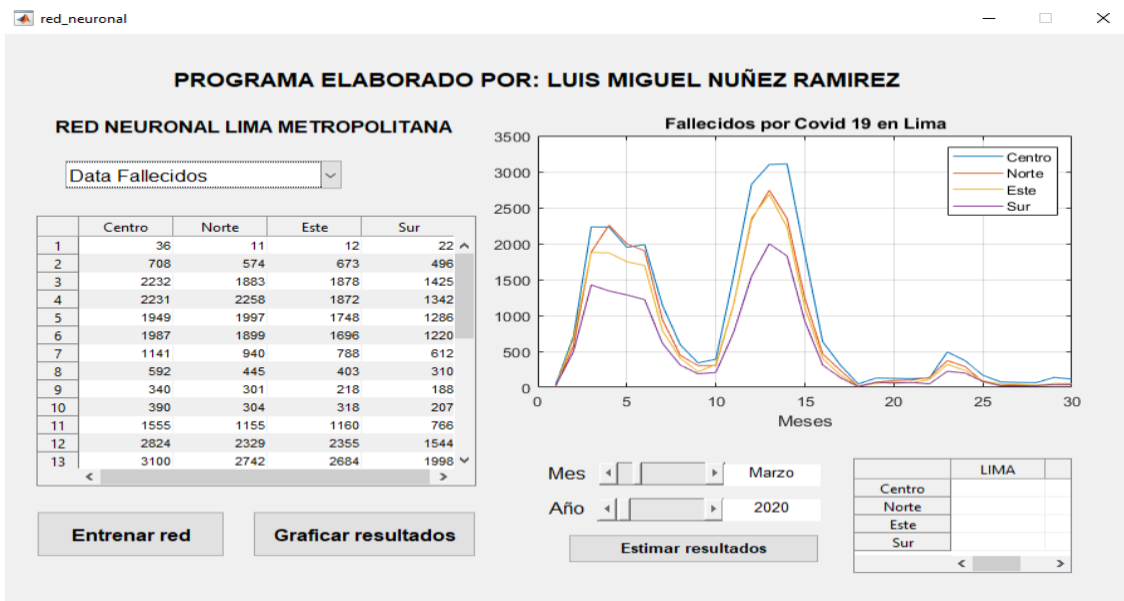
$$MSE = \sum_{t=1}^N \left(\frac{Y_t - O_t}{T} \right)^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \left[\sum_{t=1}^N \left(\frac{Y_t - O_t}{T} \right)^2 \right]}$$

donde, Y_t es la salida deseada, O_t es la salida obtenida, T es el número de registros en la base de datos, y N es el número de neuronas en la capa oculta.

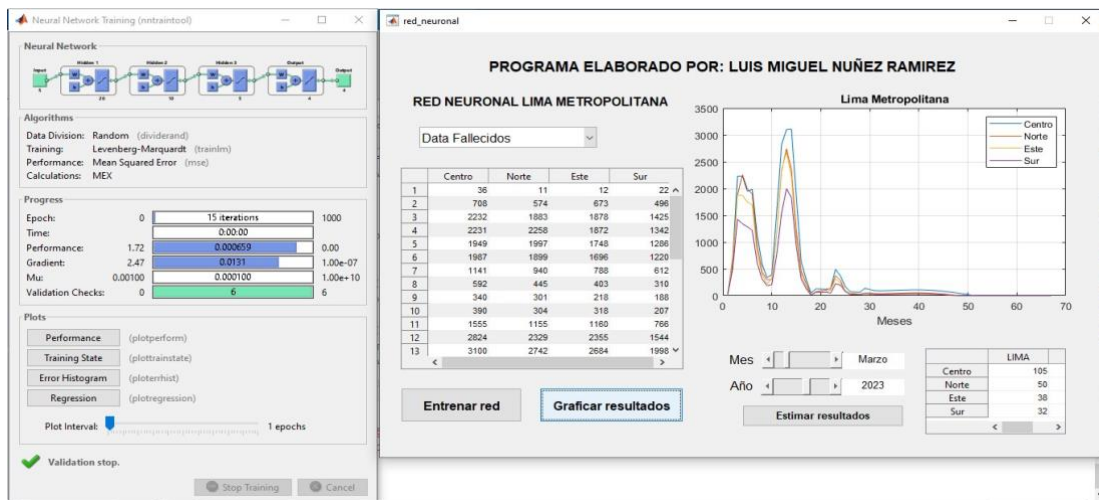
En este trabajo se realizó la construcción de dos redes neuronales desde el software Matlab, usando como primera base de datos el archivo Muertos COVID-19 Lima Metropolitana 2022, y como segunda base de datos Nacidos Lima Metropolitana 2022, de los cuales el 90 % fue usado como base de datos y el 10 % como fase de validación, utilizando las herramientas que ofrece Matlab para el armado de la red, e implementar un código para la manipulación de datos y los resultados que ofrece esta red neuronal. Se procede a construir la red neuronal para estimar la cantidad de fallecidos en Lima metropolitana por COVID 19 con una proyección hasta el 2025.

Figura N° 3: Data de fallecidos por COVID 19 en Lima Metropolitana sin entrenar



Fuente: elaboración propia

Figura N° 4: Data de fallecidos por COVID 19 en Lima Metropolitana entrenadas

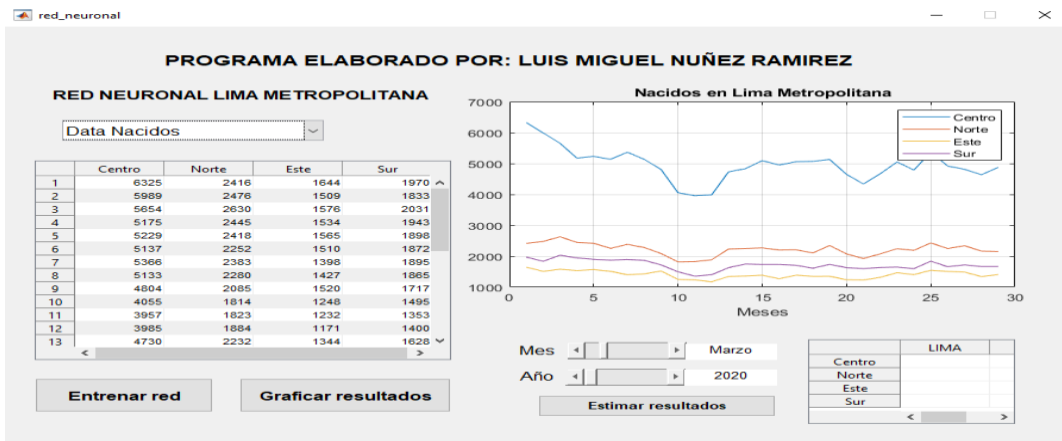


Fuente: elaboración propia

Los componentes de la interfaz gráfica están dados por: tabla de datos, en esta tabla se muestra la cantidad de fallecidos en Lima Centro, Norte, Este y Sur por COVID 19 mes a mes. Gráfico, el gráfico representa la cantidad de fallecidos vs la cantidad de meses desde el inicio de la Pandemia hasta el 2025. Red Neuronal, la ventana que está al lado izquierdo muestra los componentes de la red neuronal, así como también su performance. Predictor, en la parte inferior derecha de la ventana derecha se puede elegir la fecha para mostrar los resultados que proporciona la red.

En la Figura 4, puede apreciarse los resultados que da la red neuronal entrenada en cada año correspondiente deseado. La proyección generada por la red neuronal indica que el año 2025, la cantidad de fallecidos por el Covid-19 será despreciable.

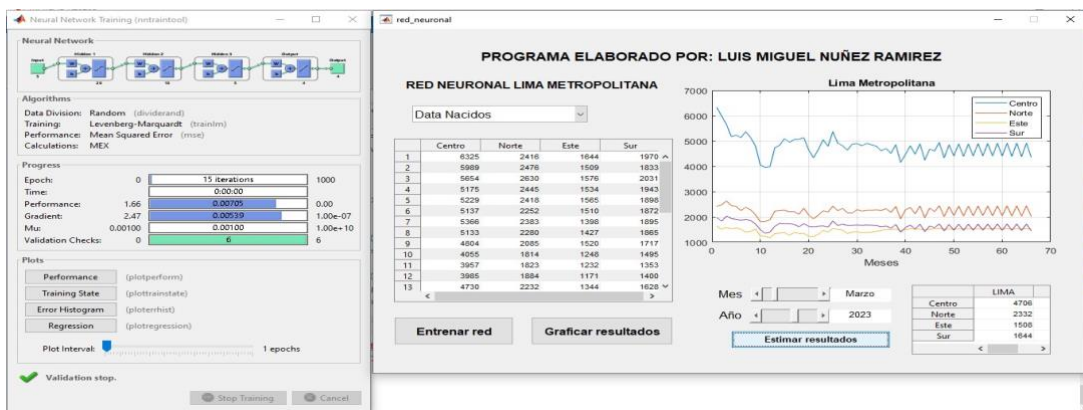
Figura N° 5: Data de nacimientos en Lima Metropolitana sin entrenar



41

Fuente: elaboración propia

Figura N° 6: Data de nacimientos en Lima Metropolitana entrenadas



Fuente: elaboración propia

Las componentes de la interfaz gráfica están dadas por tabla de datos, en esta tabla se muestra la cantidad de nacimientos en Lima Centro, Norte, Este y Sur desde inicios de la pandemia mes a mes. Gráfico, el gráfico representa la cantidad de nacimientos vs la cantidad de meses desde el inicio de la Pandemia hasta el 2025. Red neuronal, la ventana que está al lado izquierdo muestra los componentes de la red neuronal, así como también

su performance. Predictor, en la parte inferior derecha de la ventana derecha se puede elegir la fecha para mostrar los resultados que proporciona la red.

En la Figura 6, puede apreciarse como la red neuronal se encarga de entrenar la base de datos, en cada año deseado, sujeta a la variable de entrada y salida ya mencionadas, por la cual la red neuronal ya es capaz de predecir la cantidad de nacimientos ante el año 2025.

4. Discusión

Mediante el uso de un modelo matemático de red neuronal supervisada es posible explicar los cambios demográficos en la población de Lima Metropolitana durante el periodo 2020 de desarrollo de la pandemia del COVID-19 y su proyección 2021-2025. Se confirma, debido a que la red neuronal supervisada permitió realizar las estimaciones y/o predicciones, tanto de la cantidad de fallecidos por COVID-19, como del número de nacimientos en Lima Metropolitana durante el periodo 2020 y sus proyecciones para el período 2021-2025.

La proyección generada de los diagramas de barras permite decir que, en el año 2025, la cantidad de fallecidos por COVID-19 será nula, debido a que se habrá generado inmunidad en las personas por la aplicación y efectividad de las diversas vacunas que se compraron y, muy probablemente, a la llamada inmunidad de rebaño generada por los contagios masivos que tuvo que soportar la población peruana y, en particular, Lima Metropolitana en los cuatro conos. La proyección generada de los diagramas de barras indica que, en el año 2025, la tasa de nacimientos vuelve a aumentar, pero muy lentamente, en todo Lima Metropolitana, puesto que aún se mantiene la desconfianza e incertidumbre ocasionada por la pandemia. Este resultado tiene una similitud con las conclusiones de Sosa, Ortiz y Cabello, con la diferencia, que en el presente trabajo de investigación se ha usado redes neuronales aplicando el programa MATLAB y la data del MINSA.

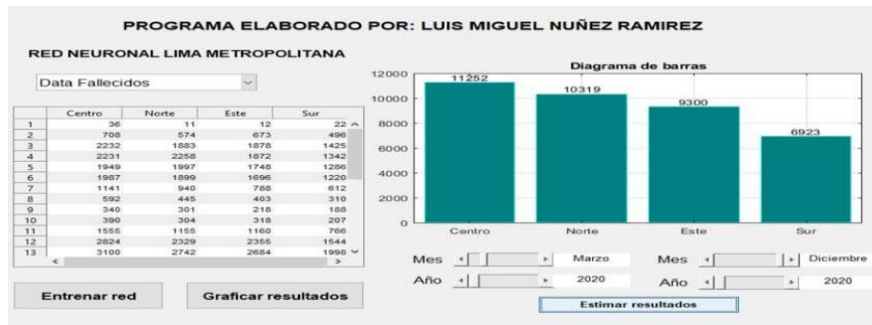
En función a la primera hipótesis específica, mediante la aplicación de un modelo matemático de red neuronal supervisada es posible explicar los cambios que se produjeron en la natalidad de la población de Lima Metropolitana durante el periodo 2020 de desarrollo de la pandemia del COVID-19 y cuál es su proyección para el periodo 2021-2025. Se confirma, puesto que los resultados que ofrece la red neuronal entrenada pueden apreciarse en los diversos gráficos y diagramas de barras que se pueden obtener estimando resultados mensuales, trimestrales o anuales, por lo cual la red neuronal entrenada es capaz de predecir la cantidad de nacidos hasta el año 2025. Este resultado tiene alguna afinidad con las conclusiones de García, Rodríguez, Ramón y Bello (2020) con la salvedad, que en la investigación se utilizó el lenguaje de programación MATLAB y el algoritmo BACKPROPAGATION para la predicción y/o proyección de la natalidad hasta el año 2025.

En función a la segunda hipótesis específica haciendo uso de un modelo matemático de red neuronal supervisada será posible definir qué cambios se produjeron en la mortalidad de la población de Lima Metropolitana durante el periodo 2020 de desarrollo de la pandemia del COVID-19 y cuál es su proyección para el periodo 2021-2025. Se confirma, debido a que los resultados que da la red neuronal entrenada pueden apreciarse en los diversos gráficos y diagramas de barras que ofrecen otra alternativa de apreciar el comportamiento de la cantidad de fallecidos en los cuatro conos que tiene Lima Metropolitana, estimando resultados mensuales, trimestrales o anuales, siendo capaz de predecir la cantidad de fallecidos hasta el año 2025. Este resultado tiene alguna afinidad

con las investigaciones de Bietta, Morini, Kamber, Cozzolino (2020) con la diferencia, que, en la investigación, se ha utilizado redes neuronales empleando el programa MATLAB para la predicción y/o proyección de la mortalidad en Lima Metropolitana hasta el año 2025.

En función a la hipótesis específica 3, aplicando un modelo matemático de red neuronal supervisada es posible explicar cómo afectarán los cambios demográficos en la población de Lima Metropolitana ocurridos durante el periodo 2020 de desarrollo de la pandemia COVID-19 a las actividades socioeconómicas del periodo 2021-2025. Se confirma, puesto que las proyecciones de las tasas de natalidad y mortalidad que dieron las redes neuronales usando el software matemático MATLAB, indican que, tendríamos un buen panorama de recuperación socioeconómico, aunque sería un proceso lento. Esta hipótesis tiene cierta afinidad en la investigación de Barrutia, Silva y Sánchez (2021), quienes mostraron las grandes falencias del sistema de salud en el Perú y recomendaron como debería actuar la sociedad peruana para enfrentar la pandemia (Maguiña, 2020).

Figura N° 7: Red neuronal de la data de fallecidos en Lima Metropolitana en el año 2020



43

Fuente: elaboración propia

Figura N° 8: Red neuronal de la data de nacidos en Lima Metropolitana en el año 2020



Fuente: elaboración propia

5. Conclusión

La investigación permitió determinar que a partir de la quincena de marzo de 2020 se originaron cambios demográficos en la población de Lima Metropolitana por la desproporcionada cantidad de fallecidos durante todo el año 2020 y gran parte del año 2021. Las proyecciones de las redes neuronales hasta el año 2025, con respecto a las tasas de natalidad y mortalidad son positivas, la cual indicaría que el proceso de recuperación socioeconómico será factible siempre y cuando la política gubernamental, promueva formas de gestión pública reactivadoras y dinámicas en los diversos sectores económicos y sociales.

La tasa de natalidad se vio afectada durante el desarrollo de la pandemia, especialmente en los años 2020 y 2021. La proyección generada por la red neuronal indica que, hasta el año 2025, la cantidad de nacimientos en Lima Metropolitana irá en aumento, pero de manera progresiva.

La tasa de mortalidad de Lima Metropolitana se vio afectada drásticamente en los años 2020 y 2021 del desarrollo de la pandemia. La proyección generada por la red neuronal indica que, en el año 2025, la cantidad de fallecidos por COVID-19 será nula.

Después de haber sido afectada la población de Lima Metropolitana, muy fuertemente por la pandemia del COVID-19, en los dos primeros años de su desarrollo, 2020 y 2021, las proyecciones generadas por la red neuronal hasta el año 2025, referentes a las tasas de natalidad y mortalidad, ofrecen un buen panorama de recuperación socioeconómica. Todo dependerá de la estabilidad política.

44

6. Literatura citada

Barrutia-Barreto, I., Sánchez-Sánchez, R. M. & Silva-Marchan, H. A. (2021). Consecuencias económicas y sociales de la inamovilidad humana bajo COVID-19 caso de estudio Perú. *Lecturas de Economía*, 94, 285-303.

Bietta, C., Morini, M., Zaidi, A. K., Cozzolino, F., & Dehgani-Mobaraki, P. (2020). Impact of COVID-19 on the mortality rates for the resident population of the Umbria region in Italy. *MedRxiv*.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.24.20200667v1.full>

Foladori, G., & Delgado, R. (2020). Para comprender el impacto disruptivo del covid-19, un análisis desde la crítica de la economía política. *Revista Migración y Desarrollo*, 18(34), 139-156.
<https://estudiosdeldesarrollo.mx/migracionydesarrollo/wp-content/uploads/2020/08/34-6.pdf>

García, M., Rodríguez, Y., Ramón, A., Bello, B., Filiberto, Y., Rosete, A., Caballero, Y., & Bello, R. (2020). Adquisición de conocimiento sobre la letalidad de la COVID-19 mediante técnicas de inteligencia artificial. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(3).
<http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/891/912>

Hernández, A. (1998). El estudio del crecimiento de las poblaciones humanas. *Papeles de Población*, 10, 17-20.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática** (2020). La población de Lima supera los nueve millones y medio de habitantes. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/la-poblacion-de-lima-supera-los-nueve-millones-y-medio-de-habitantes-12031/>
- Kolmogorov, A.** (1957). On the representation of continuous functions of many variables by superposition of continuous functions of one variable and addition. *Doklady Akademii Nauk SSRR*, 114, 953-956.
- Maguiña, Ciro.** (2020). Pandemia de la Covid19 y su impacto en el sistema de salud peruano. *Revista Peruana de Medicina Integrativ*, 5(3), 93-94. <https://rpmi.pe/index.php/rpmi/article/view/255/255>
- Ministerio de Salud** (2021). Data Set de Fallecidos por COVID-19 - [Ministerio de Salud - MINSAs]. <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/fallecidos-por-covid-19-ministerio-de-salud-minsa/resource/4b7636f3-5f0c-4404-8526>
- Otoya-Tono, A., García-Chabur, M., Jaramillo-Moncayo, M. & Campos, A.** (2020). COVID-19: generalidades, comportamiento epidemiológico y medidas adoptadas en medio de la pandemia en Colombia. *Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello*, 48(1), 79-92. <https://revista.acorl.org.co/index.php/acorl/article/view/519/430>
- Pighi, P.** (2020). Coronavirus en Perú: 5 factores que explican por qué es el país con la mayor tasa de mortalidad entre los más afectados por la pandemia. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-53940042>
- Sosa, M., Ortiz, E., & Cabello, A.** (2020). Impacto del rezago social en el número de muertes y contagios por COVID-19 en México análisis con redes neuronales artificiales empleando información a nivel municipal. *Contaduría y administración*, 65(5), 1-17. <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/3020/1585>

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen VII- N° 21 noviembre 2023

*Contáctenos en nuestro correo electrónico
revistactscafe@ctscafe.pe*

Página Web:
<http://ctscafe.pe>

135

