



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

**PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN
EDUCACIÓN**

Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico
de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Doctora en Educación

AUTORA:

Capuñay Sanchez, Dulce Lucero (0000-0001-8678-5766)

ASESOR:

Dr. Montenegro Camacho, Luis (0000-0002-8696-5203)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Innovaciones pedagógicas

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a mi hija Dulce Fernanda, a mis padres Agustín y Alcira, a mis hermanos y a todos los maestros del Perú que día a día entregamos lo mejor de nosotros en las aulas virtuales como consecuencia de la Pandemia.

Agradecimiento

A la Universidad Cesar vallejo, a mi asesor de tesis el Dr. Luis Montenegro Camacho, igualmente a mi esposo y colega Fernando Alain Incio Flores por las orientaciones brindadas durante toda esta investigación y a todos mis compañeros por las múltiples experiencias vividas en estos tres años de estudios, fueron tiempos de mucho aprendizaje.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y Operacionalización	16
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método de análisis de datos	19
3.7 Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. PROPUESTA	38
REFERENCIAS	40
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Estudiantes matriculados en el año 2021</i>	18
Tabla 2. <i>Características de la RNA</i>	21
Tabla 3. <i>Predicción de promedios de la RNA</i>	23
Tabla 4. <i>Proyección de resultados académicos</i>	26
Tabla 5. <i>Características de la RNA propuesta</i>	38

Índice de figuras

Figura 1. <i>Arquitectura típica de una red neuronal</i>	8
Figura 2. <i>Modelo no lineal de una neurona</i>	9
Figura 3. <i>Perceptrón simple</i>	10
Figura 4. <i>Neurona lineal de Adaline</i>	11
Figura 5. <i>Perceptrón con dos capas ocultas</i>	12
Figura 6. <i>Estructura de la red neuronal artificial</i>	21
Figura 7. <i>Coefficiente de correlación logrado en cada proceso</i>	22
Figura 8. <i>Error cuadrático medio</i>	23
Figura 9. <i>Simulación gráfica de los promedios</i>	27
Figura 10. <i>Simulación gráfica de los promedios finales</i>	28
Figura 11. <i>Diseño metodológico CRISP-DM</i>	39

Resumen

La presente investigación ha tenido como objetivo construir un modelo de red neuronal artificial para proyectar el rendimiento académico de los estudiantes del segundo grado de secundaria de la Institución Educativa N°16093 Jose Galvez de Chunchuquillo, presenta un enfoque cuantitativo, no experimental, de tipo predictiva y proyectiva. Se utilizó el diseño metodológico CRISP-DM, la arquitectura de la red neuronal implementada está formada por tres capas ocultas y una capa de salida, las variables de entrada de la red neuronal son 45 ítems de índole personal, social e institucional, la variable de salida es el promedio del estudiante. La red neuronal implementada logró una efectividad con exactitud en la predicción del promedio redondeado al entero más cercano del 88.67%, mientras que la efectividad en la predicción con una diferencia de ± 1 punto en el promedio es del 98.52%, garantizando de esta manera seguridad en la proyección del promedio de los estudiantes.

Palabras clave: Inteligencia artificial, rendimiento académico, predicción, proyección.

Abstract

The present research has aimed to build an artificial neural network model to project the academic performance of second grade high school students of the Educational Institution N ° 16093 Jose Galvez de Chunchuquillo, it presents a quantitative, non-experimental, predictive approach and projective. The CRISP-DM methodological design was used, the architecture of the implemented neural network is made up of three hidden layers and an output layer, the input variables of the neural network are 45 items of a personal, social and institutional nature, the variable of output is the student's average. The implemented neural network achieved an effectiveness with accuracy in the prediction of the average rounded to the nearest integer of 88.67%, while the effectiveness in the prediction with a point difference in the average is 98.52%, thus guaranteeing safety in the projection of the average of the students.

Keywords: Artificial intelligence, academic performance, prediction, projection.

I. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos durante su existencia han buscado inferir eventos y sucesos por medio del aprendizaje basado en la experiencia adquirida día a día; en este sentido podemos afirmar que el pronóstico, la predicción y la proyección es una práctica inherente en el ser humano que surge a partir de un conocimiento empírico o científico, por ejemplo; una persona observando el espacio aéreo, el color de las nubes y el viento puede inferir si va a llover o no, un meteorólogo basado en las variables atmosféricas puede pronosticar el estado del tiempo para las próximas temporadas. Los modelos estadísticos de regresión forman parte de algunos métodos de predicción y proyección más comunes, no obstante en ellos existen cierta dificultades, la exigencia de requisitos para su aplicación son numerosos, entre ellos podemos mencionar la independencia de los datos, la normalidad e igualdad de varianzas, la linealidad, la normalidad de los residuos y el tamaño muestral (Cohen et al., 2013; Maxwell et al., 2017). Ante esta dificultad podemos hacer uso de las redes neuronales artificiales (RNA) como una alternativa de solución, las RNA han sido conceptualizadas como técnicas estadísticas no paramétricas al estar libres del cumplimiento de los parámetros estadísticos anteriormente mencionados y a su vez nos proporcionan porcentajes de predicción elevados y seguridad en la proyección (Sarle, 1994).

Según el Ministerio de Educación (MINEDU, 2018) del 14 de agosto al 30 de setiembre de 2018 el Perú participó del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), desarrollado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el cual tiene como objetivo evaluar la capacidad de los estudiantes para combinar habilidades y conocimientos para hacer frente a los desafíos de este mundo globalizado, en este contexto 342 colegios fueron evaluados, el 70% perteneciente a colegios estatales y el 30% pertenecientes a colegios no estatales, abarcando una población de 8028 estudiantes, 6086 estudiantes fueron evaluados en Lectura, Matemática y Ciencia y 1942 estudiantes en educación financiera. De un total de 79 países que participaron en la evaluación el Perú ocupó los últimos lugares evidenciando el bajo rendimiento académico de los estudiantes. Este problema que adolece a la educación peruana viene desde años anteriores, resultados similares a los obtenidos en el año 2018 se obtuvieron

en las evaluaciones realizadas el 2012 y 2015 e involucra a cada una de las instituciones educativas. La Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo no es ajena a esta realidad, dentro de los múltiples problemas que presenta, el bajo rendimiento académico de sus estudiantes cada año toma mayor notoriedad. Hoy por hoy, el desafío que enfrenta el MINEDU es fomentar una educación basada en logro de competencias de tal manera que el estudiante sea capaz de combinar conocimientos y habilidades para dar solución a una situación problemática en un tiempo determinado en este mundo globalizado en el que vivimos.

Diversos eruditos en el tema señalan que el logro de estas competencias se miden mediante los estándares de aprendizajes, en este sentido el rendimiento académico es el sistema que mide el logro de las competencias de los estudiantes utilizando métodos cuantitativos y/o cualitativos (Acevedo y Rocha, 2011; Edel, 2003a, 2003b; Torres y Rodríguez, 2006). En esta investigación llamamos rendimiento académico a la evaluación de las competencias expresado en notas en escala vigesimal (0-20), las cuales han sido facilitadas por la dirección del colegio para fines estrictamente de investigación. Dentro de las múltiples teorías, diversos investigadores han mostrado preocupación por conocer cuáles son los factores que intervienen en el logro de competencias de los estudiantes en todos los niveles de educación, “existen diversos factores asociados al rendimiento académico los cuales son considerados de índole interno y externo al individuo, de orden social, cognitivo y emocional, los cuales son clasificados en tres categorías: determinantes personales, determinantes sociales y determinantes institucionales” (Garbanzo, 2007, p. 47). La pregunta que ha guiado esta investigación es: ¿En qué medida la implementación de un modelo de red neuronal artificial puede proyectar el rendimiento académico de los estudiantes de segundo grado de secundaria de la Institución Educativa N°16093 Jose Galvez de Chunchuquillo?.

Esta investigación basada en redes neuronales artificiales para predecir resultados académicos tiene una justificación teórico, práctico y metodológico. En el aspecto teórico aporta conocimiento existente en el área de la inteligencia artificial para realizar investigaciones en educación, de esta manera se fomentan investigaciones multidisciplinarias que afiancen y enriquezcan el sistema educativo.

En el aspecto práctico, brinda al docente los posibles resultados académicos finales de los estudiantes sin necesidad de haber culminado el curso, de esta manera el docente puede utilizar estrategias pedagógicas, instrumentos y herramientas adecuadas a tiempo durante el proceso enseñanza-aprendizaje en bien de la población estudiantil. En el aspecto metodológico, incorpora la metodología CRIS-DM muy poco usada en investigaciones dentro del campo de la educación.

El objetivo general de esta investigación es construir un modelo de red neuronal artificial para proyectar el rendimiento académico de los estudiantes del segundo grado de secundaria de la Institución Educativa N°16093 Jose Galvez de Chunchuquillo, para lograr este objetivo he planteado los siguientes objetivos específicos: determinar los factores determinantes que influyen en el rendimiento académico, recolectar y preparar los datos, diseñar la arquitectura de la red neuronal, implementar el modelo neuronal artificial y validar el modelo implementado.

La hipótesis de investigación planteada es que mediante el diseño e implementación de un modelo de red neuronal artificial es posible proyectar el rendimiento académico de los estudiantes del segundo grado de secundaria de la Institución Educativa N°16093 Jose Galvez de Chunchuquillo.

II. MARCO TEÓRICO

En el contexto internacional, diversos autores han realizado valiosos aportes en educación utilizando redes neuronales artificiales. En Chile, Zambrano et al. (2011) en su investigación titulada “Análisis de rendimiento académico estudiantil usando data Warehouse y redes neuronales” cuya población estuvo constituida por los alumnos de la Universidad de Atacama que estudiaban la carrera de Ingeniería Civil, el objetivo de esta investigación es analizar y proyectar el rendimiento académico correspondiente al curso de Computación e Informática, el diseño metodológico de esta investigación comprende dos etapas, la primera etapa es la implementación de Data Warehouse (DW), la cual contempla cuatro procesos: el modelamiento conceptual, el modelado lógico y la implementación física, la carga de los datos y el análisis Rolap, la segunda etapa es la implementación de la arquitectura de la RNA cuyos índices de eficacia se sustentan en el error cuadrático medio, el error residual estándar y el índice de adecuación. Los investigadores concluyeron haciendo uso del DW y las RNA se puede realizar un análisis eficiente del rendimiento académico de los estudiantes, a su vez se puede proyectar el número de asignaturas aprobadas utilizando datos históricos.

En la República de Cuba, Álvarez et al. (2016) realizaron una investigación titulada “Predicción de resultados académicos de estudiantes de informática mediante el uso de redes neuronales artificiales”, la investigación se realizó en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría en la carrera de Ingeniería Informática cuyo objetivo fue diseñar e implementar un modelo neuronal para proyectar los resultados académicos que alcanzarán los estudiantes en las asignaturas de Estructuras de Datos I y Estructuras de Datos II. En la implementación de la RNA utilizó una capa de entrada, una capa oculta y una capa de salida, en la capa de entrada se utilizó 21 neuronas, de esta manera siguió el criterio de utilizar una neurona por cada variable de entrada, en la capa de salida se utilizó 11 neuronas y dos neuronas en la capa de salida, una por cada curso. La investigación concluyó que este modelo de red neuronal implementado en Matlab logró una efectividad de predicción del 78% en la asignatura Estructuras de Datos I y 75% de predicción en la asignatura Estructuras de Datos II, concluyendo de esta manera que las redes neuronales son una herramienta poderosa en temas de predicción y

pueden ser muy provechosas en el sector educativo para mejorar el rendimiento académico.

En Turquía, Çetinkaya y Baykan (2020) realizaron una investigación titulada “Predicción del talento de programación de estudiantes de secundaria utilizando redes neuronales artificiales”, en la cual implementaron un modelo de red neuronal artificial para proyectar aptitudes de un profesional de la programación en los estudiantes de secundaria de la escuela “Konya Science Center” en Turquía durante el año 2018-2019 en base a la información demográfica, problemas de plegado de papel, dibujo de mapas, pensamiento analítico y calificaciones de los estudiantes obtenidas de un curso en Code.org, la población estuvo constituida por 200 estudiantes del quinto, sexto y séptimo grado. La RNA fue implementada en Matlab, la cual fue entrenada con tres algoritmos distinto: regularización bayesiana, Levenberg Marquardt y el gradiente conjugado escalado, el mejor ajuste al modelo lo lograron con el algoritmo de Regularización Bayesiana. Los resultados de esta investigación muestran que las redes neuronales artificiales mediante un aprendizaje supervisado pueden pronosticar de manera válida y eficiente las aptitudes en programación de los estudiantes.

En el contexto nacional, Vega (2019) realizó una investigación “Modelo de pronóstico de rendimiento académico de alumnos en los cursos del programa de estudios básicos de la Universidad Ricardo Palma usando algoritmos de Machine Learning” con el objetivo de predecir el número de alumnos que aprueban o desaproveban el programa de estudios básicos partiendo de datos históricos y utilizando técnicas de Machine Learning, para determinar el mejor porcentaje de efectividad en la predicción decidió trabajar con los algoritmos de redes neuronales artificiales y el algoritmo de Boosting. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo y correlacional, la población estuvo conformada por 574283 calificaciones correspondiente a 9118 estudiantes matriculados en la Universidad Ricardo Palma durante los semestres comprendidos desde el 2015-I hasta el 2019-0. Para el entrenamiento y la prueba del modelo se utilizó el 70% y 30% de la población respectivamente. La investigación concluyó que haciendo uso de datos históricos transaccionales y aplicando técnicas de

Machine Learning es posible predecir el número de aprobados o desaprobados en las asignaturas del programa de estudios básicos.

En la Universidad Nacional del Callao, Zevallos (2017) en su tesis titulada “Predicción del rendimiento académico mediante redes neuronales” diseñó e implementó una red neuronal utilizando como algoritmo de aprendizaje Resilient Backpropagation con el objetivo de determinar a priori el rendimiento académico alcanzado por los estudiantes del nivel primario durante el primer trimestre. La muestra seleccionada en la investigación está constituida por tres instituciones de nivel primario: I.E. 5091 Hijos de Grau, la I.E. 5052 Virgen de la Merced y la I.E.P. Héroes del pacífico. Se concluyó que la red neuronal implementada permite proyectar el rendimiento académico de los estudiantes con un 84% de efectividad en la predicción.

En la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) , Menacho (2017) en su investigación “Predicción del rendimiento académico aplicando técnicas de minería de datos” empleó técnicas de minerías de datos, árboles de decisión, redes bayesianas y redes neuronales para proyectar el rendimiento académico utilizando datos de los estudiantes matriculados en el curso de estadística General en la UNALM, los resultados evidencian que la red Naive de Bayes brinda un 71% de efectividad en la predicción.

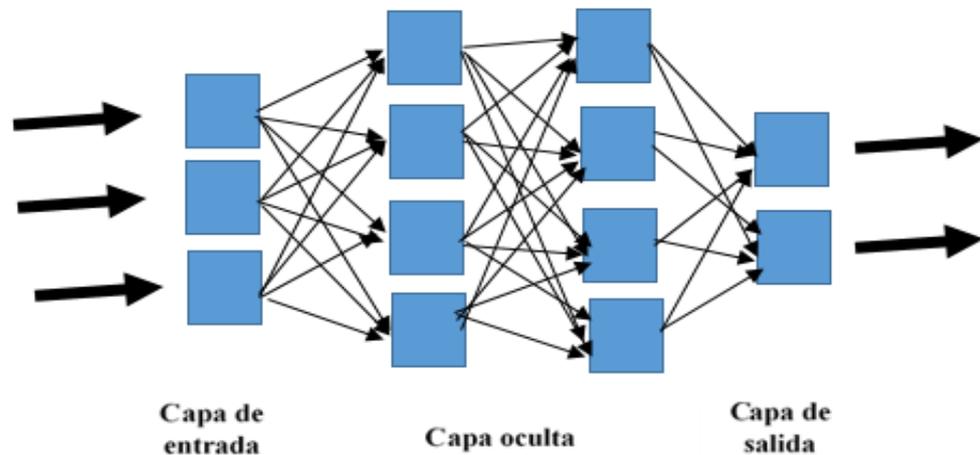
En la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua Incio et al. (2021) realizaron una investigación para predecir el rendimiento académico de estudiantes universitarios correspondiente al curso de Física basados en datos históricos, la investigación consistió en modelar y predecir los promedios finales de los estudiantes en el mencionado curso, para tal fin diseñaron e implementaron una red neuronal artificial en la Toolbox de Matlab con dos algoritmos de aprendizaje: el gradiente conjugado escalado, y el Levenberg Marquardt, los resultados dan cuenta de una RNA con altos niveles de predicción, el primer algoritmo logró una predicción del 70% mientras que el segundo logró una predicción del 86%, de esta manera una vez más las RNA se convierten en una herramienta importante para la predicción y en una alternativa para dar solución a los problemas que el campo de la educación presenta.

Considerando el contexto local, y realizando una búsqueda en universidades pertenecientes al departamento de Lambayeque, no se han encontrado investigaciones relacionadas a rendimiento académico y RNA, sin embargo en la universidad Señor de Sipán, en su trabajo de tesis Piscoya (2017) la cual tituló “Aplicación de técnicas de minería de datos para predecir la deserción estudiantil en la educación básica regular en la Región de Lambayeque” mediante técnicas de minerías de datos implementó una RNA con el objetivo de predecir la deserción estudiantil en los colegios de nivel primario y secundario de educación básica regular pertenecientes a la Unidad de Gestión Educativa (UGEL) Chiclayo. Los vectores de entrada de la RNA estaban conformados por datos históricos comprendidos entre los años 2006-2015. Esta investigación Tecnológica cuasi experimental concluyó que la RNA implementada permitía predecir la deserción estudiantil con porcentajes de efectividad de 91% y 96%. En el ámbito general, investigadores en diversas partes del mundo destacan la importancia de las redes neuronales artificiales (RNA) como una herramienta que pueda brindar una solución a problemas que el sistema educativo trae consigo, por dar un ejemplo se puede mencionar la deserción estudiantil y el rendimiento académico (Cukurova et al., 2020; Cukurova, Kent, et al., 2019; Cukurova, Luckin, et al., 2019; Luckin y Cukurova, 2019).

Una de las características que distingue al ser humano es de la de adquirir conocimiento diario basado en la experiencia adquirida a lo largo de su vida, análogamente y basado en este razonamiento: “una red neuronal artificial es un algoritmo computacional cuya modelo de capas de entradas, ocultas y de salidas se asemeja al funcionamiento de las neuronas en el cerebro, en la cual las capas se encuentran conectadas mediante nodos” (MathWorks, s. f., párr. 1), la función principal de la RNA radica en el entrenamiento y procesamiento de datos con la finalidad de reconocer patrones de voz, imágenes, aproximar funciones, predecir y proyectar eventos, entre otros, tal como lo afirma (Kaviani y Sohn, 2020; Lobo et al., 2018; Piotrowski et al., 2020). Una RNA es un modelo matemático computacional integrado mediante unidades procesadoras cuya estructura se asemeja a las neuronas del cerebro humano, las cuales se encuentran interconectadas unas con otras, capaz de reconocer patrones, clasificar datos y pronosticar eventos futuros con gran precisión. En la Figura 1 se puede ver la

arquitectura de una red neuronal con una capa de entrada, dos capas ocultas y una capa de salida.

Figura 1. *Arquitectura típica de una red neuronal*



Nota. Elaboración propia

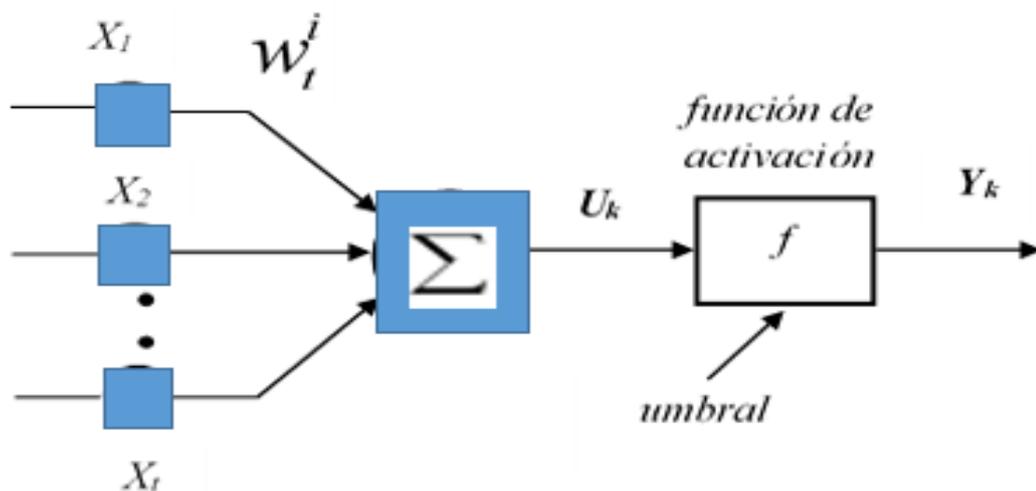
La columna vertebral de una RNA tiene en su estructura cuatro elementos fundamentales, Poznyak et al. (2001) refieren que la estructura interna de la red está determinada por los pesos o sinapsis, estas conexiones pueden ser excitadoras o inhibitoras; un sumador, encargado de ponderar la suma de todas las entradas multiplicadas por las sinapsis; una función de activación no lineal y un umbral de exterior.

El comportamiento de una neurona artificial está basado en la réplica del funcionamiento de una neurona biológica del cuerpo humano, cuya esencia es el aprendizaje por medio de la experiencia. Las neuronas biológicas del hombre son células microscópicas que habitan en nuestro sistema nervioso cuya función es activar o inhibir la actividad eléctrica del cerebro, una neurona biológica está constituida por las dendritas, el axón y el soma que cumplen la función de canal de entrada, canal de salida y el procesador respectivamente (Estela et al., 2021; Van y Glasser, 2018). Tomando como base la estructura de esta neurona, se puede tener una idea concreta de la estructura de una neurona artificial, Rumelhart y McClelland (1986, como se citó en Elman, 1991) define a una neurona artificial como un dispositivo que recibe un conglomerado de datos de entrada (causa) para generar una salida (efecto), técnicamente cada neurona artificial consta de un conjunto de entradas (X_1, X_2, \dots, X_t), vectores de pesos sinápticos (w_i^i), una o más

funciones de propagación (U_k) que realiza la suma ponderada del producto escalar del vector de entrada y el vector de pesos sinápticos, una función de activación y de salida las cuales se implementan de acuerdo a las características del problema, la Figura 2 muestra el modelo no lineal de una neurona, las señales de entrada ingresan a la neurona, de esta manera se realiza la suma ponderada del producto escalar del vector de entrada y el vector de pesos sinápticos siendo afectados por la función de activación.

Conocer los distintos tipos de RNA permite al investigador obtener mejores resultados en su investigación dependiendo del número de capas y de neuronas con las que se elija trabajar de tal manera que la red ayude a resolver problemas de alta complejidad con gran precisión. Las redes neuronales artificiales de acuerdo a su estructura en el número de capas más comunes son: Perceptrón simple, Adaline, Perceptrón multicapa, redes de Feedforward, redes de Elman, redes de Hopfield (Hyon et al., 2021; Kumar y Panwar, 2022; Xu et al., 2021).

Figura 2. Modelo no lineal de una neurona



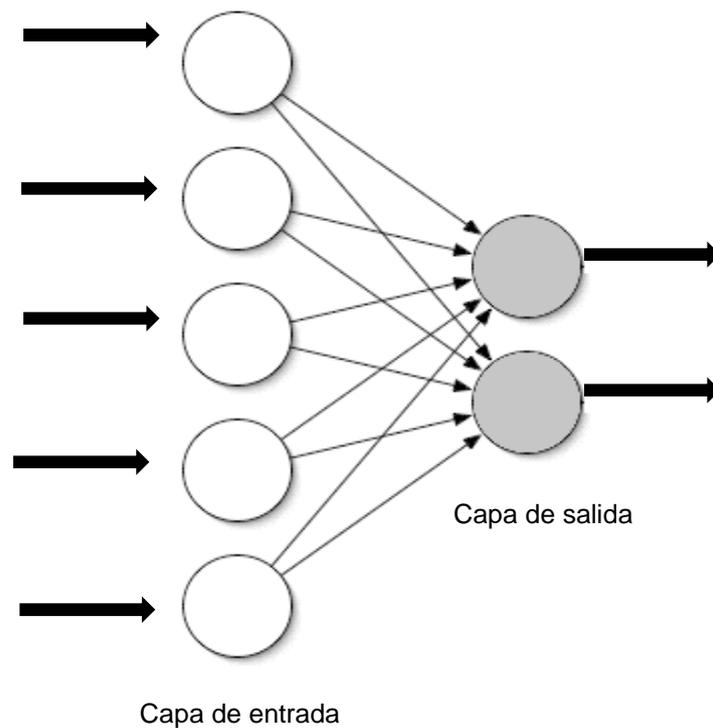
Nota. Elaboración propia

El Perceptrón simple fue desarrollado en 1962 por Rosenblatt, la arquitectura de la red está formada por una capa de entrada y una capa de salida provistas de cierto número de neuronas: “n” y “m” neuronas en cada capa respectivamente. El algoritmo en un Perceptrón simple es el siguiente: $y_i = f\left(\sum_{j=1}^n w_{ij}x_j - \theta_i\right)$, donde

$i = 1, \dots, m$, y x_j son las entradas (variable discreta), y_i la salida, w_{ij} los pesos sinápticos, f es la función de activación (función escalón) en la capa de salida y θ_i el error. La Figura 3 muestra la estructura de un Perceptrón simple con cinco neuronas en la capa de entrada y dos neuronas en la capa de salida.

El algoritmo del Perceptrón simple permite determinar los pesos sinápticos automáticamente, razón por la cual esta red puede utilizarse como clasificador, en caso los patrones sean linealmente separables se obtendrán resultados perfectos, caso contrario el algoritmo no convergerá hacia un error nulo, esta red neuronal no puede categorizar elementos no lineales por lo que le genera grandes limitaciones en su funcionamiento, puesto que solo es capaz de representar funciones linealmente separables (Bao et al., 2021; Chen et al., 2021; Sang, 2021).

Figura 3. *Perceptrón simple*



Nota. Elaboración propia

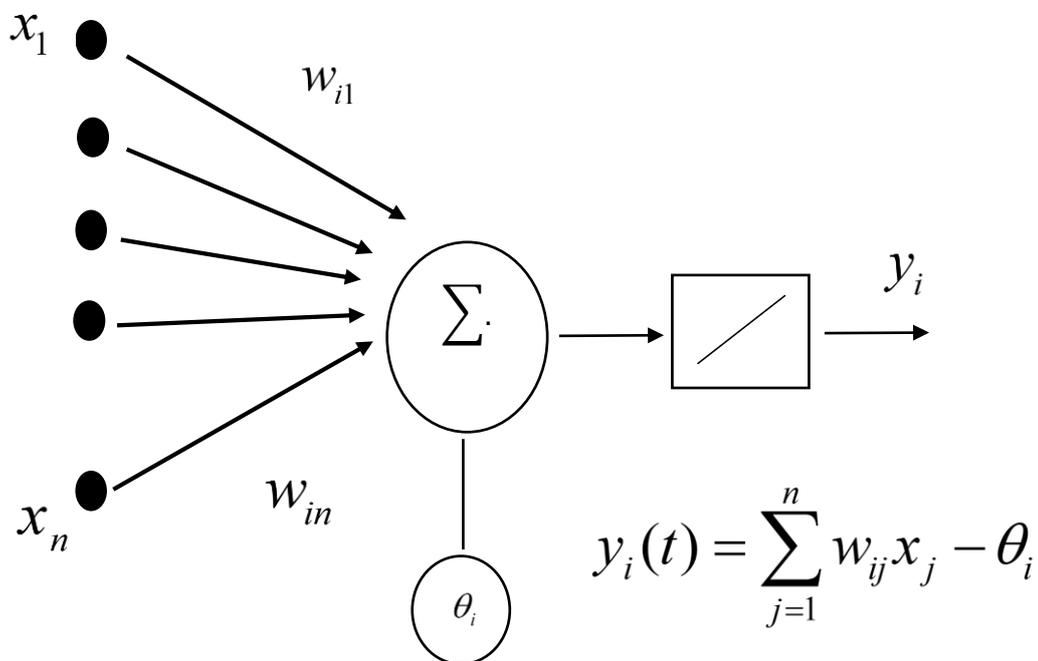
Adaline fue desarrollada en el año 1960 por Widrow y Hoff en la Universidad de Stanford, en este modelo de red neuronal las entradas pueden ser continuas, utiliza como regla de aprendizaje la famosa Least Mean Square (LMS) o también llamada regla de los mínimos cuadrados fundamentada como un problema de

optimización de una función de coste la cual en base a los pesos sinápticos va midiendo el rendimiento de la red. La ecuación de Adaline es la siguiente:

$$y_i(t) = \sum_{j=1}^n w_{ij}x_j - \theta_i, \text{ donde } i = 1, \dots, m, x_j \text{ son las entradas (variable continua), } y_i \text{ la}$$

salida, w_{ij} los pesos sinápticos y θ_i el error. El método de optimización que utiliza Adaline para alcanzar una configuración óptima de los pesos es el llamado descenso del gradiente (Abate et al., 2021; Li et al., 2021; Zhao, 2021) . La Figura 4 ilustra la neurona de la red neuronal Adaline.

Figura 4. *Neurona lineal de Adaline*



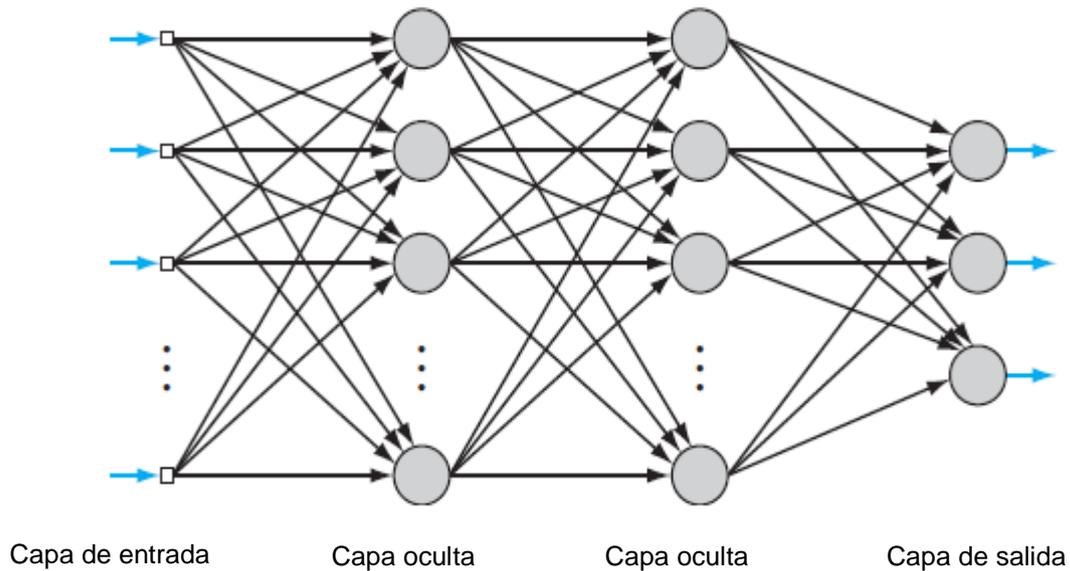
Nota. Elaboración propia

Resulta conveniente resaltar que a diferencia del perceptrón simple que produce actualizaciones discretas en los pesos, Adaline genera actualizaciones en los pesos de tipo continuo, es decir que un mayor error va a producir una actualización mayor.

El *Perceptrón Multicapa* surge como una solución a las limitaciones del perceptrón simple y Adaline, consiste en incluir una o más capas ocultas, este modelo de red neuronal para el entrenamiento utiliza el algoritmo Back Propagation (BP) o también conocido como el algoritmo de retropropagación de errores, es por

tal razón que algunos autores como Poznyak et al. (2001) le llaman red de retropropagación. La figura 5 ilustra la estructura de una red neuronal con dos capas ocultas.

Figura 5. *Perceptrón con dos capas ocultas*



Nota. Elaboración propia

El Perceptrón Multicapa se caracteriza por tener distintas funciones de activación para la capa oculta y la capa de salida, entre ellas podemos mencionar la función lineal, sigmoidea y la tangente hiperbólica. Este modelo de red neuronal logró adquirir gran popularidad por su capacidad de aproximar cualquier función continua en un intervalo hasta el nivel deseado con una sola capa oculta. No obstante, el Perceptrón Multicapa también tiene sus limitaciones en el proceso de extrapolación, si la red realiza un mal entrenamiento o entrena de manera insuficiente las salidas van a ser imprecisas. Otra limitación que presenta esta red es la existencia de mínimos locales en la función error que una vez que son encontrados se detiene el entrenamiento sin haber alcanzado la convergencia. Dentro de las múltiples aplicaciones, el Perceptrón Multicapa se utiliza para solucionar problemas de asociaciones de patrones, segmentación de imágenes y agrupación de datos (Abdullah et al., 2021; Alelaumi et al., 2021; Aryankia y Selmic, 2021).

Las redes de Feedforward o red neuronal pre alimentada superan las dificultades que presenta el Perceptrón al no estar limitadas únicamente a

problemas linealmente separables, su arquitectura está compuesta de una capa de entrada, una o varias capas ocultas que se alimentan de su antecesora (hacia adelante) y dependen de la capa de entrada y una capa de salida vinculada a las neuronas de la o las capas ocultas, el producto de las neuronas de cada capa es transmitida hacia delante de la red pasando por cada una de las capas ocultas. Esta red se caracteriza por lograr un mejor aprendizaje al tener más capas ocultas, frecuentemente suele necesitar de tres a cuatro capas ocultas, en tal sentido cada capa es vista como una etapa complementaria del algoritmo, otra característica que destaca es la sencillez para su implementación y simulación. Las redes de Feedforward se emplean en la clasificación de patrones, reconocimiento de imágenes, simulación y modelamiento de problemas de costo velocidad o costo exactitud, entre otras aplicaciones que se les quiera dar (Albu et al., 2019; Aslam et al., 2019; Hachaj y Piekarczyk, 2019).

Las redes de Elman surge en 1990 como una mejora a las redes de Feedforward puesto que emplean los valores actualizados y valores rezagados de las neuronas que se encuentran en las capas ocultas contiguas para la retroalimentación, este modelo de red neuronal permite modelar series temporales, su diseño y arquitectura de la red la asemeja a un modelo dinámico con variables latentes. Entre las múltiples características que posee debemos mencionar a la capacidad de convergencia que tiene la red, es decir que el número de iteraciones que deben realizar los datos de entrenamiento y prueba es menor comparado con otros modelos de red, también debemos resaltar su porcentaje de efectividad, sin embargo, esto tiene un costo en cuanto al tiempo, las redes de Elman necesitan un tiempo mayor de procesamiento comparado con las redes de Feedforward, esta desventaja es más notoria cuando el número de neurona y el número de capas es mayor en cada situación, pensar en la posibilidad de agregar una capa oculta en la arquitectura de una red de Elman debe ser contemplado solo si la complejidad del problema lo pide (Estela et al., 2020; Jida et al., 2021; Johnston y Patel, 2021; Ling et al., 2021).

Las redes de Hopfield recuperan patrones partiendo de una función incompleta, tienen como virtud almacenar la información de forma asociativa, en tal sentido sus neuronas se encuentran interconectadas unas con otras. La

información la codifica en vectores con entradas binarias. (Almira et al., 2021; Liu et al., 2021; Xiang et al., 2021)

En la actualidad, uno de los desafíos que afronta el Ministerio de Educación lograr una educación basada en competencias de tal manera que el estudiante tenga la facultad de combinar conocimientos, habilidades y actitudes para dar solución a una situación problemática en un tiempo determinado. Diversos estudios (Acevedo y Rocha, 2011; Edel, 2003a, 2003b; Incio y Capuñay, 2020; Incio y Delgado, 2020; Torres y Rodríguez, 2006) señalan que el logro de estas competencias se miden mediante los estándares de aprendizajes, en este sentido el rendimiento académico es el sistema que mide el logro de las competencias en los estudiantes mediante la intervención de métodos cuantitativos y cualitativos.

En este contexto entiéndase como rendimiento académico a la evaluación de las competencias expresado en notas mediante la escala vigesimal las cuales se tomarán del sistema académico de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo. Diversos estudios han mostrado preocupación por conocer cuáles son los factores determinantes que intervienen en el logro de competencias de los estudiantes en todos los niveles de educación. Así, “encontramos diversos factores asociados al rendimiento académico del estudiante, donde intervienen componentes tanto internos como externos al individuo. Pueden ser de orden social, cognitivo y emocional, clasificados en tres categorías: determinantes personales, determinantes sociales y determinantes institucionales” (Garbanzo, 2007, p. 47).

Dentro de los *determinantes personales* Salanova et al. (2005) sustentan que estos son capaces de influenciar en el logro y no logro de las competencias; podemos encontrar a la motivación, la competencia cognitiva, el auto concepto académico, la autoeficacia percibida en el bienestar psicológico, el grado de satisfacción que se tiene al realizar las tareas académicas, la inteligencia, el sexo y las calificaciones obtenidas en los cursos previos, todos estos mencionados anteriormente tienen una influencia directa con el rendimiento académico de los estudiantes.

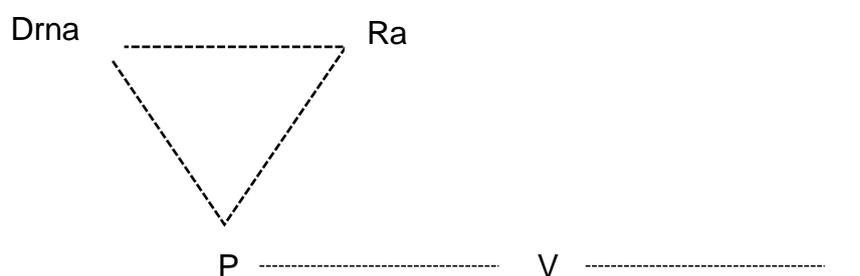
En su investigación Alagaba y Karpinski (2020) considera como *determinantes sociales* a las desigualdades socioculturales, el entorno familiar, el nivel educativo de la madre y del padre , las variables demográficas y el acceso que se tiene a internet y a distintos medios de comunicación dentro de la localidad.

Finalmente, los *determinantes institucionales* engloba a la gestión académica y administrativa, tal como lo afirma (Busebaia y John, 2020) donde considera en su investigación como factores intervinientes a los servicios institucionales de apoyo, la infraestructura, el ambiente estudiantil, la asistencia a clases, la complejidad de los planes de estudio, el internet y otros; estos últimos conjuntamente con los determinantes personales y sociales influyen de manera positiva o negativa en el logro de competencias de los estudiantes.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, no experimental, de tipo predictiva y proyectiva puesto que, anticipamos sucesos futuros partiendo del presente (preferencia) haciendo uso de la experiencia adquirida por medio de la recolección de datos y eventos predictores, posteriormente se formuló una propuesta basada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que recorre los estadios descriptivo, explicativo, exploratorio, comparativo y analítico (Hurtado, 2000). El siguiente diagrama ilustra la investigación:



Dna : Diseño de la Red Neuronal Artificial.

Ra : Rendimiento académico a proyectar de los estudiantes.

P : Propuesta del modelo de Red Neuronal Artificial.

V : Validación del modelo implementado.

I : Implementación del modelo de red neuronal artificial.

Para implementar el modelo de Red Neuronal Artificial hemos utilizado la metodología CRISP-DM, primero hemos elaborado el plan de ejecución teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, seguidamente hemos recolectado, seleccionado y preparado los datos obtenidos de las encuestas, luego hemos construido la arquitectura de la RNA, se validó el modelo y finalmente se implementó el modelo de RNA.

3.2 Variables y Operacionalización

La variable dependiente es la proyección del rendimiento académico, cuantitativa, expresada en una escala vigesimal, la cual se obtuvo del sistema académico de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo. Para Garbanzo (2007), los factores que intervienen en el rendimiento académico

son de orden “social, cognitivo y emocional, clasificados en tres categorías: determinantes institucionales, determinantes sociales y determinantes personales” (p.47).

Los determinantes institucionales abarcan: Relación entre el profesor y el estudiante, clima estudiantil, servicios de apoyo que brinda el colegio a los estudiantes, condiciones e infraestructura de la institución educativa y la complejidad de los cursos (Busebaia y John, 2020; Garbanzo, 2007).

Los determinantes sociales engloban: las desigualdades sociales y culturales, las condiciones en que se desarrolla la convivencia familiar del estudiante, el nivel educativo de los padres, del tutor o del apoderado con quien vive el estudiante, el nivel educativo de la madre en caso esta viva en el mismo hogar que el estudiante, el nivel socioeconómico de la familia y las variables demográficas (Alhadabi y Karpinski, 2020; Garbanzo, 2007).

En los determinantes personales podemos encontrar a: las percepciones que tiene el estudiante sobre las habilidades, capacidades y motivaciones que posee, la motivación extrínseca e intrínseca, las estrategias de aprendizaje significativo, las creencias y el conjunto de percepciones que tiene el estudiante sobre sí mismo, la autoeficacia percibida, la estabilidad emocional y el bienestar psicológico, la deserción estudiantil o la continuidad de sus estudios de manera regular, la asistencia a clases, el sexo, la inteligencia y aptitudes del estudiante (Garbanzo, 2007; Salanova et al., 2005).

La variable independiente es la red neuronal artificial que se diseñó e implementó con el fin de proyectar el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo, en la cual se evaluó teniendo en cuenta el error cuadrático medio, el coeficiente de correlación, funciones de transferencia y aprendizaje, la RNA se diseñó e implementó con el comando *nntool* que se encuentra en la Toolbox del software científico Matlab 2016a.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Para Hernández et al. (2014) la población es el conjunto de elementos o casos que son objeto de estudios estadístico y tienen características comunes. Esta investigación está conformada por 235 estudiantes de tercer, cuarto y quinto grado de nivel secundario, la Tabla 1 detalla la cantidad de estudiantes por grado de estudios en el nivel secundaria de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo.

Tabla 1. *Estudiantes matriculados en el año 2021*

Grado	Sección A	Sección B	Total
Tercero	42	41	83
Cuarto	39	41	80
Quinto	35	37	72

Nota. Datos tomados de la I.E Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo (2021)

Se decidió trabajar con la totalidad de la población, de los 235 estudiantes logramos aplicar el cuestionario a 203 estudiantes como consecuencia de la coyuntura actual en la que vivimos a causa del Covid-19 sumado a diversos factores de conectividad.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación se utilizó la técnica de la encuesta en la recolección de datos, y como instrumento un cuestionario (anexo 02) , se tuvo la necesidad de emplear en algunos casos un cuestionario físico y en otros casos un cuestionario digital dependiendo de las circunstancias debido a la conectividad de los estudiantes. El cuestionario está conformado por 45 ítems relacionados a factores endógenos y exógenos que intervienen en el rendimiento académico de los estudiantes agrupados en tres dimensiones: a) determinantes personales, el cual comprende los primeros 19 ítems; b) determinantes sociales, el cual abarca desde el ítem 20 hasta el ítem 30 y finalmente c) determinantes institucionales desde el ítem 31 hasta el ítem 45. Para la validez de contenido y de constructo del instrumento se utilizó el criterio de juicio de expertos y para la confiabilidad del instrumento se utilizó la prueba de Kuder-Richardson (KR_{20}) calculada en el Software Excel 2016 al tratarse de ítems de respuestas dicotómicas (SI-NO); el

análisis estadístico arrojó un coeficiente de confiabilidad de 0.84 calificado como bueno, por lo tanto asegura que el instrumento es confiable (Cronbach, 1951; Feldt, 1965; Foster, 2020, 2021). Seguidamente describimos la fórmula para calcular el coeficiente de confiabilidad Kuder-Richardson:

$$KR_{20} = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(\frac{V_t - \sum pq}{V_t}\right)$$

Donde:

KR_{20} : Coeficiente de confiabilidad.

n : Número de ítems que contiene el instrumento.

V_t : Varianza total de la prueba.

$\sum pq$: Sumatoria de la varianza individual de los ítems.

Dado que la validez y la confiabilidad del instrumento se garantizó, se procedió a aplicar el instrumento a toda la población estudiantil de la I.E Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria. La data obtenida fue almacenada y tratada primero en el Excel 2016 y luego en el Software Científico MATLAB 2016a con la finalidad de implementar la arquitectura de la red neuronal artificial.

3.5 Procedimientos

Se informó al director de la I.E Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo sobre la investigación a realizar en la institución educativa que dirige, al mismo tiempo se solicitó por escrito su autorización para aplicar las técnicas e instrumentos de recolección de datos que la investigación requería. Se aplicó el cuestionario dirigido a los estudiantes de tercero, cuarto y quinto grado de secundaria de manera: a) virtual, utilizando una de las herramientas de Google Drive: "Formulario de Google", llamadas telefónicas y llamadas de WhatsApp; y b) presencial, dependiendo de la conectividad del estudiante como consecuencia del Covid-19.

3.6 Método de análisis de datos

Para analizar los datos que alimentan la entrada y salida del modelo de red neuronal implementada empleamos el Software Matlab, el error cuadrático medio

(ECM) y el coeficiente de correlación (R) permiten evaluar el ajuste más óptimo del modelo de RNA implementado, siendo:

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{ic} - y_{im})^2$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_{ic} - y_{im})^2}{\sum_{i=1}^n (y_{ic} - y_m)^2}$$

Siendo “*n*” es el número total de observaciones, y_{ic} es el *i*-ésimo valor calculado en la salida de la red, y_{im} es el *i*-ésimo valor medido, finalmente y_m es el valor medio de los valores calculados.

3.7 Aspectos éticos

La investigación se realizó cumpliendo la normativa interna de la Universidad Cesar Vallejo y de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo, así mismo se cumplió la normativa establecida en las normas APA séptima edición respetando los derechos de autoría y propiedad intelectual. En el mismo sentido y respetando los valores que todo profesional debe cultivar, garantizamos que los datos y los resultados no han sido manipulados a fin obtener lo deseado.

IV. RESULTADOS

En el afán de obtener una modelo de red neuronal que mejor se ajuste a los resultados en la predicción y de esta manera garantizar un proyección confiable, hemos realizado numerosos intentos en la implementación y en el entrenamiento de la red que van desde el número de capas hasta el número de neuronas en cada capa, la Tabla 2 describe las características de la RNA con la que hemos obtenido mejores resultados en esta investigación la cual fue entrenada mediante ocho iteraciones en un tiempo de 20 segundos.

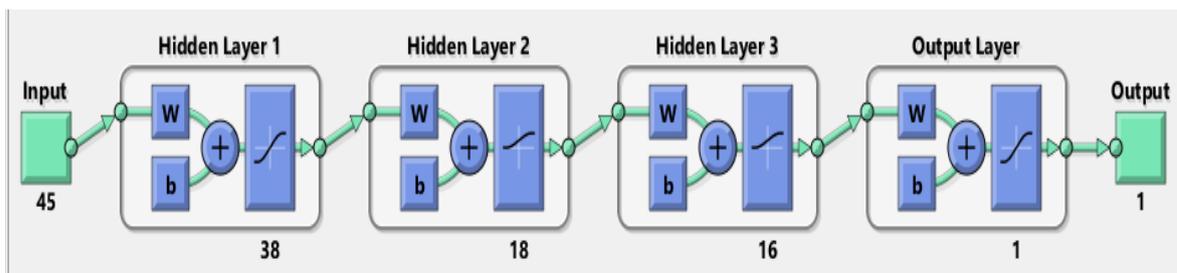
Tabla 2. *Características de la RNA*

Elementos de la RNA	Característica
Tipo de red	Feed-forward Backpropagation
Función de entrenamiento	Propagación hacia atrás de Levenberg-Marquardt (TRAINLM)
Función de aprendizaje	Descenso de gradiente con peso de impulso y función de aprendizaje de sesgo (LEARNGDM)
Función de desempeño	Error cuadrático medio (MSE)
Función de transferencia	Función de transferencia sigmoidea tangente hiperbólica (TANSIG)
Nº de Número de capas	4
Nº de Neuronas en la capa oculta 1	35
Nº de Neuronas en la capa oculta 2	18
Nº de Neuronas en la capa oculta 3	16
Nº de Neuronas en la capa de salida	1

Nota. RNA implementada en el Matlab 2016a con resultados que mejor se ajusta al modelo.

La Figura 6 ilustra como está compuesta la RNA que mayor se ajusta al modelo; presenta tres capas ocultas (Hidden Layer) y una capa de salida (Output Layer), la primera, segunda y tercera capa oculta presentan 38, 18 y 16 neuronas respectivamente, finalmente la capa de salida presenta una sola neurona.

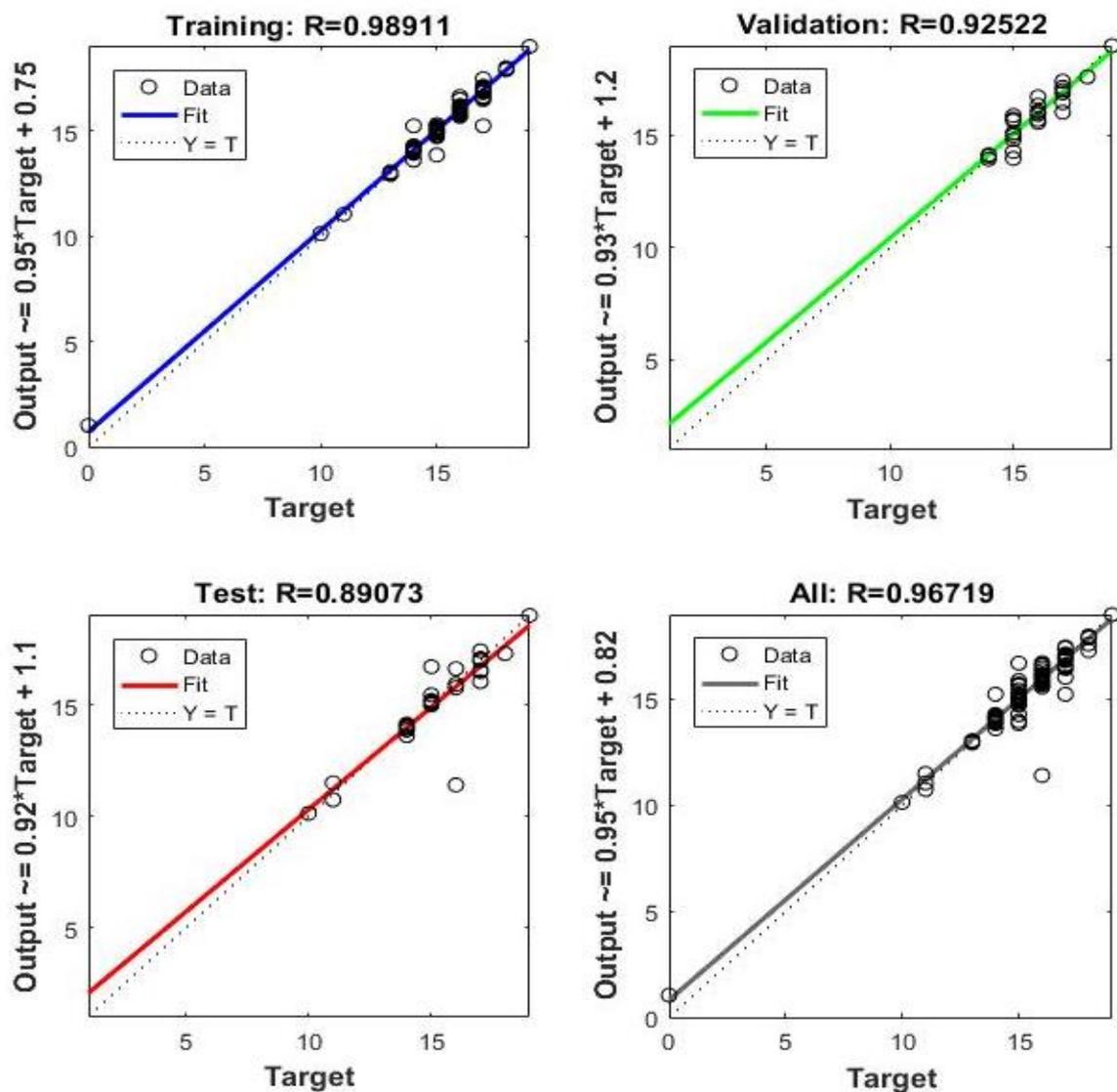
Figura 6. *Estructura de la red neuronal artificial*



Nota. Elaboración propia

El modelo de red neuronal artificial descrito en la Tabla 2 y graficado en la Figura 6 logró un coeficiente de correlación (R) para el entrenamiento, la validación y la prueba de 0.98911, 0.92522 y 0.89073 respectivamente, siendo 0.0501 el valor del error cuadrático medio (MSE) que toma la RNA. La Figura 7 ilustra el coeficiente de correlación de los valores obtenidos (target) con los valores esperados (output) logrado en cada uno de los procesos.

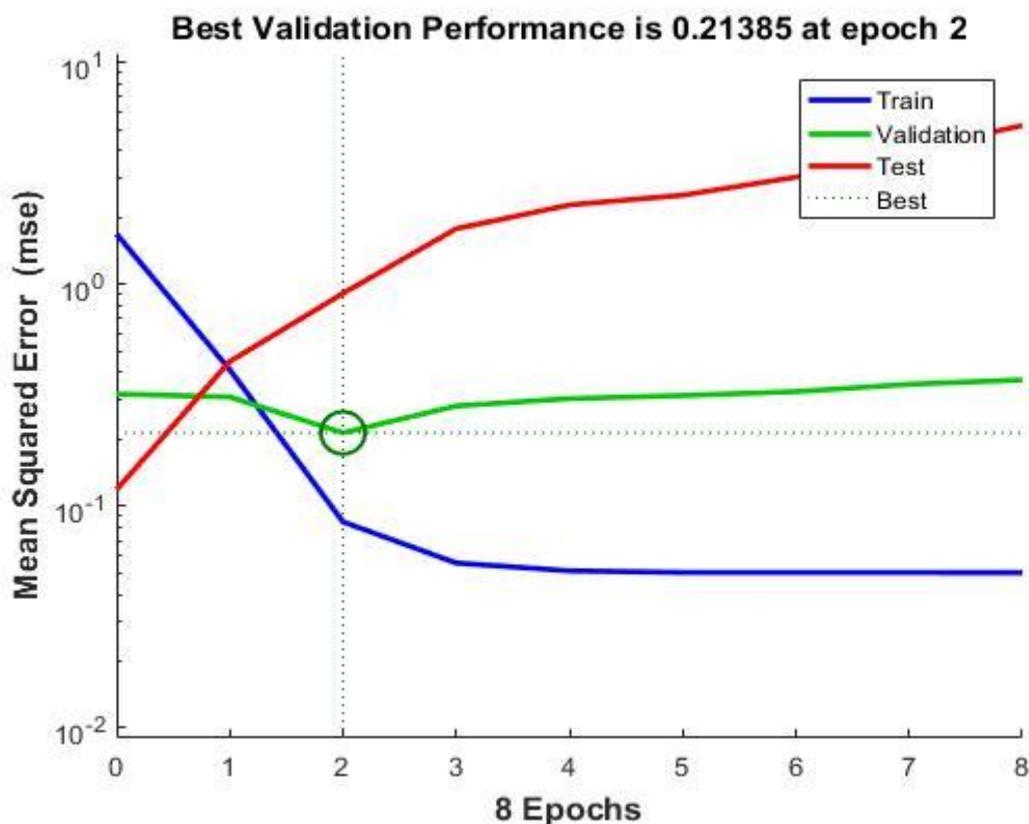
Figura 7. Coeficiente de correlación logrado en cada proceso



Nota. Coeficiente de correlación obtenido durante el ajuste del modelo neuronal en la Matlab 2016a, donde training refiere al entrenamiento, validation a la validación y test a la prueba.

La RNA implementada muestra un error cuadrático medio inicial de 0.21385 en la segunda iteración, la Figura 8 muestra que el error cuadrático medio ha disminuido hasta 0.0501 en la octava iteración.

Figura 8. Error cuadrático medio



Nota. La figura describe el error cuadrático medio de principio a fin del proceso

En la Tabla 3 podemos observar la predicción de los promedios de cada estudiante obtenidos de la RNA implementada con las características descritas en la Tabla 2. La red neuronal implementada tiene una efectividad con exactitud en la predicción del promedio redondeado al entero más cercano del 88.67%, mientras que la efectividad en la predicción con una diferencia de ± 1 punto en el promedio es del 98.52%

Tabla 3. Predicción de promedios de la RNA

Participantes	Promedios finales reales	Pedicción de la RNA
Participante001	16	16
Participante002	15	14
Participante003	16	16
Participante004	14	14
Participante005	15	15
Participante006	15	15
Participante007	14	14
Participante008	15	14
Participante009	15	16
Participante010	19	19
Participante011	15	15
Participante012	16	16
Participante013	14	14
Participante014	16	16
Participante015	15	15
Participante016	17	17
Participante017	0	1

Participante018	17	17
Participante019	17	17
Participante020	14	14
Participante021	17	17
Participante022	14	14
Participante023	16	16
Participante024	16	16
Participante025	14	14
Participante026	19	19
Participante027	10	10
Participante028	17	16
Participante029	15	15
Participante030	17	17
Participante031	16	16
Participante032	17	17
Participante033	17	17
Participante034	16	16
Participante035	15	15
Participante036	18	18
Participante037	16	16
Participante038	15	16
Participante039	17	17
Participante040	16	16
Participante041	15	15
Participante042	15	15
Participante043	15	17
Participante044	18	18
Participante045	18	18
Participante046	16	16
Participante047	16	16
Participante048	15	15
Participante049	11	12
Participante050	15	14
Participante051	15	15
Participante052	15	15
Participante053	17	16
Participante054	15	15
Participante055	18	18
Participante056	17	17
Participante057	18	18
Participante058	17	17
Participante059	17	15
Participante060	13	13
Participante061	17	17
Participante062	14	14
Participante063	17	17
Participante064	15	15
Participante065	13	13
Participante066	17	17
Participante067	16	16
Participante068	17	17

Participante069	15	15
Participante070	14	14
Participante071	17	17
Participante072	15	15
Participante073	14	14
Participante074	14	14
Participante075	16	16
Participante076	17	17
Participante077	16	17
Participante078	16	16
Participante079	13	13
Participante080	14	14
Participante081	15	15
Participante082	16	16
Participante083	16	16
Participante084	16	16
Participante085	15	15
Participante086	17	17
Participante087	16	11
Participante088	16	17
Participante089	16	16
Participante090	17	17
Participante091	15	15
Participante092	14	14
Participante093	15	15
Participante094	16	16
Participante095	16	16
Participante096	11	11
Participante097	14	14
Participante098	18	17
Participante099	15	15
Participante100	18	18
Participante101	16	16
Participante102	14	14
Participante103	17	17
Participante104	14	14
Participante105	16	16
Participante106	17	17
Participante107	17	17
Participante108	15	15
Participante109	17	17
Participante110	14	14
Participante111	16	16
Participante112	15	15
Participante113	16	16
Participante114	14	14
Participante115	14	14
Participante116	14	14
Participante117	14	14
Participante118	15	15
Participante119	14	14

Participante120	15	15	Participante165	15	15
Participante121	17	17	Participante166	16	16
Participante122	14	14	Participante167	14	14
Participante123	15	15	Participante168	14	14
Participante124	16	16	Participante169	14	14
Participante125	14	14	Participante170	14	14
Participante126	16	16	Participante171	15	15
Participante127	18	18	Participante172	14	14
Participante128	17	16	Participante173	15	15
Participante129	14	15	Participante174	17	17
Participante130	16	16	Participante175	14	14
Participante131	13	13	Participante176	15	15
Participante132	16	16	Participante177	16	16
Participante133	15	15	Participante178	14	14
Participante134	16	16	Participante179	16	16
Participante135	16	16	Participante180	18	18
Participante136	16	16	Participante181	17	16
Participante137	17	17	Participante182	14	15
Participante138	17	17	Participante183	16	16
Participante139	14	14	Participante184	13	13
Participante140	17	17	Participante185	16	16
Participante141	14	14	Participante186	15	15
Participante142	16	16	Participante187	16	16
Participante143	16	16	Participante188	16	16
Participante144	14	14	Participante189	16	16
Participante145	19	19	Participante190	17	17
Participante146	10	10	Participante191	17	17
Participante147	17	16	Participante192	14	14
Participante148	15	15	Participante193	17	17
Participante149	17	17	Participante194	14	14
Participante150	16	16	Participante195	16	16
Participante151	17	17	Participante196	15	16
Participante152	17	17	Participante197	15	15
Participante153	16	16	Participante198	19	19
Participante154	15	15	Participante199	11	11
Participante155	18	18	Participante200	16	16
Participante156	16	16	Participante201	15	15
Participante157	15	16	Participante202	16	17
Participante158	16	16	Participante203	15	15
Participante159	17	17	Efectividad de la predicción exacta del promedio.		88.67%
Participante160	17	17	Efectividad de la predicción con una diferencia de ± 1 punto del promedio.		98.52%
Participante161	15	15	<i>Nota.</i> Elaboración propia		
Participante162	17	17			
Participante163	14	14			
Participante164	16	16			

En la Figura 9 se grafica el comportamiento de los promedios descritos en la Tabla 3 de los estudiantes del tercer, cuarto y quinto grado de nivel secundario de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo, garantizada la

efectividad en la predicción de la RNA se procedió a proyectar los resultados académicos de 18 estudiantes de la menciona institución educativa que actualmente cursan el segundo grado de secundaria, la Tabla 4 nos muestra dicha proyecciones.

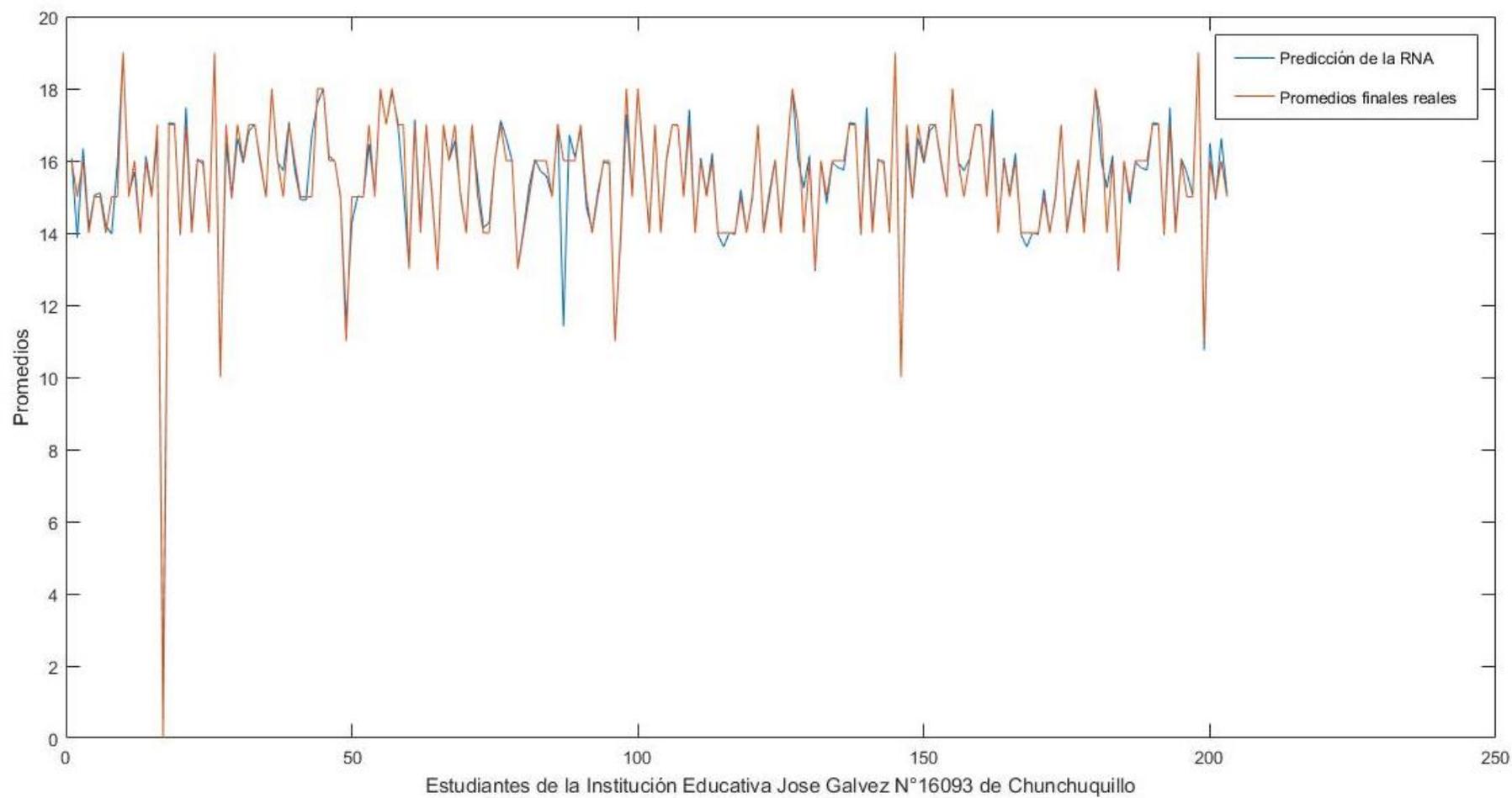
Tabla 4. *Proyección de resultados académicos*

Participantes	Promedios finales reales	Pronóstico de la RNA
Participante01	15
Participante02	17
Participante03	10
Participante04	17
Participante05	17
Participante06	14
Participante07	17
Participante08	14
Participante09	16
Participante10	16
Participante11	14
Participante12	19
Participante13	10
Participante14	16
Participante15	15
Participante16	17
Participante17	16
Participante18	17

Nota. Proyección de resultados académicos de 18 estudiantes del segundo grado de secundaria de la I.E. Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo con la RNA implementada según las características descritas en la Tabla 2

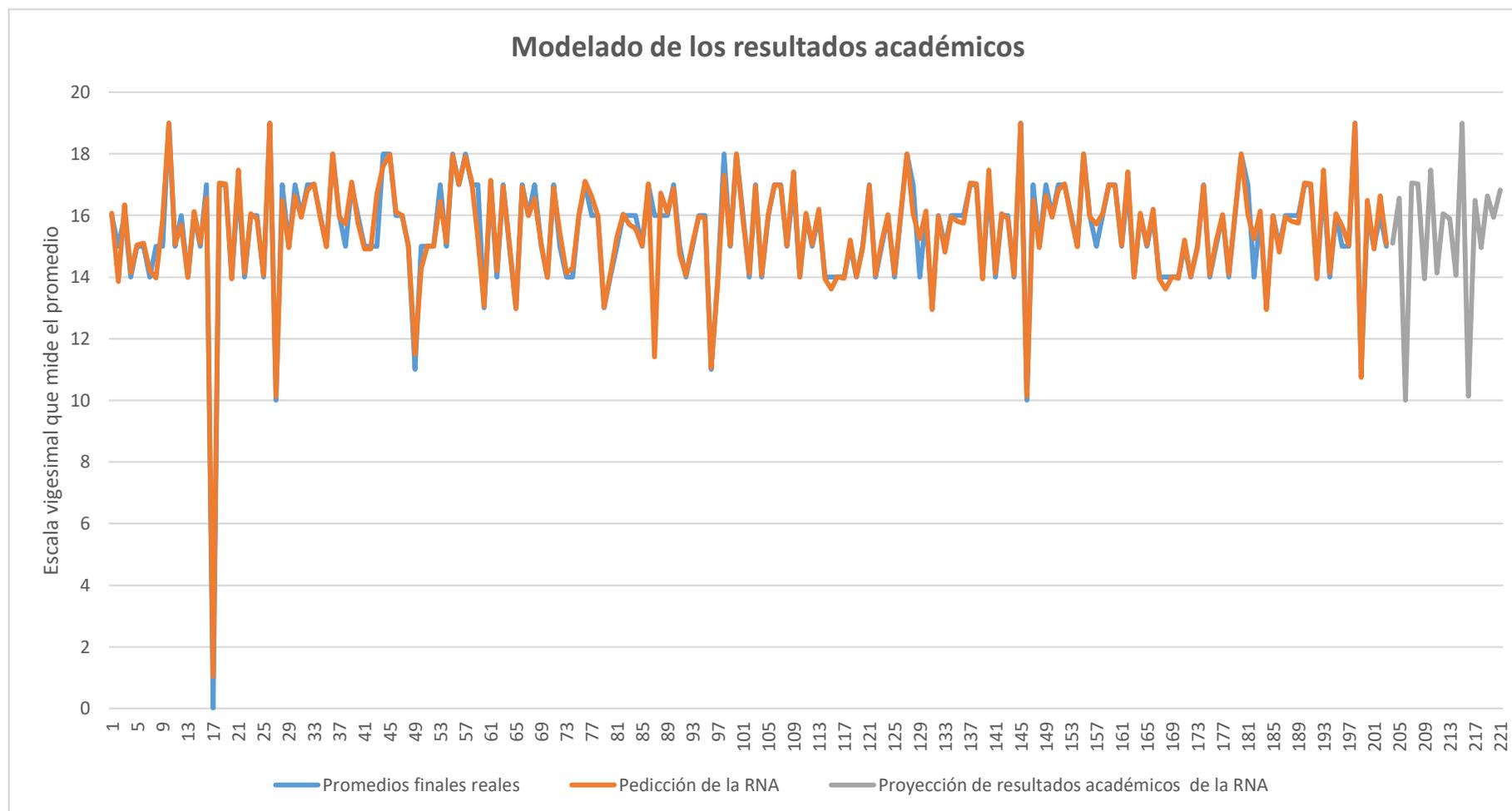
La Figura 10 nos muestra una gráfica del comportamiento de los promedios según el modelo neuronal implementado anteriormente, se puede apreciar los promedios finales reales, la predicción de la RNA y la proyección de la RNA.

Figura 9. Simulación gráfica de los promedios finales reales y los promedios obtenidos de la RNA



Nota. Elaboración propia en el Software Científico Matlab 2016a

Figura 10. Simulación gráfica de los promedios finales reales, predicción y proyección de la RNA



Nota. Elaboración propia, graficado en el Excel 2016

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación respaldan las conclusiones de Zambrano et al. (2011) cuando afirman que el uso del Data Warehouse y las redes neuronales permite realizar un eficiente análisis del rendimiento académico además de proyectar futuros resultados de manera confiables, sin embargo se precisa en nuestra investigación no hemos utilizado el Data Warehouse puesto que no se conocía hasta el momento las bondades de este sistema, en su lugar utilizamos el Software Excel 2016 como complemento del Software científico Matlab 2016a. Para realizar los ajustes del modelo de la red neuronal Zambrano et al. (2011) utilizaron el error cuadrático medio, el error residual estándar y el índice de adecuación; en esta investigación nosotros hemos ajustado el modelo de RNA teniendo en cuenta el error cuadrático medio y el coeficiente de correlación tal como se observa en la Figura 7 y Figura 8 donde se logró un coeficiente de correlación para el entrenamiento, la validación y la prueba de 0.98911, 0.92522 y 0.89073 respectivamente, siendo 0.0501 el valor del error cuadrático medio; por lo que consideramos que estos dos parámetros permiten realizar un buen ajuste del modelo de RNA que se desea implementar con fines de predicción y proyección.

Una fortaleza de la RNA que se ha diseñado e implementado en esta investigación con las características descritas en la Tabla 2 es su gran efectividad en la predicción; en la Tabla 3 se observan la predicción de los promedios de cada estudiante que participó en la investigación obtenidos con el modelo neuronal implementado. La RNA tiene una efectividad con exactitud en la predicción del promedio redondeado al entero más cercano del 88.67%, mientras que la efectividad en la predicción con una diferencia de ± 1 punto en el promedio es del 98.52%, lo cual es muy elevado y agradable en su efectividad. Si comparamos estos resultados con lo obtenido por Álvarez et al. (2016) en su investigación titulada "Predicción de resultados académicos de estudiantes de informática mediante el uso de redes neuronales artificiales", realizada en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría en la carrera de Ingeniería Informática con el objetivo de diseñar e implementar un modelo neuronal para proyectar los resultados académicos que alcanzarán los estudiantes en las asignaturas de Estructuras de Datos I y Estructura de Datos II notamos que Álvarez et al. (2016) notamos que

logró implementar una red neuronal con una efectividad de predicción del 78% en la asignatura Estructuras de Datos I y 75% de predicción en la asignatura Estructuras de Datos II, se puede notar que la efectividad en la predicción de la RNA que hemos implementado está por encima de lo obtenido por Álvarez et al. (2016), esta fortaleza que posee nuestro modelo neuronal se debe a las características de la red implementada como se describe en la Tabla 2; no obstante coincidimos en que las redes neuronales son una herramienta poderosa en temas de predicción y pueden ser muy provechosas en el sector educativo para mejorar el rendimiento académico.

La Tabla 3 muestra los promedios obtenidos por la RNA implementada Feed-forward Backpropagation, dotar de tres capas ocultas como se observa en la Figura 6 al modelo neuronal donde la primera, segunda y tercera capa cuenta con 38, 18 y 16 neuronas artificiales nos permitió realizar un mejor ajuste al modelo, esto se fortalece al validar la RNA con cuatro funciones distintas: de entrenamiento, de aprendizaje, de desempeño y de transferencia , destacar la función de entrenamiento *Levenberg-Marquardt* que de la mano con las otras funciones permitieron obtener mejores resultados en la predicción que Incio et al. (2021) en su investigación realizada en la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua para predecir el rendimiento académico de estudiantes universitarios correspondiente al curso de Física basados en datos históricos, donde trabajó con dos algoritmos de aprendizaje: el gradiente conjugado escalado, y el Levenberg Marquardt, los resultados dan cuenta de una RNA con altos niveles de predicción, el primer algoritmo logró una predicción del 70% mientras que el segundo logró una predicción del 86%. Está investigación realizada por Incio et al. (2021) que a su vez refuerza las conclusiones de Çetinkaya y Baykan (2020) donde afirman en base a los resultados de su investigación que la función *Levenberg Marquardt* permite obtener mejores resultados en la predicción en menor tiempo fue un punto de partida para tratar de construir nuestra RNA en base a la función anteriormente mencionada, como consecuencia hemos obtenido un modelo que predice con exactitud como se observa en la Figura 9 los promedios de los estudiantes en función a los 45 ítems del cuestionario dado a los estudiantes relacionados a los determinantes personales, sociales e institucionales.

El modelo de RNA implementado con una efectividad de predicción del promedio redondeado al entero más cercano del 88.67%, mientras que la efectividad en la predicción con una diferencia de ± 1 punto en el promedio es del 98.52% nos permite proyectar de manera confiable los resultados de 18 estudiantes que actualmente cursan el segunda grado de educación secundaria en la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo tal como se observa en Tabla 4 y se grafica en la Figura 10, el tipo de red que implementamos *Feed-forward Backpropagation* también la utilizó Zevallos (2017) en su tesis titulada “Predicción del rendimiento académico mediante redes neuronales” donde diseñó e implementó una red neuronal utilizando como algoritmo de aprendizaje *Resilient Backpropagation* con el objetivo de determinar a priori el rendimiento académico alcanzado por los estudiantes del nivel primario durante el primer trimestre, logró predecir el rendimiento académico de los estudiantes del nivel primario de la I.E. 5091 Hijos de Grau y de la I.E. 5052 Virgen de la Merced y la I.E.P. Héroes del pacífico con una efectividad del 84%. Se puede observar que el tipo de red *Feed-forward Backpropagation* otorga un porcentaje alto en la predicción, lo cual sienta un precedente muy importante para futuras investigaciones en este campo.

La investigación realizada por Çetinkaya y Baykan (2020) titulada “Predicción del talento de programación de estudiantes de secundaria utilizando redes neuronales artificiales” constituyó un punto de inicio en nuestra investigación, pues junto a Incio et al. (2021) en su investigación titulada “Diseño e implementación de una red neuronal para predecir el rendimiento académico de estudiantes de Ingeniería Civil” entrenaron la RNA con diversos algoritmos, entre ellos el de regularización bayesiana, Levenberg Marquardt y el gradiente conjugado escalado y concluyeron que el algoritmo *Levenberg Marquardt* brinda un mejor ajuste al modelo en menor tiempo; no obstante la investigación que realizaron Çetinkaya y Baykan (2020) tiene una ventaja muy notoria a diferencia de la nuestra, puesto que para la predicción emplearon información demográfica, problemas de plegado de papel, dibujo de mapas, pensamiento analítico y para la proyección implementaron un curso presencial en Code.org en la escuela secundaria “Konya Science Center” en Turquía, actualmente estamos viviendo una etapa extraordinaria en la educación causada por el Covid-19 lo que a originado que la

educación se brinde virtualmente en su totalidad, por tal razón nuestro modelo neuronal predice resultados sustentado en datos históricos recogido por los estudiantes de manera virtual mediante el cuestionario que se describe en el Anexo 02 y proyecta resultados sustentados en la validación del modelo neuronal basado en datos actuales brindados por los estudiantes de forma virtual. Sin embargo, esto no desmerece la investigación realizada en esta tesis, por el contrario marca un punto de partida en el campo de la educación otorgando la inteligencia artificial “*redes neuronales*” como una aliada para resolver problemas que aqueja a este sector hace décadas tal como lo es el rendimiento académico, la deserción estudiantil, entre otros.

Los resultados de nuestra investigación ponen de manifiesto resultados importantes y muy beneficios para el proceso de enseñanza-aprendizaje, permite predecir de manera cuantitativa el promedio final de cada estudiante del segundo grado de secundaria para que el docente pueda buscar nuevas estrategias de aprendizaje y técnicas de estudio para facilitar el logro de competencias en sus estudiantes, en este sentido se observa la debilidad de investigación realizada por Vega (2019) titulada “Modelo de pronóstico de rendimiento académico de alumnos en los cursos del programa de estudios básicos de la Universidad Ricardo Palma usando algoritmos de Machine Learning” cuyo objetivo era predecir el número de alumnos que aprueban o desaprueban el programa de estudios básicos partiendo de datos históricos y utilizando técnicas de Machine Learning. Resaltar también número total de la población que asciende a 9118 estudiantes matriculados en la Universidad Ricardo Palma durante los semestres comprendidos desde el 2015-I hasta el 2019-0, en nuestro caso la población es bastante menor tal y como se describe en la Tabla 1 puesto que la UNIFSLB es una institución de educación superior universitaria relativamente joven y cuenta con solo tres carreras profesionales, la universidad no cuenta aún con egresado y el ciclo más avanzado en el presente semestre académico 2021 I es el sexto ciclo. Esta diferencia significativa de estudiantes supera la dificultad de los modelos estadísticos de regresión que forman parte de algunos métodos de predicción y proyección más comunes, puesto que en ellos existen ciertas dificultades, la exigencia de requisitos para su aplicación son numerosos, entre ellos podemos mencionar la

independencia de los datos, la normalidad e igualdad de varianza, la linealidad, la normalidad de los residuos y el tamaño muestral (Cohen et al., 2013; Maxwell et al., 2017), en este sentido reafirmamos que podemos hacer uso de las RNA como una alternativa de solución, dado que las RNA han sido conceptualizadas como técnicas estadísticas no paramétricas al estar libres del cumplimiento de los parámetros estadísticos anteriormente mencionados y a su vez nos proporcionan porcentajes de predicción elevados y seguridad en la proyección (Sarle, 1994).

En esta investigación una vez más se dejó en evidencia la importancia de las múltiples herramientas tecnológicas para dar solución a problemas que adolecen a la educación, el modelo de RNA diseñado e implementado ha permitido proyectar el rendimiento académico de los estudiantes de nivel secundaria con elevados porcentajes de predicción mencionados en líneas anteriores, así también lo considera Piscocoya (2017) en su trabajo de tesis titulada “Aplicación de técnicas de minería de datos para predecir la deserción estudiantil en la educación básica regular en la Región de Lambayeque”, el cual mediante técnicas de minerías de datos implementó una RNA con el objetivo de predecir la deserción estudiantil en los colegios de nivel primario y secundario de educación básica regular pertenecientes a la Unidad de Gestión Educativa de Chiclayo, su investigación se caracterizó por ser Tecnológica cuasi experimental, logró implementar una RNA que permitía predecir la deserción estudiantil con porcentajes de efectividad de 91% y 96%. Otra herramienta de la inteligencia artificial que ayuda a dar solución a los problemas educativos son las redes bayesianas, algoritmos genético, arboles de decisión; por ejemplo en la Universidad Nacional Agraria la Molina Menacho (2017) en su investigación “Predicción del rendimiento académico aplicando técnicas de minería de datos” empleó técnicas de minerías de datos, árboles de decisión, redes bayesianas y redes neuronales para proyectar el rendimiento académico utilizando datos de los estudiantes matriculados en el curso de estadística General en la UNALM, los resultados evidencian que la red Naive de Bayes brinda un 71% de efectividad en la predicción. Sin embargo se debe tener presente que los modelos neuronales implementados en cierto lugar no pueden ser implementados en un lugar distinto al inicial, puesto que las variables de entrada que alimentan al modelo y que permiten desarrollar el proceso de entrenamiento y aprendizaje a la red están

relacionadas a determinantes personales, sociales e institucionales, para citar como ejemplo está investigación realizada en la I.E Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo perteneciente a la Provincia de Jaén, ubicada en el Nor Oriente de Perú, una de las variables de entrada es la facilidad con que el estudiante tenía acceso a la internet años anteriores, por la zona geográfica donde se encuentra el colegio, años anteriores la gran mayoría de los estudiantes no tenía un internet accesible a su disposición, realidad distinta a la vivida a los colegios de la costa, una situación similar sucede con el nivel educativo, colegios particulares y nacionales, entorno social, entre otros factores. Lo cual no significa que el modelo neuronal implementado sea inservible, se puede tomar como referencia ciertas consideraciones que presenta las características de RNA, la metodología de investigación y las conclusiones obtenidas como punto de partido para futuras investigaciones.

Dentro de las limitaciones que presenta toda investigación, particularmente nuestra investigación se realizó en su totalidad durante la época de la virtualidad educativa como consecuencia de la pandemia causada por el Covid-19, el bajo rendimiento académico y la deserción estudiantil es un problema que viene acechando a la educación peruana en todos sus niveles y modalidades hace varias décadas, sin embargo a inicios del 2020 el índice de deserción estudiantil se ha incrementado exponencialmente, necesitamos herramientas solidas e innovadoras para enfrentar esta crisis que ha marcado un antes y un después en la educación, con esta investigación la I.E. Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo tiene un punto de partida para combatir y mejorar el bajo rendimiento académicos de sus estudiantes. Igualmente el factor espacio-tiempo también se vio afectado en esta investigación, afortunadamente las diversas herramientas de Google Drive, Google Meet y formularios de Google han permitido que esta investigación sea posible bajo los principios de la ética y la honestidad.

VI. CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos en esta investigación y discutir las ideas principales con resultados de otras investigaciones se ha obtenido las siguientes conclusiones:

1. En base a una revisión bibliográfica del estado del arte se logró identificar los factores endógenos y exógenos que influyen en el rendimiento académico los cuales fueron agrupado en tres factores: determinantes personales, determinantes sociales y determinantes institucionales, el instrumento para la recolección de datos que más se adecuaba a la investigación fue el cuestionario compuesto de 45 ítems el cual fue sometido a un proceso de validación y confiabilidad.
2. La efectividad en la predicción del 88.67% del promedio exacto redondeado al entero más cercano y del 98.52% con una diferencia de ± 1 punto en el promedio que se observa en la Tabla 3 se debe a las características y a la estructura de la red neuronal implementada tal y como se aprecia en la Tabla 2 y Figura 6, la cual está formada por tres capas ocultas con 38, 18 y 16 neuronas cada una respectivamente y una capa de salida con una neurona, como resultado de lo anterior se logró un coeficiente de correlación para el entrenamiento, la validación y la prueba de 0.98911, 0.92522 y 0.89073 respectivamente, siendo 0.0501 el valor del error cuadrático medio, el coeficiente de correlación y el error cuadrático medio se pueden observar en la Figura 7 y Figura 8 respectivamente.
3. En la Figura 9 se puede observar la relación que describe el modelo neuronal entre los promedios reales y los promedios que la RNA predice de los estudiantes basada en datos históricos, una vez garantizada la efectividad en la predicción del modelo implementado se procedió a proyectar los resultados académicos de los estudiantes del segundo grado de secundaria de la I.E. Jose Galvez N°16093 basado en datos actuales que se recolectó de los mismos, la proyección de estos promedios se muestra cuantitativamente en la Tabla 4, la Tabla 10 nos muestra el modelo de RNA el cual grafica los promedios finales reales, el pronóstico y la proyección del rendimiento académico de los estudiantes.

4. Una vez más queda evidenciado que las herramientas de la inteligencia artificial son una alternativa de solución para los problemas que la educación actual presente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar este modelo de red neuronal para cada curso en todos los grados de nivel primaria y secundaria de la I.E. Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo con la finalidad de contribuir al logro de competencias del estudiantado, además para brindarle al docente la oportunidad de tomar las medidas necesarias y correctivas en el tiempo indicado para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.
2. En la actualidad el Ministerio de Educación viene desarrollando un sistema de educación virtual o no presencial a causa de la pandemia causada por el Covid-19, en tal sentido se recomienda capacitar a los profesores de todos los niveles de educación sobre las ventajas que ofrece cada una de las herramientas de la inteligencia artificial como una alternativa de solución a diversos problemas que adolecen al sistema educativo.
3. Viendo la importancia que implica predecir y proyectar resultados sustentados en modelos matemáticos y computacionales como el que hemos diseñado e implementado en esta investigación, se recomienda realizar investigaciones relacionadas en esta área, dejamos como sugerencia el tema de la deserción estudiantil del cual se viene hablado mucho actualmente.

VIII. PROPUESTA

Nuestra propuesta que líneas abajo describiremos tiene un fundamento pedagógico, epistemológico y tecnológico producto de la necesidad de dar solución a diversos problemas que presenta nuestra sistema educativo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, cito a continuación tres ejemplos: el bajo rendimiento académico, la deserción escolar y la anemia en los estudiantes; en nuestra investigación hemos implementado un modelo de red neuronal artificial el cual predice con efectividad el rendimiento académico de los estudiantes, recomendamos implementar este modelo teniendo en consideración las características descritas en la Tabla 5.

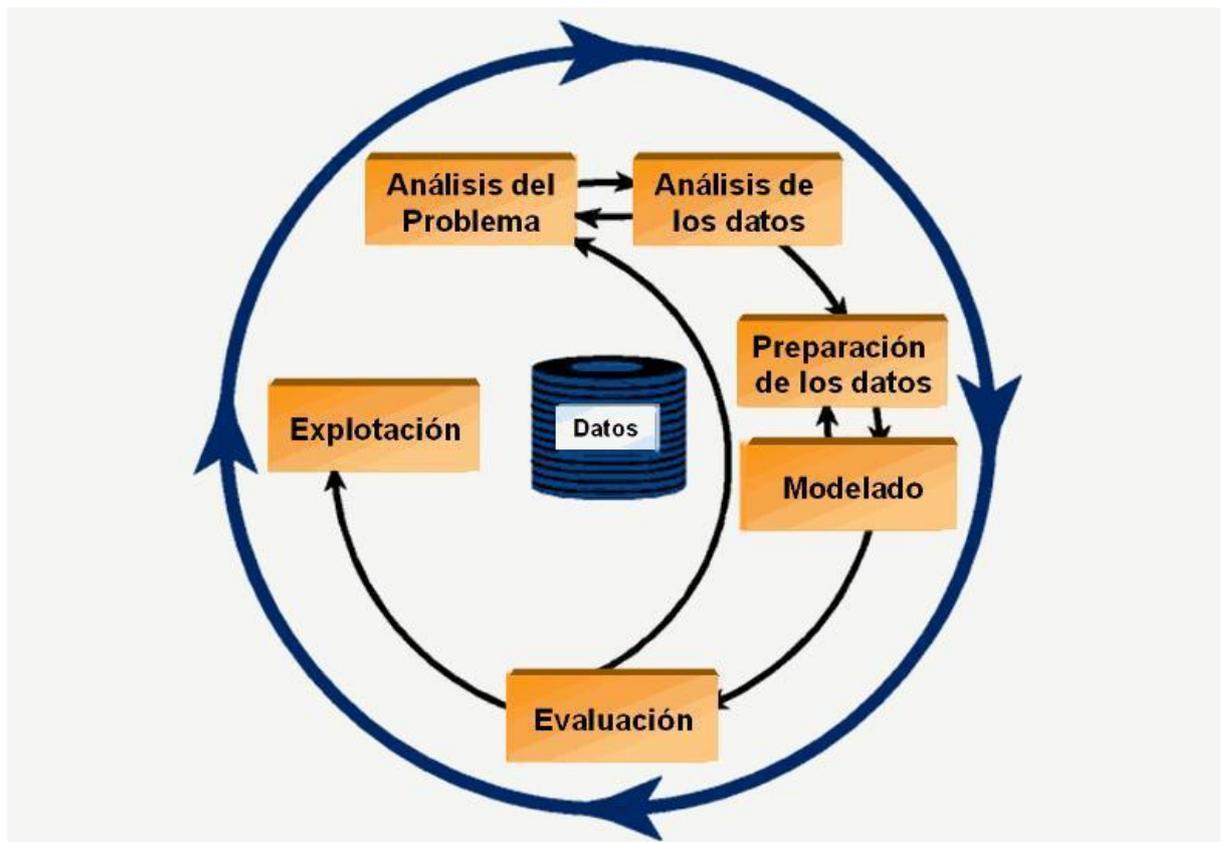
Tabla 5. *Características de la RNA propuesta*

Elementos de la RNA	Característica
Tipo de red	Feed-forwad Backpropagation
Función de entrenamiento	Propagación hacia atrás de Levenberg-Marquardt (TRAINLM)
Función de aprendizaje	Descenso de gradiente con peso de impulso y función de aprendizaje de sesgo (LEARNGDM)
Función de desempeño	Error cuadrático medio (MSE)
Función de transferencia	Función de transferencia sigmoidea tangente hiperbólica (TANSIG)
Nº de Número de capas	4
Nº de Neuronas en la capa oculta 1	35
Nº de Neuronas en la capa oculta 2	18
Nº de Neuronas en la capa oculta 3	16
Nº de Neuronas en la capa de salida	1
Efectividad de la predicción exacta del promedio.	88.67%
Efectividad de la predicción con una diferencia de ± 1 punto del promedio.	98.52%
Coeficiente de correlación en el entrenamiento	0.98911
Coeficiente de correlación en la Validación	0.92522
Coeficiente de correlación en la prueba	0.89073
Error Cuadrático medio	0.0501

Nota. RNA implementada en el Matlab 2016a con resultados que mejor se ajusta al modelo.

En tal sentido se propone llevar a cabo investigaciones en la línea de la inteligencia artificial utilizando el *diseño metodológico CRISP-DM*, según International Business Machines Corporation (2021) la primera fase del modelo consiste en comprender el problema, esto nos lleva a comprender los objetivos de la investigación. La segunda fase consiste en la recolección, descripción y exploración de los datos. En la tercera fase se preparan los datos a la vez que se buscan relaciones significativas entre una variable y otra. En la cuarta fase se seleccionan las técnicas del modelado más apropiadas, en la quinta fase se evalúa el modelo implementado considerando la validez, fiabilidad, exactitud y generalidad del mismo, esta evaluación se realiza en función a los objetivos de la investigación. Finalmente la sexta y última fase es la implementación del modelo como resultado de la evaluación y validación.

Figura 11. *Diseño metodológico CRISP-DM*



Nota. International Business Machines Corporation (IBM)

REFERENCIAS

- Abate, A., Ahmed, D., Giacobbe, M., y Peruffo, A. (2021). Formal Synthesis of Lyapunov Neural Networks. *IEEE Control Systems Letters*, 5(3), 773-778. Scopus. <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2020.3005328>
- Abdullah, S., Pradhan, R. C., Pradhan, D., y Mishra, S. (2021). Modeling and optimization of pectinase-assisted low-temperature extraction of cashew apple juice using artificial neural network coupled with genetic algorithm. *Food Chemistry*, 339. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127862>
- Acevedo, C. G., y Rocha, F. (2011). ESTILOS DE APRENDIZAJE, GÉNERO Y RENDIMIENTO ACADÉMICO. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 4(8), 71-84. <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/937>
- Albu, A., Precup, R.-E., y Teban, T.-A. (2019). Results and challenges of artificial neural networks used for decision-making and control in medical applications. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 17(3), 285-308. Scopus. <https://doi.org/10.22190/FUME190327035A>
- Alelaumi, S., Khader, N., He, J., Lam, S., y Yoon, S. W. (2021). Residue buildup predictive modeling for stencil cleaning profile decision-making using recurrent neural network. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 68. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102041>
- Alhadabi, A., y Karpinski, A. C. (2020). Grit, self-efficacy, achievement orientation goals, and academic performance in University students. *International Journal of Adolescence and Youth*, 25(1), 519-535. <https://doi.org/10.1080/02673843.2019.1679202>

- Almira, J. M., Lopez-de-Teruel, P. E., Romero-López, D. J., y Voigtlaender, F. (2021). Negative results for approximation using single layer and multilayer feedforward neural networks. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 494(1). Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2020.124584>
- Álvarez, J., Lau, R., Pérez, S., y Leyva, E. C. (2016). Predicción de resultados académicos de estudiantes de informática mediante el uso de redes neuronales. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(4), 715-727. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052016000400015>
- Aryankia, K., y Selmic, R. R. (2021). Neuro-Adaptive Formation Control and Target Tracking for Nonlinear Multi-Agent Systems with Time-Delay. *IEEE Control Systems Letters*, 5(3), 791-796. Scopus. <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2020.3006187>
- Aslam, M., Lee, J.-M., Kim, H.-S., Lee, S.-J., y Hong, S. (2019). Deep learning models for long-term solar radiation forecasting considering microgrid installation: A comparative study. *Energies*, 13(1). Scopus. <https://doi.org/10.3390/en13010147>
- Bao, Y., Velni, J. M., y Shahbakhti, M. (2021). Epistemic Uncertainty Quantification in State-Space LPV Model Identification Using Bayesian Neural Networks. *IEEE Control Systems Letters*, 5(2), 719-724. Scopus. <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2020.3005429>
- Busebaia, T. J. A., y John, B. (2020). Can flipped classroom enhance class engagement and academic performance among undergraduate pediatric nursing students? A mixed-methods study. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s41039-020-0124-1>

- Çetinkaya, A., y Baykan, Ö. K. (2020). Prediction of middle school students' programming talent using artificial neural networks. *Engineering Science and Technology, an International Journal*.
<https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.07.005>
- Chen, Z., Zhang, Z., Dong, F., Liu, S., y Liu, L. (2021). A Hybrid Finite Element Modeling: Artificial Neural Network Approach for Predicting Solder Joint Fatigue Life in Wafer-Level Chip Scale Packages. *Journal of Electronic Packaging, Transactions of the ASME*, 143(1). Scopus.
<https://doi.org/10.1115/1.4047227>
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., y Aiken, L. S. (2013). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. Scopus.
<https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cukurova, M., Kent, C., y Luckin, R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3032-3046. Scopus. <https://doi.org/10.1111/bjet.12829>
- Cukurova, M., Luckin, R., y Clark-Wilson, A. (2019). Creating the golden triangle of evidence-informed education technology with EDUCATE. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 490-504. Scopus.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12727>
- Cukurova, M., Luckin, R., y Kent, C. (2020). Impact of an Artificial Intelligence Research Frame on the Perceived Credibility of Educational Research

- Evidence. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30(2), 205-235. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00188-w>
- Edel, R. (2003a). El rendimiento académico: Concepto, investigación y desarrollo. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2), 0. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55110208>
- Edel, R. (2003b). Factores asociados al rendimiento académico. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33(1), 1-20. <https://doi.org/10.35362/rie3312872>
- Elman, J. L. (1991). Distributed representations, simple recurrent networks, and grammatical structure. *Machine Learning*, 7(2), 195-225. <https://doi.org/10.1007/BF00114844>
- Estela, R. O., Contreras, E., y Incio, F. A. (2020). El juego Awajún como estrategia intercultural en la enseñanza de la Física universitaria durante la educación no presencial. *REVISTA CIENTIFICA EPISTEMIA*, 4(3), 152-165. <https://doi.org/10.26495/re.v4i3.1428>
- Estela, R. O., Incio, F. A., Fernandez, R. Á., Contreras, E., Paredes, C. M., y Ortiz, J. A. (2021). Estimación numérica del volumen de la pulpa del coco (Cocos nucifera) aplicando el método Montecarlo. *REVISTA VERITAS ET SCIENTIA - UPT*, 10(1), 118-127. <https://doi.org/10.47796/ves.v10i1.465>
- Feldt, L. S. (1965). The approximate sampling distribution of Kuder-Richardson reliability coefficient twenty. *Psychometrika*, 30(3), 357-370. Scopus. <https://doi.org/10.1007/BF02289499>
- Foster, R. C. (2020). A generalized framework for classical test theory. *Journal of Mathematical Psychology*, 96. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2020.102330>

- Foster, R. C. (2021). KR20 and KR21 for Some Nondichotomous Data (It's Not Just Cronbach's Alpha). *Educational and Psychological Measurement*. Scopus. <https://doi.org/10.1177/0013164421992535>
- Garbanzo, G. M. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación*, 31(1), 43-63. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44031103>
- Hachaj, T., y Piekarczyk, M. (2019). Evaluation of pattern recognition methods for head gesture-based interface of a virtual reality helmet equipped with a single IMU sensor. *Sensors (Switzerland)*, 19(24). Scopus. <https://doi.org/10.3390/s19245408>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Hyon, R., Youm, Y., Kim, J., Chey, J., Kwak, S., y Parkinson, C. (2021). Similarity in functional brain connectivity at rest predicts interpersonal closeness in the social network of an entire village. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(52), 33149-33160. Scopus. <https://doi.org/10.1073/PNAS.2013606117>
- Incio, F. A., y Capuñay, D. L. (2020). Liderazgo directivo y desempeño docente en instituciones educativas particulares. *REVISTA CIENTIFICA EPISTEMIA*, 4(3), 119-128. <https://doi.org/10.26495/re.v4i3.1422>
- Incio, F. A., Capuñay, D. L., Estela, R. O., Delgado, J. A., y Vergara, S. E. (2021). Diseño e implementación de una red neuronal artificial para predecir el rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería Civil de la UNIFSLB.

REVISTA VERITAS ET SCIENTIA - UPT, 10(1), 107-117.

<https://doi.org/10.47796/ves.v10i1.464>

Incio, F. A., y Delgado, J. A. (2020). Aclaración sobre el rendimiento académico y

autoestima. *Revista Científica Pakamuros*, 8(2), 1-2.

<https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i2.122>

International Business Machines Corporation. (2021). *Conceptos básicos de ayuda*

de CRISP-DM. Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DM.

[https://prod.ibmdocs-production-dal-](https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-south.containers.appdomain.cloud/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-crisp-help-overview)

[6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-](https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-south.containers.appdomain.cloud/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-crisp-help-overview)

[south.containers.appdomain.cloud/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-](https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-south.containers.appdomain.cloud/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-crisp-help-overview)

[crisp-help-overview](https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-south.containers.appdomain.cloud/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-crisp-help-overview)

Jida, S. N., Hetet, J.-F., Chesse, P., y Guadie, A. (2021). Roadside vehicle

particulate matter concentration estimation using artificial neural network

model in Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Environmental Sciences (China)*,

101, 428-439. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.08.018>

Johnston, L., y Patel, V. (2021). Second-Order Sensitivity Methods for Robustly

Training Recurrent Neural Network Models. *IEEE Control Systems Letters*,

5(2), 529-534. Scopus. <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2020.3001498>

Kaviani, S., y Sohn, I. (2020). Influence of random topology in artificial neural

networks: A survey. *ICT Express*, 6(2), 145-150.

<https://doi.org/10.1016/j.ict.2020.01.002>

Kumar, P., y Panwar, V. (2022). Wavelet neural network based controller design for

non-affine nonlinear systems. *Journal of Mathematics and Computer*

Science, 24(1), 49-58. Scopus. <https://doi.org/10.22436/jmcs.024.01.05>

- Li, B., Pi, D., y Lin, Y. (2021). Learning ladder neural networks for semi-supervised node classification in social network. *Expert Systems with Applications*, 165. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113957>
- Ling, J., Feng, Z., Zheng, D., Yang, J., Yu, H., y Xiao, X. (2021). Robust adaptive motion tracking of piezoelectric actuated stages using online neural-network-based sliding mode control. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 150. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.107235>
- Liu, S., Wang, Z., Shen, B., y Wei, G. (2021). Partial-neurons-based state estimation for delayed neural networks with state-dependent noises under redundant channels. *Information Sciences*, 547, 931-944. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.08.047>
- Lobo, J. L., Laña, I., Del Ser, J., Bilbao, M. N., y Kasabov, N. (2018). Evolving Spiking Neural Networks for online learning over drifting data streams. *Neural Networks*, 108, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2018.07.014>
- Luckin, R., y Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences-driven approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2824-2838. Scopus. <https://doi.org/10.1111/bjet.12861>
- MathWorks. (s. f.). *Redes Neuronales*. Recuperado 30 de junio de 2020, de <https://es.mathworks.com/discovery/neural-network.html>
- Maxwell, S. E., Delaney, H. D., y Kelley, K. (2017). *Designing Experiments and Analyzing Data: A Model Comparison Perspective, Third Edition*. Routledge.
- Menacho, C. H. (2017). Predicción del rendimiento académico aplicando técnicas de minería de datos. *Anales Científicos*, 78(1), 26-33. <https://doi.org/10.21704/ac.v78i1.811>

- Ministerio de Educación. (2018). *PISA 2018. Resultados Evaluación Internacional PISA*. <http://umc.minedu.gob.pe/resultadospisa2018/>
- Piotrowski, A. P., Napiorkowski, J. J., y Piotrowska, A. E. (2020). Impact of deep learning-based dropout on shallow neural networks applied to stream temperature modelling. *Earth-Science Reviews*, 201, 103076. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.103076>
- Piscoya, L. E. (2017). *Aplicación de técnicas de minería de datos para predecir la deserción estudiantil en la educación básica regular en la Región de Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4066>
- Poznyak, A., Sanchez, E. N., y Yu, W. (2001). *Differential Neural Networks for Robust Nonlinear Control* (Edición: 1st). World Scientific Pub Co Inc.
- Salanova, M., Cifre, E., Grau, R. M., Llorens, S., y Martínez, I. M. (2005). Antecedentes de la autoeficacia en profesores y estudiantes universitarios: Un modelo causal. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 21, 18.
- Sang, B. (2021). Application of genetic algorithm and BP neural network in supply chain finance under information sharing. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 384. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2020.113170>
- Sarle, W. S. (1994). *Neural Networks and Statistical Models*.
- Torres, L. E., y Rodríguez, N. Y. (2006). Rendimiento académico y contexto familiar en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11(2), 255-270. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29211204>

- Van, D. C., y Glasser, M. F. (2018). Parcellating Cerebral Cortex: How Invasive Animal Studies Inform Noninvasive Mapmaking in Humans. *Neuron*, 99(4), 640-663. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.07.002>
- Vega, J. F. (2019). *Modelo de pronóstico de rendimiento académico de alumnos en los cursos del programa de estudios básicos de la Universidad Ricardo Palma usando algoritmos de Machine Learning* [Tesis de maestría]. http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2914/DATO_T030_07616656_M%20%20%20VEGA%20GARCIA%20JAVIER%20FERNANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Xiang, S., Ren, Z., Zhang, Y., Song, Z., Guo, X., Han, G., y Hao, Y. (2021). Training a Multi-Layer Photonic Spiking Neural Network with Modified Supervised Learning Algorithm Based on Photonic STDP. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 27(2). Scopus. <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2020.3005589>
- Xu, Y., Vignali, L., Collignon, O., Crepaldi, D., y Bottini, R. (2021). Brain network reconfiguration for narrative and argumentative thought. *Communications Biology*, 4(1). Scopus. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02151-9>
- Zambrano, C., Rojas, D., Carvajal, K., y Acuña, G. (2011). Análisis de rendimiento académico estudiantil usando data warehouse y redes neuronales. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(3), 369-381. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052011000300007>
- Zevallos, R. J. (2017). *Predicción del rendimiento académico mediante redes neuronales* [Tesis de pregrado]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2728>

Zhao, J. (2021). Exponential stabilization of memristor-based neural networks with unbounded time-varying delays. *Science China Information Sciences*, 64(8). Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11432-018-9817-4>

ANEXO 01

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala / Instrumento
Variable independiente: Red Neuronal Artificial.	Una red neuronal es un modelo matemático computacional compuesto de unidades procesadoras cuya estructura se asemeja a las neuronas del cerebro humano interconectadas unas con otras, capaz de reconocer patrones, clasificar datos y pronosticar eventos futuros con precisión y exactitud.	Conjunto de procedimientos para determinar la eficacia de la red neuronal artificial mediante el coeficiente de correlación y el error cuadrático medio.	Aprendizaje Experiencia Eficiencia	Coeficiente de correlación. Error cuadrático medio. Tasa de predicción.	Porcentaje / Software MATLAB.
Variable dependiente: Rendimiento académico de los estudiantes del segundo de secundaria.	El rendimiento académico es la evaluación de las competencias expresado en notas mediante la escala vigesimal de 0 a 20 las cuales han sido tomados del sistema académico de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo	Conjunto de pruebas para determinar que factores influyen con mayor incidencia en el pronóstico del rendimiento académico.	Determinantes personales. Determinantes institucionales. Determinantes sociales.	Conjunto de factores personales, institucionales y socioculturales que intervienen en el rendimiento académico.	- Si = 1 - NO = 0 / Cuestionario

ANEXO 02

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Querido estudiante, este cuestionario tiene como objetivo *conocer los factores endógenos y exógenos que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria* de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093 de Chunchuquillo .

Sus respuestas servirá para diseñar e implementar un modelo de red neuronal artificial para predecir el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria basado en datos históricos. Antes de responder debe tener en cuenta lo siguiente:

- Este cuestionario es anónimo y confidencial.
- Responda los ítems con total sinceridad e imparcialidad.
- No olvide revisar y verificar que respondió todas las preguntas o enunciados.
- El cuestionario está dirigido a estudiantes de secundaria que actualmente se encuentran en tercero, cuarto y quinto grado.

Los ítems son de respuesta dicotómica (SI - NO), marque solo una de ellas.

Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria			Escala de medición	
			1=SI	0=NO
DIMENSIONES	N°	Ítem		
DETERMINANTES PERSONALES	1	Me considero un estudiante perseverante	SI	NO
	2	Soy de sexo Masculino	SI	NO
	3	Soy de sexo Femenino	SI	NO
	4	Anhelo siempre el éxito	SI	NO
	5	Cuando inicié mis estudios secundarios me sentía motivado y a gusto en mi colegio	SI	NO
	6	Considero que tengo la capacidad de mantener la concentración por tiempo prolongado al momento de realizar mis labores académicas	SI	NO
	7	Considero un deber realizar mis tareas escolares	SI	NO
	8	Considero que es un disfrute por el saber realizar mis tareas escolares	SI	NO
	9	Me siento orgulloso de mi institución educativa	SI	NO
	10	En el primer año de secundaria me sentía a gusto con la relación que mantenía con mis compañeros de aula	SI	NO
	11	Considero que para conseguir buenos resultados académicos es necesario esforzarse	SI	NO
	12	Considero que en el primer año de secundaria me brindaron los conocimientos necesarios para afrontar exitosamente el segundo año de secundaria	SI	NO

	13	Cuando asistía a clases en el primer año de secundaria me sentía animado e interesado en aprender	SI	NO
	14	Cuando asistía a clases en el primer año de secundaria me sentía desmotivado, fatigado y con desinterés por aprender	SI	NO
	15	Me identifico con las diferentes actividades que realiza mi institución educativa	SI	NO
	16	Me siento satisfecho con la exigencia académica de mi institución educativa	SI	NO
	17	Asistía a clases con regularidad en el primer año de secundaria	SI	NO
	18	El primer año de educación secundaria estudié en una I.E nacional	SI	NO
	19	El primer año de educación secundaria estudié en una I.E particular	SI	NO
DETERMINANTES SOCIALES	20	Considero que el ingreso económico de mis padres les permite solventar los gastos que origina mi educación	SI	NO
	21	Percibo que la convivencia en mi casa es comprometida, democrática y armoniosa	SI	NO
	22	Percibo que la convivencia en mi casa es autoritaria e Indiferente	SI	NO
	23	En mi hogar me incentivan el estudio y la superación académica	SI	NO
	24	En mi casa ocurren hechos de violencia física o verbal	SI	NO
	25	Alguno de mis padres tiene estudios concluidos de nivel superior universitario	SI	NO
	26	Mis padres a lo largo de mi niñez me han incentivado hábitos de lectura	SI	NO
	27	En el primer año de secundaria tenía acceso a libros digitales en la web	SI	NO
	28	Mis estudios de primaria fueron realizados en una I.E nacional	SI	NO
	29	Mis estudios de primaria fueron realizados en una I.E particular	SI	NO
	30	Mis estudios de primaria fueron realizados en instituciones educativas nacionales y particulares	SI	NO
DETERMINANTES INSTITUCIONALES	31	Considero que la metodología en general empleada por mis docentes en el primer año de secundaria fue la adecuada	SI	NO
	32	Considero que mis docentes en el primer año de secundaria me motivaban a estudiar	SI	NO
	33	Mi promedio en el área de Matemática en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
	34	Mi promedio en el área de Comunicación en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
	35	Mi promedio en el área de Ingles en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
	36	Mi promedio en el área de Arte y Cultura en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
	37	Mi promedio en el área de Desarrollo personal, Ciudadanía y Cívica en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
	38	Mi promedio en el área de Educación Física en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
	39	Mi promedio en el área de Educación para el trabajo en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO

40	Mi promedio en el área de Educación Religiosa en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
41	Mi promedio en el área de Ciencias Sociales en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
42	Mi promedio en el área de Computación en primero de secundaria fue mayor a 15	SI	NO
43	Considero que la cantidad de alumnos matriculados en mi aula durante el primer año de secundaria le permitía al docente desarrollar adecuadamente su clase	SI	NO
44	Considero que la infraestructura de mi colegio permite desarrollar un ambiente educativo adecuado para el estudiante	SI	NO
45	La relación estudiante-profesor en el primer año de secundaria propiciaba un clima de confianza	SI	NO

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 04
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

CRITERIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del experto : Eudaldo Díaz Gonzales
- 1.2. Grado académico : Doctor en Educación
- 1.3. Documento de identidad : 27740611
- 1.4. Centro de labores : Universidad Nacional de Jaén
- 1.5. Denominación del instrumento motivo de validación:
Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria
- 1.6. Título de la Investigación:
Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén
- 1.7. Autor del instrumento : Capuñay Sanchez, Dulce Lucero

En este contexto lo(a) he considerado como experto(a) en la materia y necesito sus valiosas opiniones. Evalúe cada aspecto con las siguientes categorías:

MB : Muy Bueno (18-20)
B : Bueno (14-17)
R : Regular (11-13)
D : Deficiente (0-10)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO:

N°	INDICADORES	CATEGORÍAS			
		MB	B	R	D
01	La redacción empleada es clara y precisa	X			
02	Los términos utilizados son propios de la investigación científica	X			
03	Está formulado con lenguaje apropiado	X			
04	Está expresado en conductas observables	X			
05	Tiene rigor científico	X			
06	Existe una organización lógica	X			
07	Formulado en relación a los objetivos de la investigación	X			
08	Expresa con claridad la intencionalidad de la investigación	X			
09	Observa coherencia con el título de la investigación	X			
10	Guarda relación con el problema e hipótesis de la investigación	X			
11	Es apropiado para la recolección de información	X			
12	Están caracterizados según criterios pertinentes		X		
13	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias	X			
14	Consistencia con las variables, dimensiones e indicadores	X			
15	La estrategias responde al propósito de la investigación	X			
16	El instrumento es adecuado al propósito de la investigación	X			
17	Los métodos y técnicas empleados en el tratamiento de la información son propios de la investigación científica	X			
18	Proporciona sólidas bases teóricas y epistemológicas	X			
19	Es adecuado a la muestra representativa	X			
20	Se fundamenta en bibliografía actualizada	X			
VALORACIÓN FINAL					

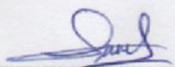
Adaptado por el (la) investigador(a)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

(x) El instrumento puede ser aplicado tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Chiclayo, mayo del 2021


 Firma del experto
 DNI: 27740611

 Dr. Eduardo Díaz Gonzales
 DOCENTE - REG. CPP. 290815
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

CRITERIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del experto : José Lizardo Tapia Díaz
- 1.2. Grado académico : Doctor en Educación
- 1.3. Documento de identidad : 27729213
- 1.4. Centro de labores : Institución Educativa Señor de Huamantanga Jaén.
- 1.5. Denominación del instrumento motivo de validación:

Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria
- 1.6. Título de la Investigación:

Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén
- 1.7. Autora del instrumento: Capuñay Sanchez, Dulce Lucero

En este contexto lo(a) he considerado como experto(a) en la materia y necesito sus valiosas opiniones. Evalúe cada aspecto con las siguientes categorías:

MB : Muy Bueno (18-20)
B : Bueno (14-17)
R : Regular (11-13)
D : Deficiente (0-10)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO:

N°	INDICADORES	CATEGORÍAS			
		MB	B	R	D
01	La redacción empleada es clara y precisa	X			
02	Los términos utilizados son propios de la investigación científica	X			
03	Está formulado con lenguaje apropiado		X		
04	Está expresado en conductas observables	X			
05	Tiene rigor científico	X			
06	Existe una organización lógica	X			
07	Formulado en relación a los objetivos de la investigación	X			
08	Expresa con claridad la intencionalidad de la investigación	X			
09	Observa coherencia con el título de la investigación	X			
10	Guarda relación con el problema e hipótesis de la investigación	X			
11	Es apropiado para la recolección de información	X			
12	Están caracterizados según criterios pertinentes	X			
13	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias	X			
14	Consistencia con las variables, dimensiones e indicadores	X			
15	La estrategias responde al propósito de la investigación	X			
16	El instrumento es adecuado al propósito de la investigación	X			
17	Los métodos y técnicas empleados en el tratamiento de la información son propios de la investigación científica	X			
18	Proporciona sólidas bases teóricas y epistemológicas	X			
19	Es adecuado a la muestra representativa	X			
20	Se fundamenta en bibliografía actualizada	X			
VALORACIÓN FINAL					

Adaptado por el (la) investigador(a)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

(x) El instrumento puede ser aplicado tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Chiclayo, mayo del 2021



José Lizardo Tapia Díaz

DNI N° 27729213

CRITERIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto : Oblitas Rivera Jorge Adalberto
- 1.2 Grado académico : Doctor en Educación
- 1.3 Documento de identidad : 27668255
- 1.4 Centro de Labores : I.E.N° 16093 “JoséGálvez
- 1.5 Denominación del instrumento motivo de validación:

Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria

- 1.6 Título de la Investigación:

Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén

- 1.7 Autora del instrumento: Capuñay Sanchez, Dulce Lucero

En este contexto lo(a) he considerado como experto(a) en la materia y necesito sus valiosas opiniones. Evalúe cada aspecto con las siguientes categorías:

MB	: Muy Bueno	(18-20)
B	: Bueno	(14-17)
R	: Regular	(11-13)
D	: Deficiente	(0-10)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO:

N°	INDICADORES	CATEGORÍAS			
		MB	B	R	D
01	La redacción empleada es clara y precisa	X			
02	Los términos utilizados son propios de la investigación científica	X			
03	Está formulado con lenguaje apropiado	X			
04	Está expresado en conductas observables	X			
05	Tiene rigor científico	X			
06	Existe una organización lógica	X			
07	Formulado en relación a los objetivos de la investigación	X			
08	Expresa con claridad la intencionalidad de la investigación	X			
09	Observa coherencia con el título de la investigación	X			
10	Guarda relación con el problema e hipótesis de la investigación	X			
11	Es apropiado para la recolección de información	X			
12	Están caracterizados según criterios pertinentes		X		
13	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias	X			
14	Consistencia con las variables, dimensiones e indicadores	X			
15	La estrategias responde al propósito de la investigación	X			
16	El instrumento es adecuado al propósito de la investigación	X			
17	Los métodos y técnicas empleados en el tratamiento de la información son propios de la investigación científica	X			
18	Proporciona sólidas bases teóricas y epistemológicas	X			
19	Es adecuado a la muestra representativa	X			
20	Se fundamenta en bibliografía actualizada	X			
VALORACIÓN FINAL					

Adaptado por el (la) investigador(a)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

(x) El instrumento puede ser aplicado tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Chiclayo, mayo del 2021



JORGE A. OBLITAS RIVERA
DNI:27668255

CRITERIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto : César Carrasco Díaz
1.2 Grado académico : Doctor en Educación
1.3 Documento de identidad : 27727085
1.4 Centro de Labores : I.E. Señor de Huamantanga Jaén
1.5 Denominación del instrumento motivo de validación:

Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria

- 1.6 Título de la Investigación:

Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén

- 1.7 Autora del instrumento : Capuñay Sanchez, Dulce Lucero

En este contexto lo(a) he considerado como experto(a) en la materia y necesito sus valiosas opiniones. Evalúe cada aspecto con las siguientes categorías:

MB : Muy Bueno (18-20)
B : Bueno (14-17)
R : Regular (11-13)
D : Deficiente (0-10)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO:

N°	INDICADORES	CATEGORÍAS			
		MB	B	R	D
01	La redacción empleada es clara y precisa	X			
02	Los términos utilizados son propios de la investigación científica	X			
03	Está formulado con lenguaje apropiado	X			
04	Está expresado en conductas observables		X		
05	Tiene rigor científico	X			
06	Existe una organización lógica	X			
07	Formulado en relación a los objetivos de la investigación	X			
08	Expresa con claridad la intencionalidad de la investigación	X			
09	Observa coherencia con el título de la investigación	X			
10	Guarda relación con el problema e hipótesis de la investigación	X			
11	Es apropiado para la recolección de información	X			
12	Están caracterizados según criterios pertinentes	X			
13	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias	X			
14	Consistencia con las variables, dimensiones e indicadores	X			
15	La estrategias responde al propósito de la investigación	X			
16	El instrumento es adecuado al propósito de la investigación	X			
17	Los métodos y técnicas empleados en el tratamiento de la información son propios de la investigación científica	X			
18	Proporciona sólidas bases teóricas y epistemológicas	X			
19	Es adecuado a la muestra representativa	X			
20	Se fundamenta en bibliografía actualizada	X			
VALORACIÓN FINAL					

Adaptado por el (la) investigador(a)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

(x) El instrumento puede ser aplicado tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Chiclayo, mayo del 2021


Dr. César Carrasco Díaz
ANR N° A1510871

CRITERIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Cueva Valdivia Johnny
- 1.2 Grado académico : Doctor
- 1.3 Documento de identidad : 16703164
- 1.4 Centro de Labores : Universidad Nacional Autónoma de Chota
- 1.5 Denominación del instrumento motivo de validación:

Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de segundo de secundaria
- 1.6 Título de la Investigación:

Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén
- 1.7 Autora del instrumento: Capuñay Sanchez, Dulce Lucero

En este contexto lo(a) he considerado como experto(a) en la materia y necesito sus valiosas opiniones. Evalúe cada aspecto con las siguientes categorías:

MB : Muy Bueno (18-20)
B : Bueno (14-17)
R : Regular (11-13)
D : Deficiente (0-10)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO:

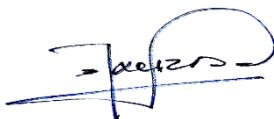
N°	INDICADORES	CATEGORÍAS			
		MB	B	R	D
01	La redacción empleada es clara y precisa	X			
02	Los términos utilizados son propios de la investigación científica	X			
03	Está formulado con lenguaje apropiado		X		
04	Está expresado en conductas observables		X		
05	Tiene rigor científico	X			
06	Existe una organización lógica	X			
07	Formulado en relación a los objetivos de la investigación	X			
08	Expresa con claridad la intencionalidad de la investigación	X			
09	Observa coherencia con el título de la investigación	X			
10	Guarda relación con el problema e hipótesis de la investigación	X			
11	Es apropiado para la recolección de información	X			
12	Están caracterizados según criterios pertinentes	X			
13	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias	X			
14	Consistencia con las variables, dimensiones e indicadores	X			
15	La estrategias responde al propósito de la investigación	X			
16	El instrumento es adecuado al propósito de la investigación	X			
17	Los métodos y técnicas empleados en el tratamiento de la información son propios de la investigación científica	X			
18	Proporciona sólidas bases teóricas y epistemológicas	X			
19	Es adecuado a la muestra representativa	X			
20	Se fundamenta en bibliografía actualizada	X			
VALORACIÓN FINAL					

Adaptado por el (la) investigador(a)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- (x) El instrumento puede ser aplicado tal como está elaborado
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Chiclayo, mayo del 2021



Firma del experto
DNI: 16703164

ANEXO 05

PROPUESTA DEL MODELO

“Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén”

Investigador: Capuñay Sanchez, Dulce Lucero

I. INTRODUCCIÓN

La propuesta que describimos tiene un fundamento pedagógico, epistemológico y tecnológico producto de la necesidad de dar solución a diversos problemas que presenta nuestra sistema educativo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, cito a continuación tres ejemplos: el bajo rendimiento académico, la deserción escolar y la anemia en los estudiantes; en nuestra investigación hemos implementado un modelo de red neuronal artificial el cual predice con efectividad el rendimiento académico de los estudiantes, recomendamos implementar este modelo teniendo en consideración las características descritas en la Tabla 1 de esta propuesta.

En tal sentido se propone llevar a cabo investigaciones en la línea de la inteligencia artificial utilizando el *diseño metodológico CRISP-DM*, según International Business Machines Corporation (2021) la primera fase del modelo consiste en comprender el problema, esto nos lleva a comprender los objetivos de la investigación. La segunda fase consiste en la recolección, descripción y exploración de los datos. En la tercera fase se preparan los datos a la vez que se buscan relaciones significativas entre una variable y otra. En la cuarta fase se seleccionan las técnicas del modelado más apropiadas, en la quinta fase se evalúa el modelo implementado considerando la validez, fiabilidad, exactitud y generalidad del mismo, esta evaluación se realiza en función a los objetivos de la investigación. Finalmente la sexta y última fase es la implementación del modelo como resultado de la evaluación y validación.

II. FUNDAMENTACIÓN

La propuesta que se plantea en esta investigación presenta un fundamento *tecnológico, pedagógico y filosófico*, aporta conocimiento existente en el área de la inteligencia artificial para realizar investigaciones en educación, de esta manera se fomentan investigaciones multidisciplinarias que afiancen y enriquezcan el sistema educativo, brinda al docente en el marco de la ética los posibles resultados académicos finales de los estudiantes sin necesidad de haber culminado el curso, de esta manera el docente puede utilizar estrategias pedagógicas, instrumentos y herramientas adecuadas a tiempo durante el proceso enseñanza-aprendizaje en bien de la población estudiantil e incorpora la metodología CRIS-DM muy poco usada en investigaciones dentro del campo de la educación..

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Predecir y proyectar el rendimiento académico de los estudiantes del segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén mediante un modelo de red neuronal artificial para facilitar al docente los futuros promedios antes de culminar el año escolar con la finalidad de lograr mejoras académicas.

3.2 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar el modelo de red neuronal artificial.
- Recolectar datos históricos de los estudiantes.

IV. CARACTERÍSTICA DEL MODELO PROPUESTO

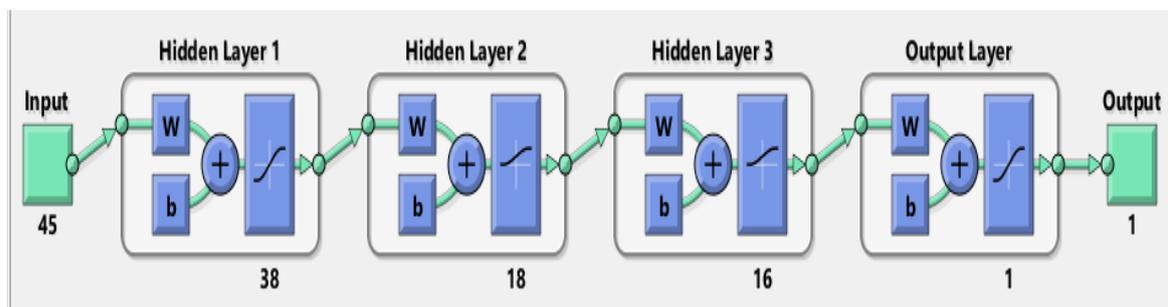
Tabla 1. *Características del modelo de RNA*

Elementos de la RNA	Característica
Tipo de red	Feed-forwad Backpropagation
Función de entrenamiento	Propagación hacia atrás de Levenberg-Marquardt (TRAINLM)
Función de aprendizaje	Descenso de gradiente con peso de impulso y función de aprendizaje de sesgo(LEARNGDM)
Función de desempeño	Error cuadrático medio (MSE)
Función de transferencia	Función de transferencia sigmoidea tangente hiperbólica (TANSIG)
Nº de Número de capas	4
Nº de Neuronas en la capa oculta 1	35
Nº de Neuronas en la capa oculta 2	18
Nº de Neuronas en la capa oculta 3	16
Nº de Neuronas en la capa de salida	1
Efectividad de la predicción exacta del promedio.	88.67%
Efectividad de la predicción con una diferencia de ± 1 punto del promedio.	98.52%
Coeficiente de correlación en el entrenamiento	0.98911
Coeficiente de correlación en la Validación	0.92522
Coeficiente de correlación en la prueba	0.89073
Error Cuadrático medio	0.0501

Nota. Elaboración propia en el Software Científico Matlab

La estructura del modelo de RNA implementado y propuesto en esta investigación posee las características descritas en la Tabla 1, y Figura 1.

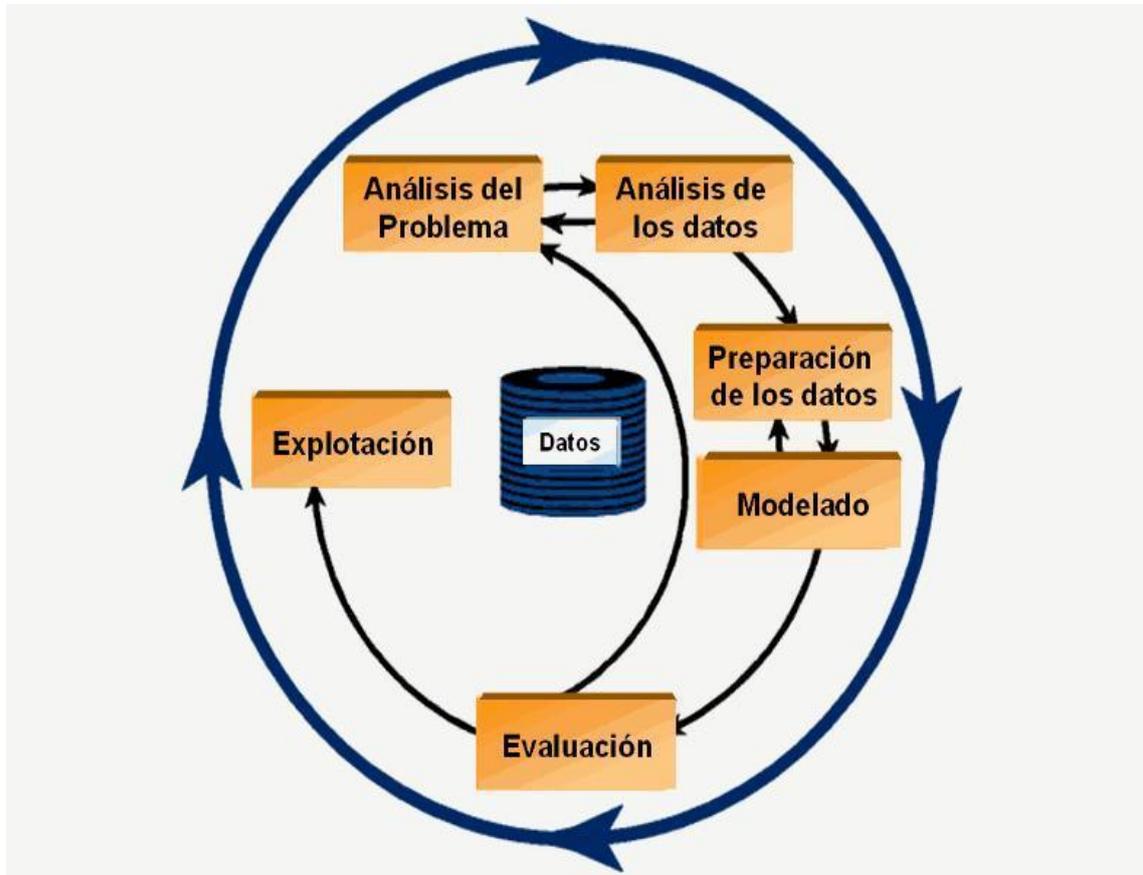
Figura 1. *Estructura de la RNA*



Nota. Elaboración propia en el Software Científico Matlab 2016a.

En la Figura 2 se describe las fases o etapas que se tienen en cuenta al implementar el modelo propuesto.

Figura 2. Diseño metodológico CRISP-DM con el que se implementó el Modelo de RNA propuesto.



Nota. International Business Machines Corporation (IBM)

ANEXO 06

VALIDACIÓN DEL MODELO POR CRITERIO DE EXPERTOS

INSTRUMENTO PARA VALIDAR EL MODELO PROPUESTO

I.- DATOS GENERALES Y AUTOEVALUACIÓN DEL EXPERTO

Estimado Doctor (a) : Cueva Valdivia Johnny

Solicito su apoyo profesional para que emita juicios sobre el modelo de red neuronal artificial propuesto en la investigación que estoy realizando titulada “*Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén*”, para alcanzar este objetivo usted ha sido seleccionado como experto en la materia y necesito su valiosa opinión. Para ello debe marcar con una (X) en la columna que considere para cada aspecto a evaluar. Dicho modelo de cuenta con las siguientes características:

Tabla 1. *Características del Modelo de RNA*

Elementos de la RNA	Característica
Tipo de red	Feed-forward Backpropagation
Función de entrenamiento	Propagación hacia atrás de Levenberg-Marquardt (TRAINLM)
Función de aprendizaje	Descenso de gradiente con peso de impulso y función de aprendizaje de sesgo (LEARNGDM)
Función de desempeño	Error cuadrático medio (MSE)
Función de transferencia	Función de transferencia sigmoidea tangente hiperbólica (TANSIG)
Nº de Número de capas	4
Nº de Neuronas en la capa oculta 1	35
Nº de Neuronas en la capa oculta 2	18
Nº de Neuronas en la capa oculta 3	16
Nº de Neuronas en la capa de salida	1
Efectividad de la predicción exacta del promedio.	88.67%
Efectividad de la predicción con una diferencia de ± 1 punto del promedio.	98.52%
Coeficiente de correlación en el entrenamiento	0.98911
Coeficiente de correlación en la Validación	0.92522
Coeficiente de correlación en la prueba	0.89073
Error Cuadrático medio	0.0501

Nota. Elaboración propia

1. Datos generales del experto encuestado:

- 1.1. Años de experiencia en la Educación : 15 años
1.2. Cargo que ha ocupado : Docente

1.3. Institución Educativa donde labora actualmente: Universidad Nacional Autónoma de Chota

1.4. Especialidad : Licenciado en Educación , Ingeniero de Computación e informática

1.5. Grado académico alcanzado: Doctor.

2. Test de autoevaluación del experto:

2.1 Señale su nivel de dominio acerca de la esfera sobre la cual se consultará, marcando con una cruz o aspa sobre la siguiente escala (Dominio mínimo = 1 y dominio máximo= 10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.2 Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia en las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud.	X		
Su propia experiencia.	X		
Trabajos de autores nacionales.	X		
Trabajos de autores extranjeros.	X		
Conocimiento del estado del problema en su trabajo propio.	X		
Su intuición.	X		

II. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA POR LOS EXPERTOS

Nombres y apellidos del experto	CUEVA VALDIVIA JOHNNY
---------------------------------	-----------------------

Por las particularidades del indicado Trabajo de Investigación es necesario someter a su valoración, en calidad de experto; aspectos relacionados con la variable de estudio: **Modelo de RNA.**

Mucho le agradeceré se sirva otorgar según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una **X** en la columna correspondiente. Las categorías son:

Muy adecuado (MA)
Bastante adecuado (BA)
Adecuado (A)
Poco adecuado (PA)
Inadecuado (I)

Si Ud. considera necesario hacer algunas recomendaciones o incluir otros aspectos a evaluar, le agradezco de sobremanera.

2.1. ASPECTOS GENERALES:

N°	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Modelo Didáctico.	X				
2	Representación gráfica del Modelo.	X				
3	Secciones que comprende.	X				

N°	Aspectos a evaluar	MA	B A	A	PA	I
4	Nombre de estas secciones.	X				
5	Elementos componentes de cada una de sus secciones.	X				
6	Relaciones de jerarquización de cada una de sus secciones.	X				
7	Interrelaciones entre los componentes estructurales de estudio.	X				

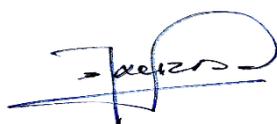
2.2. CONTENIDO

N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Modelo Didáctico.	X				
2	Las estrategias están bien elaboradas para el modelo.	X				
3	Programaciones de capacitación con profesionales.	X				
4	Coherencia entre el título y la propuesta de modelo	X				
5	Existe relación entre las estrategias programadas y el tema.	X				
6	Guarda relación el Programa con el objetivo general.	X				
7	El objetivo general guarda relación con los objetivos específicos.	X				
8	Relaciones de los objetivos específicos con las actividades a trabajar.	X				
9	Las estrategias guardan relación con el modelo.	X				
10	El organigrama estructural guarda relación con el modelo.	X				
11	Los principios guardan relación con el objetivo.	X				
12	El tema tiene relación con la propuesta del Modelo.	X				
13	La fundamentación tiene sustento para la propuesta de modelo.	X				
14	El modelo contiene viabilidad en su estructura	X				
15	El monitoreo y la evaluación del modelo son adecuados	X				
16	Los contenidos del modelo tienen impacto académico y social.	X				
17	La propuesta tiene sostenibilidad en el tiempo y en el espacio	X				
18	La propuesta está insertada en la Investigación.	X				
19	La propuesta del modelo cumple con los requisitos.	X				
20	La propuesta del modelo contiene fundamentos teóricos	X				

x

2.3. VALORACIÓN INTEGRAL DE LA PROPUESTA

N	Aspectos a evaluar	MA	B A	A	PA	I
1	Pertinencia.	X				
2	Actualidad: La propuesta del modelo tiene relación con el conocimiento científico del tema de Investigación.	X				
3	Congruencia interna de los diversos elementos propios del estudio de Investigación.	X				
4	El aporte de validación de la propuesta favorecerá el propósito de la tesis para su aplicación.	X				



Chiclayo, Julio del 2021

Firma del experto
DNI: 16703164

INSTRUMENTO PARA VALIDAR EL MODELO PROPUESTO

I.- DATOS GENERALES Y AUTOEVALUACIÓN DEL EXPERTO

Estimado Doctor (a) : José Lizardo Tapia Díaz

Solicito su apoyo profesional para que emita juicios sobre el modelo de red neuronal artificial propuesto en la investigación que estoy realizando titulada “*Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén*”, para alcanzar este objetivo usted ha sido seleccionado como experto en la materia y necesito su valiosa opinión. Para ello debe marcar con una (X) en la columna que considere para cada aspecto a evaluar. Dicho modelo de cuenta con las siguientes características:

Tabla 1. *Características del Modelo de RNA*

Elementos de la RNA	Característica
Tipo de red	Feed-forward Backpropagation
Función de entrenamiento	Propagación hacia atrás de Levenberg-Marquardt (TRAINLM)
Función de aprendizaje	Descenso de gradiente con peso de impulso y función de aprendizaje de sesgo(LEARNGDM)
Función de desempeño	Error cuadrático medio (MSE)
Función de transferencia	Función de transferencia sigmoidea tangente hiperbólica (TANSIG)
N° de Número de capas	4
N° de Neuronas en la capa oculta 1	35
N° de Neuronas en la capa oculta 2	18
N° de Neuronas en la capa oculta 3	16
N° de Neuronas en la capa de salida	1
Efectividad de la predicción exacta del promedio.	88.67%
Efectividad de la predicción con una diferencia de ± 1 punto del promedio.	98.52%
Coeficiente de correlación en el entrenamiento	0.98911
Coeficiente de correlación en la Validación	0.92522
Coeficiente de correlación en la prueba	0.89073
Error Cuadrático medio	0.0501

Nota. Elaboración propia

3. Datos generales del experto encuestado:

- 3.1. Años de experiencia en la Educación : 20 años
- 3.2. Cargo que ha ocupado : Docente
- 3.3. Institución Educativa donde labora actualmente: I.E. Señor de Huamantanga Jaén

3.4. Especialidad : Licenciado en Educación , Ingeniero de Computación e informática

3.5. Grado académico alcanzado: Doctor.

4. Test de autoevaluación del experto:

2.2 Señale su nivel de dominio acerca de la esfera sobre la cual se consultará, marcando con una cruz o aspa sobre la siguiente escala (Dominio mínimo = 1 y dominio máximo= 10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.3 Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia en las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud.	X		
Su propia experiencia.	X		
Trabajos de autores nacionales.	X		
Trabajos de autores extranjeros.	X		
Conocimiento del estado del problema en su trabajo propio.	X		
Su intuición.	X		

II. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA POR LOS EXPERTOS

Nombres y apellidos del experto	José Lizardo Tapia Díaz
---------------------------------	-------------------------

Por las particularidades del indicado Trabajo de Investigación es necesario someter a su valoración, en calidad de experto; aspectos relacionados con la variable de estudio: **Modelo de RNA**.

Mucho le agradeceré se sirva otorgar según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una **X** en la columna correspondiente. Las categorías son:

Muy adecuado (MA)
Bastante adecuado (BA)
Adecuado (A)
Poco adecuado (PA)
Inadecuado (I)

Si Ud. considera necesario hacer algunas recomendaciones o incluir otros aspectos a evaluar, le agradezco de sobremanera.

2.1. ASPECTOS GENERALES:

N°	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Modelo Didáctico.	X				
2	Representación gráfica del Modelo.	X				
3	Secciones que comprende.	X				
4	Nombre de estas secciones.	X				
5	Elementos componentes de cada una de sus secciones.	X				

Nº	Aspectos a evaluar	MA	B A	A	PA	I
6	Relaciones de jerarquización de cada una de sus secciones.	X				
7	Interrelaciones entre los componentes estructurales de estudio.	X				

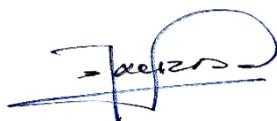
2.2. CONTENIDO

Nº	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Modelo Didáctico.	X				
2	Las estrategias están bien elaboradas para el modelo.	X				
3	Programaciones de capacitación con profesionales.	X				
4	Coherencia entre el título y la propuesta de modelo	X				
5	Existe relación entre las estrategias programadas y el tema.	X				
6	Guarda relación el Programa con el objetivo general.	X				
7	El objetivo general guarda relación con los objetivos específicos.	X				
8	Relaciones de los objetivos específicos con las actividades a trabajar.	X				
9	Las estrategias guardan relación con el modelo.	X				
10	El organigrama estructural guarda relación con el modelo.	X				
11	Los principios guardan relación con el objetivo.	X				
12	El tema tiene relación con la propuesta del Modelo.	X				
13	La fundamentación tiene sustento para la propuesta de modelo.	X				
14	El modelo contiene viabilidad en su estructura	X				
15	El monitoreo y la evaluación del modelo son adecuados	X				
16	Los contenidos del modelo tienen impacto académico y social.	X				
17	La propuesta tiene sostenibilidad en el tiempo y en el espacio	X				
18	La propuesta está insertada en la Investigación.	X				
19	La propuesta del modelo cumple con los requisitos.	X				
20	La propuesta del modelo contiene fundamentos teóricos	X				

X

2.3. VALORACIÓN INTEGRAL DE LA PROPUESTA

N	Aspectos a evaluar	MA	B A	A	PA	I
1	Pertinencia.	X				
2	Actualidad: La propuesta del modelo tiene relación con el conocimiento científico del tema de Investigación.	X				
3	Congruencia interna de los diversos elementos propios del estudio de Investigación.	X				
4	El aporte de validación de la propuesta favorecerá el propósito de la tesis para su aplicación.	X				



Jaén, Julio del 2021

Firma del experto
DNI: 16703164

INSTRUMENTO PARA VALIDAR EL MODELO PROPUESTO

I.- DATOS GENERALES Y AUTOEVALUACIÓN DEL EXPERTO

Estimado Doctor (a) : Eudaldo Díaz Gonzales

Solicito su apoyo profesional para que emita juicios sobre el modelo de red neuronal artificial propuesto en la investigación que estoy realizando titulada “*Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén*”, para alcanzar este objetivo usted ha sido seleccionado como experto en la materia y necesito su valiosa opinión. Para ello debe marcar con una (X) en la columna que considere para cada aspecto a evaluar. Dicho modelo de cuenta con las siguientes características:

Tabla 1. *Características del Modelo de RNA*

Elementos de la RNA	Característica
Tipo de red	Feed-forwad Backpropagation
Función de entrenamiento	Propagación hacia atrás de Levenberg-Marquardt (TRAINLM)
Función de aprendizaje	Descenso de gradiente con peso de impulso y función de aprendizaje de sesgo(LEARNGDM)
Función de desempeño	Error cuadrático medio (MSE)
Función de transferencia	Función de transferencia sigmoidea tangente hiperbólica (TANSIG)
N° de Número de capas	4
N° de Neuronas en la capa oculta 1	35
N° de Neuronas en la capa oculta 2	18
N° de Neuronas en la capa oculta 3	16
N° de Neuronas en la capa de salida	1
Efectividad de la predicción exacta del promedio.	88.67%
Efectividad de la predicción con una diferencia de ± 1 punto del promedio.	98.52%
Coeficiente de correlación en el entrenamiento	0.98911
Coeficiente de correlación en la Validación	0.92522
Coeficiente de correlación en la prueba	0.89073
Error Cuadrático medio	0.0501

Nota. Elaboración propia

5. Datos generales del experto encuestado:

- 5.1. Años de experiencia en la Educación : 18 años
- 5.2. Cargo que ha ocupado : Docente
- 5.3. Institución Educativa donde labora actualmente: I:E. Señor de Huamantanga Jaén

5.4. Especialidad : Licenciado en Educación , Ingeniero de Computación e informática

5.5. Grado académico alcanzado: Doctor.

6. Test de autoevaluación del experto:

2.3 Señale su nivel de dominio acerca de la esfera sobre la cual se consultará, marcando con una cruz o aspa sobre la siguiente escala (Dominio mínimo = 1 y dominio máximo= 10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.4 Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia en las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud.	X		
Su propia experiencia.	X		
Trabajos de autores nacionales.	X		
Trabajos de autores extranjeros.	X		
Conocimiento del estado del problema en su trabajo propio.	X		
Su intuición.	X		

II. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA POR LOS EXPERTOS

Nombres y apellidos del experto	Eduardo Díaz Gonzales
---------------------------------	-----------------------

Por las particularidades del indicado Trabajo de Investigación es necesario someter a su valoración, en calidad de experto; aspectos relacionados con la variable de estudio: **Modelo de RNA.**

Mucho le agradeceré se sirva otorgar según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una **X** en la columna correspondiente. Las categorías son:

Muy adecuado (MA)
Bastante adecuado (BA)
Adecuado (A)
Poco adecuado (PA)
Inadecuado (I)

Si Ud. considera necesario hacer algunas recomendaciones o incluir otros aspectos a evaluar, le agradezco de sobremanera.

2.1. ASPECTOS GENERALES:

N°	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Modelo Didáctico.	X				
2	Representación gráfica del Modelo.	X				
3	Secciones que comprende.	X				
4	Nombre de estas secciones.	X				
5	Elementos componentes de cada una de sus secciones.	X				

N°	Aspectos a evaluar	MA	B A	A	PA	I
6	Relaciones de jerarquización de cada una de sus secciones.	X				
7	Interrelaciones entre los componentes estructurales de estudio.	X				

2.2. CONTENIDO

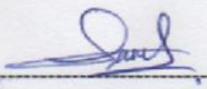
N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Modelo Didáctico.	X				
2	Las estrategias están bien elaboradas para el modelo.	X				
3	Programaciones de capacitación con profesionales.	X				
4	Coherencia entre el título y la propuesta de modelo	X				
5	Existe relación entre las estrategias programadas y el tema.	X				
6	Guarda relación el Programa con el objetivo general.	X				
7	El objetivo general guarda relación con los objetivos específicos.	X				
8	Relaciones de los objetivos específicos con las actividades a trabajar.	X				
9	Las estrategias guardan relación con el modelo.	X				
10	El organigrama estructural guarda relación con el modelo.	X				
11	Los principios guardan relación con el objetivo.	X				
12	El tema tiene relación con la propuesta del Modelo.	X				
13	La fundamentación tiene sustento para la propuesta de modelo.	X				
14	El modelo contiene viabilidad en su estructura	X				
15	El monitoreo y la evaluación del modelo son adecuados	X				
16	Los contenidos del modelo tienen impacto académico y social.	X				
17	La propuesta tiene sostenibilidad en el tiempo y en el espacio	X				
18	La propuesta está insertada en la Investigación.	X				
19	La propuesta del modelo cumple con los requisitos.	X				
20	La propuesta del modelo contiene fundamentos teóricos	X				

X

2.3. VALORACIÓN INTEGRAL DE LA PROPUESTA

N	Aspectos a evaluar	MA	B A	A	PA	I
1	Pertinencia.	X				
2	Actualidad: La propuesta del modelo tiene relación con el conocimiento científico del tema de Investigación.	X				
3	Congruencia interna de los diversos elementos propios del estudio de Investigación.	X				
4	El aporte de validación de la propuesta favorecerá el propósito de la tesis para su aplicación.	X				

Jaén, Julio del 2021


 Firma del experto
 DNI: 27740611
 Dr. Eusebio Díaz Gonzales
 DOCENTE - REG. OPP. 290015
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

ANEXO 07

AUTORIZACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN



"Año del Bicentenario del Perú. 200 años de Independencia"

CONOCIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN DE TESIS

EL DIRECTOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA, DE INICIAL, PRIMARIA Y SECUNDARIA DE MENORES N° 16093 "JOSÉ GÁLVEZ" DEL CENTRO POBLADO DE CHUNCHUQUILLO, DISTRITO DE COLASAY, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA,

AUTORIZA

A la Mrtg. Capuñay Sanchez Dulce Lucero, identificada con DNI 43247082 para que aplique los instrumentos necesarios y solicite información para la investigación de la tesis de grado titulada *"Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén"*, la cual es con fines de presentar la tesis para obtener el grado de doctor en educación.

Jaén, 22, de mayo de 2021




Dr. Jorge A. Obillos Rivera
C.M. N° 1027668259
DIRECTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

18 de mayo del 2021

Señor.

Dr. Jorge Adalberto Oblitas Rivera

Director de la Institución Educativa Jose Galvez N°16093

Presente.

Es grato dirigimos a ustedes, para expresar nuestro cordial saludo y a la vez presentar a la Mrtg. **Capuñay Sanchez Dulce Lucero**, alumna de la escuela de Posgrado del VI ciclo del Doctorado en Educación, de nuestra casa superior de estudios; quien desea desarrollar la aplicación de su Proyecto de Tesis; en su representada; dicho trabajo se titula: **“Modelo basado en redes neuronales para proyectar el rendimiento académico de segundo grado de secundaria en la Institución Educativa N°16093-Jaén”**

Agradecemos anticipadamente la atención que pudieran brindar a la presente.

Expedimos la presente a solicitud del alumno.

Dra. Mercedes Collazos Alarcón.
Jefe de la Unidad Escuela de Posgrado
Universidad Cesar Vallejo – Filial Chiclayo.

C.C.: VAGS-DTC-EPG, Interesado (a) y Archivo.