

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
INGENIERÍA FINANCIERA



**Proyección de estados financieros por el método de
redes neuronales artificiales aplicable al sector
financiero de Bolivia**

**PLAN DE INVESTIGACIÓN PARA
OBTENER EL GRADO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA
FINANCIERA**

POSTULANTE: Solís Peña Luis Alberto

TUTOR: Torrico Lara Alex

COCHABAMBA - BOLIVIA - 2022

Indice capitular

1. Antecedentes	4
2. Planteamiento del problema	5
3. Formulación del problema central	6
4. Justificación	7
5. Alcance y delimitación	7
6. Objetivos de la investigación	8
General	8
Específico	8
7. Marco teórico	8
7.1. Sistema financiero	8
7.2. Estados financieros	9
7.3. Inteligencia artificial	10
7.4. Redes neuronales artificiales	11
8. Hipotesis	14
9. Marco Metódico	14
9.1. Tipo de investigación	14
9.2. Método de investigación	14
9.3. Tecnicas de investigación	14

10.Fuentes de información	15
10.1. Fuentes primarias	15
10.2. Fuentes secundarias	16
10.3. Técnica de recolección de la información	16
11.Estructura capitular tentativo	17
12.Cronograma del trabajo de investigación	18
13.Bibliografía a ser consultada	19

Lista de figuras

1. Arbol de problemas	6
2. Red Neuronal Artificial	12
3. Diagrama de Gantt del cronograma del trabajo de investigación	18

Lista de tablas

1. Matriz de diseño metodológico.	15
2. Cronograma	18

Tema de investigación: Finanzas

Tema genérico: Proyección de estados financieros.

Tema específico: Proyección de estados financieros por el método de redes neuronales artificiales.

PROYECCION DE ESTADOS FINANCIEROS POR EL MÉTODO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN BOLIVIA

1. Antecedentes

Como antecedentes generales muestran que los inicios de la inteligencia artificial de manera formal se dieron en el año 1943 cuando se colocó la primera piedra angular sobre la que se basó lo que hoy se conoce como inteligencia artificial, de la mano de Warren McCulloch y Walter Pitts, con la presentación del primer modelo matemático de aprendizaje, donde por primera vez se dota a un modelo autónomo la capacidad de aprendizaje.

En 1949 se dio otro aporte al campo de las redes neuronales por parte de Donald Hebb, quien fue el primero en explicar los procesos del aprendizaje desde una perspectiva del campo psicológico, desarrollando una regla de como el aprendizaje ocurría. La idea general que propuso era que el aprendizaje ocurría cuando ciertos cambios en una neurona eran activados.

En 1950 Alan Turing presento lo que se denominó como la “Prueba de Turing”, donde dio una definición operacional y satisfactoria de inteligencia, que dicha prueba consistía en la incapacidad de diferenciar entre entidades inteligentes indiscutibles y seres humanos.

Pero solo 1957, Frank Rosenblatt pudo generalizar las ideas propuesta por Warren McCulloch y Walter Pitts, a dicho modelo lo denomino PERCEPTRON, el cual tiene la capacidad de generalizar problemas lineales por medio de datos de ejemplo, donde reconoce patrones y hace predicciones con datos diferentes con los que había sido entrenado, es decir está dotado con la capacidad de generalizar, y 1959 Frank Rosenblatt en su libro “Principios de Neuro

dinámica” confirmó que, bajo ciertas condiciones, el aprendizaje del Perceptrón convergía hacia un estado finito que denomino teorema de convergencia del Perceptrón.

En 1960 Bernard Widroff y Marcian Hoff, desarrollaron el modelo ADELINe (ADAPtative LINear Elements) que fue la primera aplicación comercial de redes neuronales para eliminar ecos en las líneas telefónicas. En 1969 se produjo un declive en las redes neuronales en consecuencia, de una publicación de Marvin Minsky y Seymour Papert probaron matemáticamente que, si bien el perceptrón era capaz de resolver con facilidad problemas lineales, pero su rendimiento decaía cuando intentaba modelar problemas no lineales, sobrecargando la capacidad computo.

Pero en 1985 John Hopfield, hizo que las redes neuronales cobraran nuevamente importancia con su libro “Computación neuronal de decisiones en problemas de optimización” donde presenta el algoritmo de retropropagación que reduce cantidad de cómputo en proceso de aprendizaje de las redes neuronales, dotando a esta de la capacidad de resolver problemas no lineales. También 1986 David E. Rumelhart y Geoffrey E. Hinton, mejoraron el algoritmo de aprendizaje de propagación hacia atrás, que permitieron recortar el tiempo aún más el proceso de aprendizaje con respecto a los modelos anteriores.

Uno de los aportes más recientes vino por parte de la Universidad de Toronto y la empresa de Google en 2017 con la publicación del artículo titulado “Atención es todo lo que necesitas”, con la presentación de la arquitectura denominada “transformers” que de la mano de las redes neuronales dotan de atención al modelo de inteligencia artificial.

Ahora bien como antecedentes específicos Bolivia no es un país que lleve adelante de investigación o desarrollos significativos sobre inteligencia artificial como un dato relevante según el reporte Government AI Readiness Index 2020 (Oxford Insights), Bolivia ocupa el puesto 122 de 172 países, y el 22 de 32 en la región de Latinoamérica y el Caribe.

2. Planteamiento del problema

En un mundo cada vez más globalizado, y siendo el entorno financiero uno de los sectores que más ha sido impactado por la integración económica multilateral, que ha implicado su incre-

mento en complejidad, donde los agentes económicos son expuestos a una inmensa cantidad de información sobre productos y/o servicios financieros, lo que puede dar lugar a oportunidades de incrementar rendimientos, sin dejar de lado el riesgo de perdidas consecuencia de la complejidad del mismo.

Una de las alternativas de tratamiento de esta información que ofrece el sistema financiero, y que es el objeto de estudio en esta investigación que se propone, es la aplicación de redes neuronales artificiales para la proyección de estados financieros, la cual se encarga de encontrar la relación existente en las variables introducidas al modelo que no pueden ser visibles al análisis subjetivo económico-financiero, dando lugar a la necesidad de evaluar dicha información por herramientas de igual complejidad.

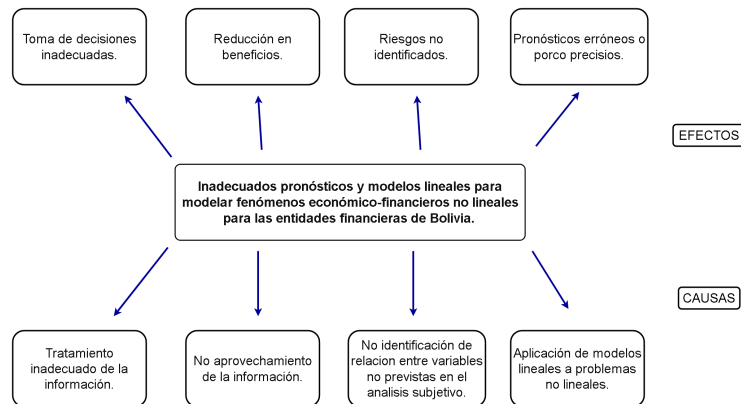


Figura 1: Arbol de problemas

3. Formulación del problema central

¿Para qué es importante, realizar proyecciones de estados financieros por el método de redes neuronales?

4. Justificación

Observando la importancia de las proyecciones para la toma de decisiones, y la capacidad de las redes neuronales de encontrar patrones no visibles al análisis subjetivo, este tipo de modelos podrán dotar de mayor información a agentes internos y externos del sector financiero de donde y como hacer colocaciones o inversiones sobre el dinero que administran.

En síntesis, el presente trabajo de investigación no pretende remplazar a otros modelos existentes para la toma de decisiones, por el contrario, ser tomado como una alternativa para el modelado de fenómenos no lineales en el campo de las finanzas.

5. Alcance y delimitación

El presente trabajo de investigación se circunscribirá al estudio de las entidades de intermediación de servicios financieras de Bolivia, definidas en el artículo 151 de la ley 393. Con fines de obtener la información que coadyuve a generar la determinación de pronósticos mediante redes neuronales, como herramienta en la toma de decisiones a nivel gerencial y la evaluación de las mismas.

Para viabilizar la realización del tema de investigación se ha elegido, que se tomará como modelo de análisis a las siguientes entidades:

- Bancos múltiples
- Bancos PYME
- Entidades financieras de vivienda
- Cooperativas de ahorro y crédito abiertas
- Instituciones financieras de desarrollo
- Bancos de desarrollo productivo

para tener acceso a la información homogénea requerida y permita generalizar los resultados obtenidos de las gestiones de 2014 a 2022 y los cinco años proyectados de estas entidades que

corresponden al ámbito delimitado. El tema elegido y propuesto, se realizará en un tiempo no mayor a diez meses, a partir de la aprobación y registro del plan de investigación presentado.

6. Objetivos de la investigación

Entre los objetivos propuestos para viabilizar el tema de investigación y la realización del informe final, se describen los siguientes:

General

Proporcionar la información financiera adecuada y oportuna, para la toma de decisiones gerenciales sobre bases ciertas y debidamente estructuradas, mediante la determinación de pronósticos de estados financieros por redes neuronales artificiales.

Específico

- Diagnostico de la situación actual del sistema financiero de Bolivia.
- Definir la arquitectura de un modelo de redes neuronales artificiales para la obtención de información confiable y válida para la toma de decisiones.
- Realizar el análisis comparativo de los datos y los resultados obtenidos.
- Determinar las ventajas y desventajas del método redes neuronales artificiales para el análisis financiero de las instituciones financieras.

7. Marco teórico

7.1. Sistema financiero

El sistema financiero, consiste en diversas instituciones y mercados que sirven a las empresas de negocios, los individuos y los gobiernos.(James C. Van Horne, 2010)

Entonces se afirma que el sistema financiero en general está formado por el conjunto de instituciones, constituidas en mercados, cuyo fin principal es canalizar el ahorro que generan los ahorradores hacia los prestatarios, así como facilitar y otorgar seguridad al movimiento de dinero y al sistema de pagos. En consecuencia al alcance y limitaciones del estudio de esta investigación se define al sistema financiero boliviano que está constituido por tres sectores que atienden al origen de su capital, el sector financiero privado, el público y con participación parcial del estado.

7.2. Estados financieros

En la página oficial de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI), se define que los estados financieros constituyen una representación estructurada de la situación financiera y de las transacciones llevadas a cabo por la empresa. Su objetivo, con propósitos de información general, es suministrar información acerca de la situación y rendimiento financieros, así como de los flujos de efectivo que sea útil a una amplia variedad de usuarios al tomar sus decisiones económicas. Los estados financieros también muestran los resultados de la gestión que los administradores han efectuado con los recursos que se les han confiado. (ASFI, 2022)

Entonces se afirma, que los estados financieros son un resumen del ejercicio económico de una empresa o institución, entendiendo al ejercicio económico como la suma de todas las actividades vinculadas al giro de la empresa en un intervalo de tiempo, dando información, sobre ingresos, egresos, pasivos, activos, es decir, los estados financieros son una fotografía de la empresa en un punto del tiempo.

7.2.1. Pronósticos

El término de pronóstico de uso común, definido por la Real Academia Española (RAE) como la acción y efecto de pronosticar, la misma RAE define pronosticar como predecir algo en el futuro a partir de indicios. El pronóstico es el proceso de estimación en situaciones de incertidumbre, para los propósitos de esta investigación, un pronóstico es un evento asociado

a una distribución de probabilidad.

7.3. Inteligencia artificial

En la literatura referente a la inteligencia artificial no existe consenso sobre lo que se entiende como inteligencia artificial, pero estas diferencias se engloban en dos ideas, donde la inteligencia artificial se refieren a procesos mentales y al razonamiento. (Stuart Russell, 2004)

Ahora bien el campo de la inteligencia artificial es relativamente reciente, y cobra atención en la actualidad por su capacidad de resolver problemas que con anterioridad sus resultados se divisaban lejanos, como el pronóstico de fenómenos no lineales, procesamiento de lenguaje natural, generador de imágenes, clasificación de objetos, etc.

7.3.1. Aprendizaje supervisado con redes neuronales

El aprendizaje supervisado corresponde a la situación en que se tiene una variable de salida, ya sea cuantitativa o cualitativa, que se desea predecir basándose en un conjunto de características. (Julio Cesar Ponce Gallegos, 2014)

El aprendizaje supervisado una rama del aprendizaje automático, son algoritmos que permiten aprender a la red neuronal mediante datos ejemplos que están compuesta por un vector de entrada que son las variables independientes, y otro vector denomina etiquetas, donde la red se encarga de encontrar las relaciones existentes entre las variables independientes, realizando cambios y adaptando el modelo por medio de variaciones sujetas a una función de coste.

7.3.2. Aprendizaje no supervisado con redes neuronales

El aprendizaje no supervisado corresponde a la situación en que existe un conjunto de datos que contienen diversas características de determinados individuos, sin que ninguna de ellas se considere una variable de salida que se desee predecir. (Julio Cesar Ponce Gallegos, 2014)

Aprendizaje no supervisado es un método de aprendizaje automático donde la red neuronal se ajusta a las observaciones. Se distingue del aprendizaje supervisado por el hecho de que no hay un conocimiento a priori es decir etiquetas que sirvan como guía, en el aprendizaje no supervisado solo se cuenta con un conjunto de datos de objetos de entrada.

7.4. Redes neuronales artificiales

Las Redes Neuronales son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el cerebro para realizar las tareas de pensar y tomar decisiones (sistema nervioso). (Julio Cesar Ponce Gallegos, 2014)

Una red neuronal es un método del aprendizaje automático que enseña a las computadoras a procesar datos de una manera que está inspirada en la forma en que lo hace el cerebro humano, las redes neuronales artificiales es modelo computacional resultado de diversas aportaciones científicas, consiste en un conjunto de unidades, llamadas neuronas artificiales, inspiradas en las neuronas del cerebro conectadas entre sí para transmitirse señales.

Las redes neuronales artificiales son modelos de aprendizaje de problemas no lineales que buscan generalizar información extraída de datos ordenados en vectores, que dotan a dicha red neuronal con la capacidad de realizar clasificaciones o regresiones.

7.4.1. Elementos de una red neuronal

Los elementos de una red neuronal se resumen en la siguiente figura:

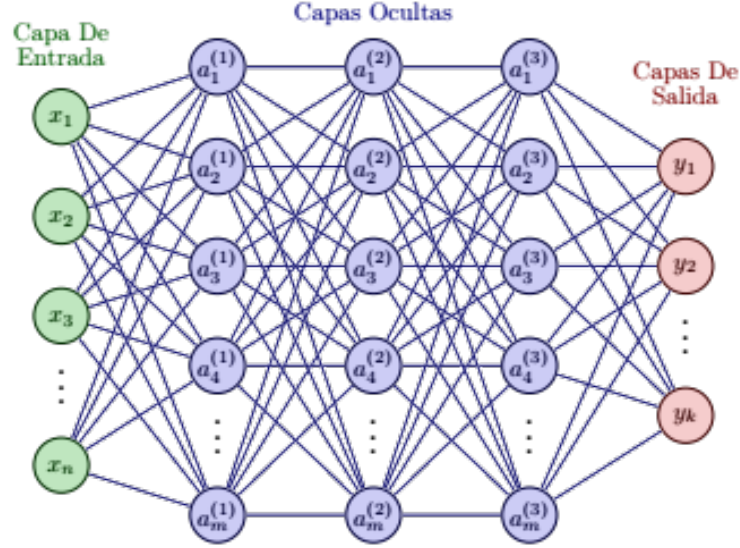


Figura 2: Red Neuronal Artificial

Y como todo sistema es el resultado de la interacción de elementos simples trabajando conjuntamente, que se presenta a continuación.

7.4.2. Neurona artificial

La neurona es la unidad básica de procesamiento de una red neuronal de ahí el nombre, igual que su equivalente biológico una neurona artificial recibe estímulos externos y devuelve otro valor, esta es expresada matemáticamente como una función, donde la neurona realiza una suma ponderada con los datos de entrada.

Dado:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Se tiene:

$$Y = f(X) = \sum_{i=1}^n w_i x_i = \sum W X$$

Donde:

X = Vector de los datos de entrada.

Y = Vector resultado de la suma ponderada.

W = Vector de los pesos las variables independientes.

La arquitectura de la red neuronal corresponde a la manera en que esta ordenas las neuronas, si las neuronas son colocadas de forma vertical, reciben los mismos datos de entrada y sus resultados de salida lo pasan a la siguiente capa, la última capa de una red neural se denominan capa de salida y las capas que estén entre la capa de salida y capa de entrada se denominan capas ocultas. Ahora bien, al ser cada neurona una suma ponderada esta equivaldría a una sola capa de la red, a esto se denomina colisión de la red neuronal, para resolver este problema se planteó lo que se conoce como función de activación que es una función no lineal que distorsiona los resultados salientes de cada neurona.

$$A = f(Y)$$

7.4.3. Funciones de activación

Las funciones de activación distorsionan de forma no lineal las salidas de las neuronas para así no colapsar la red, dentro las funciones de activación más conocidas tenemos:

7.4.3.1. Función escalonada Esta función asigna el valor de 1 si la salida de la neurona supera cierto umbral y cero si no lo supera.

7.4.3.2. Función sigmoide Esta función genera un valor en un rango de valores de salida que están entre cero y uno por lo que la salida es interpretada como una probabilidad.

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

7.4.3.3. Función hiperbólica Esta función de activación llamada tangente hiperbólica tiene un rango de valores de salida entre -1 y 1.

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

8. Hipotesis

La aplicación de redes neuronales artificiales permitirá a la empresa proyectar sus estados financieros con una mayor aproximación a la situación económica-financiera de la institución.

9. Marco Metódico

9.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicará en el informe final será el descriptivo y analítico, donde se busca describir y estudiar la realidad presente de los hechos de las unidades de observación y análisis.

9.2. Método de investigación

Donde se aplicara un enfoque inductivo donde desde hechos particulares se llegara a conclusiones generales, que posteriormente puedan ser aplicadas en otras instituciones financieras de manera exitosa y beneficiar al sistema financiero con nuestra propuesta. Tambien cabe especificar que los procedimientos a ser aplicados en el informe final, estarán orientados a los métodos inductivo, deductivo, analítico fundamentalmente.

9.3. Tecnicas de investigación

En primera instancia se realizara la identificación del problema de investigación que ya esta establecida en el proyecto de grado, donde se identificará la arquitectura de la red neuronal, que está compuesta de las funciones de activación, y ajuste de los datos en formato

Tabla 1: Matriz de diseño metodológico.

Objetivos		Unidad de análisis	Tipo de fuente	Técnica de recolección	Información requerida
Objetivo general	Objetivos específicos				
Proporcionar la información financiera adecuada y oportuna, para la toma de decisiones gerenciales sobre bases ciertas y debidamente estructuradas, mediante la determinación de pronósticos de estados financieros por redes neuronales artificiales.	Diagnosticar de la situación actual del sistema financiero de Bolivia.	SIFN	Secundaria	Revisión Bibliográfica	EEFF del sistema financiero
	Definir la arquitectura de un modelo de redes neuronales artificiales para la obtención de información confiable y válida para la toma de decisiones.	RED NEURONAL	Secundaria	Revisión Bibliográfica	Elementos de la red neuronal, número de neuronas, funciones de activación, formación de la red.
	Realizar el análisis comparativo de los datos y los resultados obtenidos.	RED NEURONAL	Secundaria	Revisión Bibliográfica	Proyecciones de estados de EEFF y EEFF
	Determinar las ventajas y desventajas del método redes neuronales artificiales para el análisis financiero de las instituciones financieras.	EERR RED NEURONAL	Secundaria	Revisión Bibliográfica	Resultado de la comparación de proyecciones de EEFF y EEFF

de tablas. Posteriormente se realizara la etapa de recolección de datos e información del sistema financiero correspondiente a las fuentes secundarias. Para que en consecuencia con la obtención de la información se realizara el ordenamiento de dicha información recopilada para su procesamiento que permitirá dar un análisis concreto y preciso y a la vez realizar su sistematización para la obtención del diagnóstico.

10. Fuentes de información

Se recurrirá a las fuentes de información siguientes:

10.1. Fuentes primarias

Se recurrirá a la investigación y recopilación de datos relacionados al tema específico, mediante consultas a libros, revistas, textos digitales, apuntes de clases y otras de información histórica.

10.2. Fuentes secundarias

Se recurrirá a las fuentes de compilación de información bibliográfica referente al tema, tales como:

- libros especializados.
- leyes.
- normas.
- resoluciones.
- glosarios.
- páginas de Internet.

10.3. Técnica de recolección de la información

- Recopilación de información basada en fuentes primarias, secundarias y terciarias.
- Análisis de la información recopilada, con fines de depuración, selección, tabulación mediante lenguajes de programación R y Python orientado al análisis de datos, adecuando a la arquitectura de la red neuronal.

11. Estructura capitular tentativo

Capítulo 1 Perfil del proyecto

Capítulo 2 Marco teórico

Objetivos del sustento teórico

2.1 Definición de términos financieros básicos

2.2 Intermediación financiera y regulación financiera

2.3 Aprendizaje automático

2.4 Arquitectura de las redes neuronales artificiales

2.5 Función de coste

2.6 Funciones de activación

2.7 Definición de sobreajuste y desajuste de las redes neuronales.

Capítulo 3 Diagnóstico de las instituciones financieras del sistema financiero

Capítulo 4 Determinación de pronósticos de estados financieros por redes neuronales artificiales

Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

5.2 Recomendaciones

Bibliografía consultada

Anexos y apéndices

Glosario

12. Cronograma del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se suscribira a las actividades definidas en la siguiente tabla.

Tabla 2: Cronograma

Descripción de la actividad	Duración en semanas
Revisión de fuentes bibliográficas.	8
Recopilación de la información necesaria de la unidad de observación.	4
Estructuración de la información recopilada para la redacción del informe final.	9
Aplicación de método de redes neuronales para la proyección de estados financieros.	5
Descripción de los resultados obtenidos como respuesta a los objetivos planteados.	4
Interpretación de las conclusiones y recomendaciones.	4
Presentación, revisión, aprobación, exposición y defensa del informe final.	6

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz de diseño metodológicos.

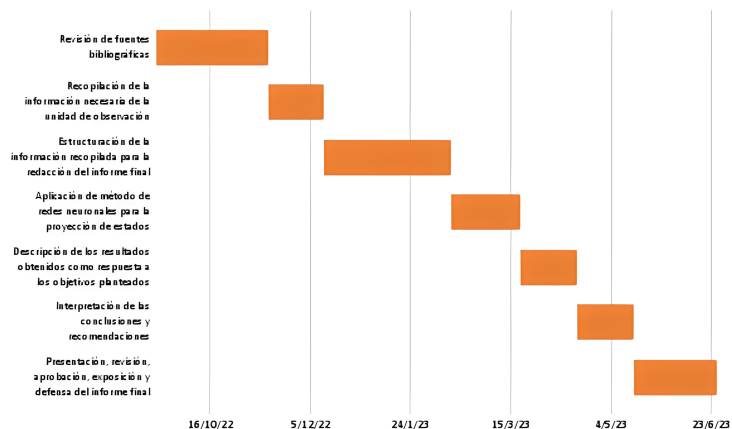


Figura 3: Diagrama de Gantt del cronograma del trabajo de investigación

13. Bibliografía a ser consultada

- ASFI. (2022). *Autoridad de supervisión del sistema financiero*. <https://www.asfi.gob.bo>
- Berzal, F. (2018). *Redes de neuronas y deep learning*. Pearson Educación S.A.
- Cruz, E. D. (2015). *Teoría de riesgo*. Ecoe Ediciones.
- Frederick S. Hillier, G. J. L. (2018). *Introducción a la investigación de operaciones*. McGraw-Hill Educación.
- James C. Van Horne, Jr., John M. Wachowicz. (2010). *Fundamentos de administración financiera*. Pearson Educación S.A.
- Julio Cesar Ponce Gallegos, F. S. Q. A., Aurora Torres Soto. (2014). *Inteligencia artificial*. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos.
- Lawrence J. Gitman, C. J. Z. (2012). *Principios de administración financiera*. Pearson Educación S.A.
- Martínez, F. V. (2008). *Riesgos financieros y económicos - productos derivados y decisiones económicas*. Cengage Learning Editores.
- Stephen A. Ross, J. F. J., Randolph W. Westerfield. (2012). *Finanzas corporativas*. McGraw-Hill Educación.
- Stuart Russell, P. N. (2004). *Inteligencia artificial un enfoque moderno*. Pearson Educación S.A.
- Velarde, G. (2020). *Una estrategia 4.0 de inteligencia artificial en bolivia*.
- Viñuela, P. I., & León, I. M. G. (2004). *Redes de neuronas artificiales un enfoque práctico*. Pearson Educación S.A.
- Zarska, Z. K. (2013). *Finanzas internacionales*. McGraw-Hill Educación.