



UNIVERSIDAD ESAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS

**Evaluación de Modelos de Deep Learning para la Detección Temprana de Retinopatía
Diabética**

Trabajo de investigación para el curso de Trabajo de Tesis I

Arroyo Almonacid José Eduardo
Asesor: Marks Calderón

Lima, 29 de abril de 2024

Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ac odio tempor orci dapibus ultrices in iaculis nunc sed. Vivamus arcu felis bibendum ut tristique et egestas quis ipsum. Odio morbi quis commodo odio aenean sed adipiscing diam donec. Donec ultrices tincidunt arcu non sodales neque sodales ut. Fusce ut placerat orci nulla pellentesque dignissima enim sit amet. Faciliti etiam dignissima diam quis enim lobortis. Sit amet justo donec enim diam vulputate ut pharetra. Gravida in fermentum et sollicitudin ac orci phasellus egestas. Ultricies tristique nulla aliquet enim tortor at auctor. Nullam vehicula ipsum a arcu cursus vitae congue mauris. Convallis posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Elit at imperdiet dui accumsan sit amet nulla. Amet consectetur adipiscing elit pellentesque habitant morbi tristique senectus et. Mauris in aliquam sem fringilla ut morbi. Ultricies integer quis auctor elit sed vulputate mi sit. Nulla pellentesque dignissima enim sit amet venenatis urna cursus eget. Ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper. Eu augue ut lectus arcu bibendum. Rhoncus dolor purus non enim praesent elementum.

Nulla facilisi cras fermentum odio eu feugiat pretium. Massa massa ultricies mi quis hendrerit. Id leo in vitae turpis massa sed elementum. Quis vel eros donec ac odio tempor orci. Netus et malesuada fames ac turpis egestas integer eget aliquet. Velit ut tortor pretium viverra suspendisse potenti. Ut enim blandit volutpat maecenas. Nibh tellus molestie nunc non blandit. Mus mauris vitae ultricies leo integer malesuada nunc vel. Vel elit scelerisque mauris pellentesque pulvinar pellentesque habitant. Neque viverra justo nec ultrices dui sapien eget. Vitae aliquet nec ullamcorper sit. Dui id ornare arcu odio ut sem nulla pharetra diam. Et magnis dis parturient montes. Varius morbi enim nunc faucibus.

Palabras claves: uno, dos, tres, cuatro

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ac odio tempor orci dapibus ultrices in iaculis nunc sed. Vivamus arcu felis bibendum ut tristique et egestas quis ipsum. Odio morbi quis commodo odio aenean sed adipiscing diam donec. Donec ultrices tincidunt arcu non sodales neque sodales ut. Fusce ut placerat orci nulla pellentesque dignissima enim sit amet. Faciliti etiam dignissima diam quis enim lobortis. Sit amet justo donec enim diam vulputate ut pharetra. Gravida in fermentum et sollicitudin ac orci phasellus egestas. Ultricies tristique nulla aliquet enim tortor at auctor. Nullam vehicula ipsum a arcu cursus vitae congue mauris. Convallis posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Elit at imperdiet dui accumsan sit amet nulla. Amet consectetur adipiscing elit pellentesque habitant morbi tristique senectus et. Mauris in aliquam sem fringilla ut morbi. Ultricies integer quis auctor elit sed vulputate mi sit. Nulla pellentesque dignissima enim sit amet venenatis urna cursus eget. Ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper. Eu augue ut lectus arcu bibendum. Rhoncus dolor purus non enim praesent elementum.

Nulla facilisi cras fermentum odio eu feugiat pretium. Massa massa ultricies mi quis hendrerit. Id leo in vitae turpis massa sed elementum. Quis vel eros donec ac odio tempor orci. Netus et malesuada fames ac turpis egestas integer eget aliquet. Velit ut tortor pretium viverra suspendisse potenti. Ut enim blandit volutpat maecenas. Nibh tellus molestie nunc non blandit. Mus mauris vitae ultricies leo integer malesuada nunc vel. Vel elit scelerisque mauris pellentesque pulvinar pellentesque habitant. Neque viverra justo nec ultrices dui sapien eget. Vitae aliquet nec ullamcorper sit. Dui id ornare arcu odio ut sem nulla pharetra diam. Et magnis dis parturient montes. Varius morbi enim nunc faucibus.

Keywords: uno, dos, tres, cuatro

Para mi X, Y,X

Agradecimientos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ac odio tempor orci dapibus ultrices in iaculis nunc sed. Vivamus arcu felis bibendum ut tristique et egestas quis ipsum. Odio morbi quis commodo odio aenean sed adipiscing diam donec. Donec ultrices tincidunt arcu non sodales neque sodales ut. Fusce ut placerat orci nulla pellentesque dignissima enim sit amet. Faciliti etiam dignissima diam quis enim lobortis. Sit amet justo donec enim diam vulputate ut pharetra. Gravida in fermentum et sollicitudin ac orci phasellus egestas. Ultricies tristique nulla aliquet enim tortor at auctor. Nullam vehicula ipsum a arcu cursus vitae congue mauris. Convallis posuere morbi leo urna molestie at elementum eu facilisis. Elit at imperdiet dui accumsan sit amet nulla. Amet consectetur adipiscing elit pellentesque habitant morbi tristique senectus et. Mauris in aliquam sem fringilla ut morbi. Ultricies integer quis auctor elit sed vulputate mi sit. Nulla pellentesque dignissima enim sit amet venenatis urna cursus eget. Ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper. Eu augue ut lectus arcu bibendum. Rhoncus dolor purus non enim praesent elementum.

Nulla facilisi cras fermentum odio eu feugiat pretium. Massa massa ultricies mi quis hendrerit. Id leo in vitae turpis massa sed elementum. Quis vel eros donec ac odio tempor orci. Netus et malesuada fames ac turpis egestas integer eget aliquet. Velit ut tortor pretium viverra suspendisse potenti. Ut enim blandit volutpat maecenas. Nibh tellus molestie nunc non blandit. Mus mauris vitae ultricies leo integer malesuada nunc vel. Vel elit scelerisque mauris pellentesque pulvinar pellentesque habitant. Neque viverra justo nec ultrices dui sapien eget. Vitae aliquet nec ullamcorper sit. Dui id ornare arcu odio ut sem nulla pharetra diam. Et magnis dis parturient montes. Varius morbi enim nunc faucibus.

Índice general

Índice de Figuras	8
Índice de Tablas	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	10
1.2. Formulación del Problema	11
1.2.1. Problema General	11
1.2.2. Problemas Específicos	11
1.3. Objetivos de la Investigación	11
1.3.1. Objetivo General	11
1.3.2. Objetivos Específicos	12
1.4. Justificación de la Investigación	12
1.4.1. Teórica	12
1.4.2. Práctica	12
1.4.3. Metodológica	12
1.5. Delimitación del Estudio	12
1.5.1. Espacial	12
1.5.2. Temporal	13
1.5.3. Conceptual	13

1.6. Hipótesis	13
1.6.1. Hipótesis General	13
1.6.2. Hipótesis Específicas	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.1.1. Copper price estimation using bat algorithm (Dehghani & Bogdanovic, 2018)	14
2.2. Bases Teóricas	15
2.2.1. Machine Learning	15
2.2.2. Natural Language Processing (NLP)	15
2.3. Marco Conceptual	16
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1. Diseño de la investigación	17
3.1.1. Diseño no experimental	17
3.1.2. Tipo explicativo	17
3.1.3. Enfoque cuantitativo	18
3.2. Población y muestra	18
3.3. Operacionalización de Variables	18
3.4. Instrumentos de medida	19
3.5. Técnicas de recolección de datos	19
3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	20
3.7. Cronograma de actividades y presupuesto	20
4. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	21
4.1. X	21
4.2. Y	21

4.3. Z	22
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
5.1. X	23
5.2. Y	23
5.3. Z	24
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
6.1. Conclusiones	25
6.2. Recomendaciones	25
Anexos	26
A. Anexo I: Matriz de Consistencia	27
B. Anexo II: Resumen de Papers investigados	28
BIBLIOGRAFÍA	30

Índice de Figuras

3.1. Prueba de Figura	18
---------------------------------	----

Índice de Tablas

3.1. An example table.	20
4.1. An example table.	21
5.1. An example table.	23
A.1. Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia	27
B.1. Cuadro Resumen de Papers investigados. Fuente: Elaboración propia	29

Capítulo 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La retinopatía diabética (RD) constituye una complicación severa derivada de la diabetes, siendo la principal causa de pérdida de visión en adultos trabajadores en naciones desarrolladas. Esta afección impacta profundamente en la vida de las personas, no solo reduciendo su calidad de vida por la disminución visual, sino también imponiendo retos económicos significativos para los sistemas de salud debido al elevado precio de los tratamientos.

Globalmente, más de 537 millones de adultos viven con diabetes, y se estima que este número ascenderá a más de 780 millones para el año 2045. Un análisis exhaustivo muestra que alrededor del 34.6 % de estas personas desarrollarán alguna forma de RD, y un 7 % experimentará variantes severas como la retinopatía diabética proliferativa.

La repercusión socioeconómica de la RD es vasta, incluyendo no solo los costes directos de los tratamientos sino también la reducción de la capacidad laboral de los afectados, lo que puede llevar a la pérdida de autonomía y al desarrollo de trastornos emocionales. Las opciones de tratamiento avanzadas, como las inyecciones intraoculares y las intervenciones quirúrgicas retinianas, suponen un lastre económico adicional tanto para los pacientes como para los sistemas sanitarios.

Acceso Desigual a la Atención Médica

Existen notables disparidades en el acceso a los servicios médicos que pueden influir significativamente en la detección y tratamiento oportunos de la RD. Estas variaciones son particularmente evidentes entre distintas regiones y estratos socioeconómicos, y requieren ser abordadas en las políticas de salud para garantizar un tratamiento equitativo.

Impacto Psicológico y Comunitario

El deterioro visual grave resultante de la RD afecta no solo a nivel individual, sino que también repercute en el entorno familiar y comunitario del paciente, exacerbando problemas psicosociales como el estrés y la depresión.

Costos Económicos a Nivel Macro y Micro

Además de los gastos médicos directos, la RD acarrea costos indirectos por la pérdida de productividad laboral. Analizar estos aspectos desde una perspectiva global y local ofrece un panorama más claro para diseñar intervenciones efectivas y contextualizadas.

Innovaciones Tecnológicas en Detección y Tratamiento

La revolución tecnológica en la salud ha introducido herramientas como la inteligencia artificial y la telemedicina, las cuales están cambiando la forma de diagnóstico y tratamiento de la RD. Estas innovaciones presentan nuevas oportunidades pero también desafíos, particularmente en términos de acceso equitativo.

Políticas Públicas y Estrategias de Prevención Es esencial evaluar críticamente las políticas y estrategias de salud pública vigentes, identificando áreas de mejora para fortalecer la prevención y el tratamiento de la RD, a través de campañas más efectivas y programas de detección mejorados.

Futuro y Sostenibilidad del Sistema de Salud

Ante el incremento esperado en la prevalencia de la diabetes, es imperativo que los sistemas de salud se preparen para manejar esta carga creciente de manera eficiente y sostenible.

1.1.1. Problema General

¿De qué manera la detección inadecuada contribuye a la incidencia de ceguera y deterioro visual severo en la población diabética específicamente a través de la retinopatía diabética?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Hasta qué punto la precisión de los modelos de deep learning en la detección temprana de la retinopatía diabética afecta la tasa de diagnósticos correctos y oportunos en comparación con los métodos convencionales de cribado?
- ¿De qué forma la calidad y disponibilidad de los datos de entrenamiento impactan la

capacidad de los modelos de deep learning para predecir de manera efectiva la retinopatía diabética, y cuál es su influencia en la prevención de la ceguera en pacientes diabéticos?

- ¿Cómo incide la variabilidad intra e inter observador en la anotación de datos en la precisión de los modelos de deep learning para detectar la retinopatía diabética en diversas poblaciones?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la precisión, fiabilidad y aplicabilidad de los modelos de deep learning en la identificación temprana de la retinopatía diabética, para establecer una metodología que contribuya a una detección más efectiva de la enfermedad.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar y comparar la precisión de modelos seleccionados de deep learning en la identificación de características tempranas de la retinopatía diabética, frente a la precisión de los métodos de cribado tradicionales, y determinar su impacto en la mejora de los diagnósticos oportunos.
- Investigar el efecto de la calidad y la disponibilidad de datos en la precisión de los modelos de deep learning y su capacidad para detectar la retinopatía diabética, y cómo esto podría contribuir a la prevención de la ceguera en la población diabética.
- Analizar el grado de variabilidad en la anotación de datos por diferentes observadores y su influencia en la eficacia de los modelos de deep learning, con el objetivo de identificar y proponer estrategias para mejorar la consistencia en la detección de la retinopatía diabética en poblaciones variadas.

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Teórica

Este estudio se centra en la aplicación de modelos de aprendizaje profundo para la detección temprana de la retinopatía diabética, un problema de salud prevalente entre los diabéticos en Perú. Investigaciones recientes indican que hasta un 15.1 % de los pacientes en programas específicos de diabetes presentan esta condición, con una mayoría sufriendo de formas no proliferativas. Este proyecto busca profundizar el entendimiento de cómo los avances en inteligencia artificial pueden mejorar significativamente la detección y el seguimiento precoz de esta afección. Al hacerlo, la investigación aportará valiosos conocimientos sobre las capacidades y restricciones de las tecnologías emergentes en la oftalmología, enriqueciendo la literatura académica tanto a nivel local como internacional.

1.3.2. Práctica

Desde un punto de vista práctico, este trabajo de investigación tiene el potencial de generar una mejora considerable en el método de pre-detección de la retinopatía diabética en Perú, donde comúnmente el diagnóstico ocurre en fases muy avanzadas. Implementar modelos de deep learning para la identificación temprana de la enfermedad podría facilitar intervenciones preventivas más efectivas, aliviar la carga económica sobre el sistema de salud y mejorar significativamente los resultados para los pacientes. Integrar esta tecnología en los sistemas públicos de salud mejoraría la accesibilidad y eficacia del diagnóstico de la RD, especialmente en zonas donde los recursos son escasos.

1.3.3. Metodológica

. Metodológicamente, este estudio se distingue por su análisis exhaustivo y comparativo de diversos modelos de deep learning en un entorno clínico real. La metodología rigurosa que se aplicará no solo evaluará la precisión de estos modelos, sino que también explorará adaptaciones necesarias para maximizar su eficacia en el contexto específico de Perú. Esto proporcionará una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones de IA en el tratamiento de otras condiciones médicas, además de influir en el desarrollo de políticas de salud pública relacionadas con la implementación de nuevas tecnologías.

1.4. Delimitación del Estudio

1.4.1. Espacial

Este estudio se delimita al análisis de datos obtenidos de bases de datos internacionales reconocidas, específicamente el Messidor dataset y el APTOS 2019. Estas bases contienen imágenes de fondo de ojo de pacientes diabéticos, recolectadas bajo diversos estudios clínicos. La selección de estas bases de datos se debe a su amplio uso en la investigación académica y su relevancia para validar la precisión de modelos de deep learning en el contexto de la retinopatía diabética. La investigación no involucrará la recolección de nuevos datos clínicos ni se realizarán pruebas directas con pacientes en Perú o cualquier otra región, concentrándose exclusivamente en el análisis técnico y comparativo de los datos ya existentes.

1.4.2. Temporal

La investigación se llevará a cabo durante el año académico 2024, comenzando en enero y concluyendo en diciembre del mismo año. Este marco temporal ha sido seleccionado para alinear el estudio con el calendario académico y permitir un tiempo adecuado para la planificación, ejecución y análisis de la evaluación de los modelos. Durante este período, se realizará la selección de modelos, el procesamiento de datos, la ejecución de pruebas computacionales y la análisis de los resultados.

1.4.3. Conceptual

La investigación está enfocada en la evaluación técnica de modelos de deep learning específicos que han sido previamente desarrollados y aplicados en la detección de la retinopatía diabética. La delimitación conceptual abarca la validación de la efectividad de estos modelos en términos de precisión, sensibilidad, especificidad y otras métricas relevantes para el diagnóstico automatizado a través de imágenes. Se excluyen del estudio la creación de nuevos modelos de IA, cualquier intervención médica directa con pacientes, y la exploración de tratamientos para la retinopatía. Este enfoque permite una concentración rigurosa en la evaluación del rendimiento de tecnologías específicas en un contexto controlado y basado en datos, proporcionando una evaluación crítica de su utilidad práctica y limitaciones.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La precisión de los modelos de deep learning preexistentes en la detección temprana de la retinopatía diabética es significativamente alta, lo que sugiere su viabilidad como herramientas eficientes para la identificación preliminar de esta condición en las poblaciones examinadas a través de las bases de datos Messidor y APTOS 2019

1.5.2. Hipótesis Específicas

- Los modelos de deep learning seleccionados demostrarán una precisión significativamente superior en la detección de signos tempranos de retinopatía diabética en imágenes retinianas en comparación con los métodos de cribado estándar, lo que se traduce en una reducción de los diagnósticos tardíos de la enfermedad.
- La calidad y la disponibilidad de los datos utilizados para entrenar y probar los modelos de deep learning tendrán un impacto directo y positivo en la precisión de la detección de la retinopatía diabética, lo que potencialmente podría disminuir la incidencia de ceguera entre los pacientes diabéticos.
- La variabilidad en la anotación de datos entre diferentes observadores afectará significativamente el rendimiento de los modelos de deep learning, y la implementación de protocolos estandarizados de anotación mejorará la consistencia y exactitud en la detección de la retinopatía diabética a través de diversas poblaciones.

1.5.3. Matriz de Consistencia

A continuación se presenta la matriz de consistencia elaborada para la presente investigación (véase Anexo [A.1](#)).

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En esta sección se presentarán diversos artículos de investigación o tesis las cuales abordarán diversas técnicas y enfoques que se emplearon para afrontar problemas similares al de esta tesis. Asimismo, a continuación se presenta un cuadro resumen (véase Anexo [B.1](#)) de lo que se presenta en esta sección.

2.1.1. Copper price estimation using bat algorithm ([Dehghani & Bogdanovic, 2018](#))

Dehghani y Bogdanovic realizaron un artículo de investigación el cual fue publicado en la revista «Resources Policy» en el año 2018. Este fue titulado «Copper price estimation using bat algorithm» la cual traducida al español significa «Estimación del precio del cobre utilizando el algoritmo bat».

2.1.1.1. Planteamiento del Problema y objetivo

hhhhj

2.1.1.2. Técnicas empleadas por los autores

Los autores plantearon emplear una combinación entre la función de series de tiempo y el aljhkk.

2.1.1.3. Metodología empleada por los autores

gfhhhh

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (O_i - T_i)^2}{N}} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

gfghf tal forma mejorar aún más la precisión de la predicción del precio del cobre.

2.1.1.4. Resultados obtenidos

Las funciones de serie de tiempo más importantes se usaron para estimar los cambios en el precio del cobre. Entre ellos, la serie BMMR con una media de RMSE de 0.449 presentó la mejor estimación. El algoritmo Bat se usó para modificar la función de tiempo BMMR debido a su alta capacidad para estimar los cambios en el precio del metal. Se obtuvo un RMSE de 0.132 de la ecuación modificada con BA. Los resultados obtenidos tienen una precisión mucho mayor y, a diferencia del BMMR, están más cerca de la realidad.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Machine Learning

Es un subcampo de ejecutar dificultosos procesos aprendiendo de datos, en lugar de seguir reglas preprogramadas ([Royal Society Working Group, 2017](#)).

es importante mencionar que existen también cinco tipos de problemas de aprendizaje que se pueden enfrentar: regresión, clasificación, simulación, optimización y clusterización ([Gollapudi, 2016](#)). Por otro lado, el aprendizaje automático también posee una división por subcampos que se puede observar en la Figura 14.

2.2.2. Natural Language Processing (NLP)

Naturalmano ([Goyal et al., 2018](#)). Otra definición para este término implica que es un campo especializado de la informática que es

De acuerdo con [Goyal et al. \(2018\)](#), e

2.3. Marco Conceptual

Para de

Capítulo 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

En esta sección del documento se explicará cual es el diseño, el tipo y el enfoque del trabajo de investigación, así como también la población y la muestra.

3.1.1. Diseño no experimental

El diseño es no experimental longitudinal, ya que las variables no serán manipuladas y serán analizadas tal como se encuentran. Es decir, tanto los datos textuales (noticias) y el precio del cobre serán analizados sin ningún cambio aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y algoritmos de aprendizaje automático con la finalidad de crear un modelo productivo robusto y facilitar la predicción del cobre. Asimismo, la recolección de datos que se realizará será en un determinado periodo de tiempo.

3.1.2. Tipo explicativo

El alcance de la presente investigación es explicativo debido a que se busca explicar el comportamiento volátil del precio del cobre en base a noticias de periódicos digitales y además predecirlo.

3.1.3. Enfoque cuantitativo

El enfoque esta investigación es cuantitativo dado que se empleará técnicas del procesamiento de lenguaje natural (NLP), las cuales conllevan a procesar los datos de tipo textual a numéricos (vectores de características) y con ello posteriormente usar técnicas estadísticas como la regresión lineal para la predicción del precio del cobre.

3.2. Población y muestra

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit. La Figura 3.1 y el Cuadro 3.1

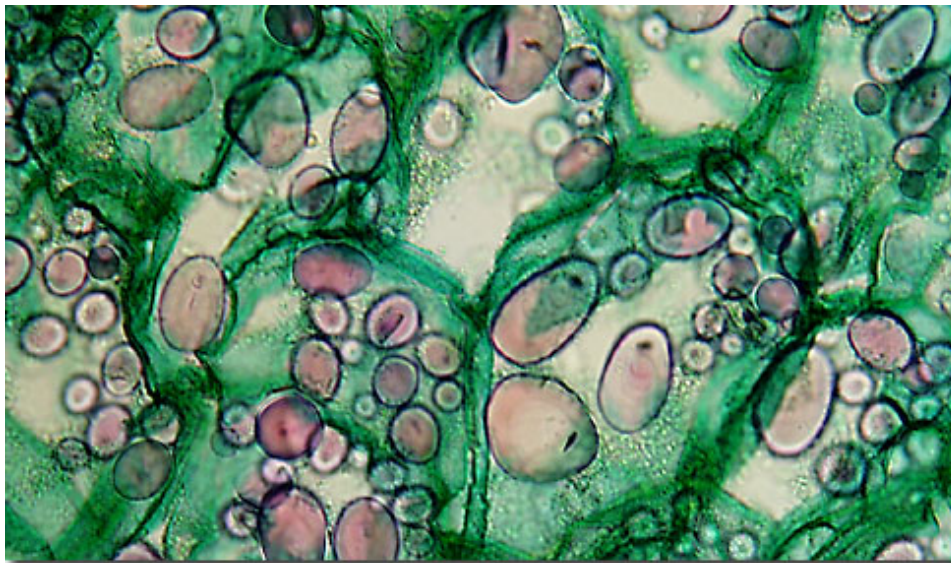


Figura 3.1: Prueba de Figura

3.3. Operacionalización de Variables

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus

mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

3.4. Instrumentos de medida

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat

- muscle and fat cells remove glucose from the blood,
- cells breakdown glucose via glycolysis and the citrate cycle, storing its energy in the form of ATP,
- liver and muscle store glucose as glycogen as a short-term energy reserve,
- adipose tissue stores glucose as fat for long-term energy reserve, and
- cells use glucose for protein synthesis.

3.5. Técnicas de recolección de datos

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

L^AT_EX is great at typesetting mathematics. Let X_1, X_2, \dots, X_n be a sequence of independent and identically distributed random variables with

$$S_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_i^n X_i \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

La Ecuación [Ecuación 3.1](#) denote their mean. Then as n approaches infinity, the random variables

$$\sqrt{n}(S_n - \mu)$$

converge in distribution to a normal $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$.

3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

You can make lists with automatic numbering ...

1. Like this,
2. and like this.

... or bullet points ...

- Like this,
- and like this.

3.7. Cronograma de actividades y presupuesto

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

Item	Quantity
Widgets	42
Gadgets	13

Tabla 3.1: An example table.

Capítulo 4

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

4.1. X

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn? Kjift ”not at all!...

4.2. Y

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

Item	Quantity
Widgets	42
Gadgets	13

Tabla 4.1: An example table.

4.3. Z

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

El paper es citado y el otro paper .

Capítulo 5

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. X

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn? Kjift ”not at all!...

5.2. Y

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

Item	Quantity
Widgets	42
Gadgets	13

Tabla 5.1: An example table.

5.3. Z

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn? Kjift ”not at all!...

6.2. Recomendaciones

Nisi porta lorem mollis aliquam ut porttitor leo. Aenean pharetra magna ac placerat vestibulum. Est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Velit euismod in pellentesque massa placerat. Enim praesent elementum facilisis leo vel fringilla. Ante in nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Erat pellentesque adipiscing commodo elit at imperdiet dui accumsan sit. Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut. Tortor at auctor urna nunc id. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit.

Anexos

Anexos A

Anexo I: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿De qué manera la detección inadecuada contribuye a la incidencia de ceguera y deterioro visual severo en la población diabética específicamente a través de la retinopatía diabética?	Evaluar la precisión, fiabilidad y aplicabilidad de los modelos de deep learning en la identificación temprana de la retinopatía diabética, para establecer una metodología que contribuya a una detección más efectiva de la enfermedad.	La precisión de los modelos de deep learning preexistentes en la detección temprana de la retinopatía diabética es significativamente alta, lo que sugiere su viabilidad como herramientas eficientes para la identificación preliminar de esta condición en las poblaciones examinadas a través de las bases de datos Messidor y APTOS 2019
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas
¿Hasta qué punto la precisión de los modelos de deep learning en la detección temprana de la retinopatía diabética afecta la tasa de diagnósticos correctos y oportunos en comparación con los métodos convencionales de cribado?	Evaluar y comparar la precisión de modelos seleccionados de deep learning en la identificación de características tempranas de la retinopatía diabética, frente a la precisión de los métodos de cribado tradicionales, y determinar su impacto en la mejora de los diagnósticos oportunos.	Los modelos de deep learning seleccionados demostrarán una precisión significativamente superior en la detección de signos tempranos de retinopatía diabética en imágenes retinianas en comparación con los métodos de cribado estándar, lo que se traduce en una reducción de los diagnósticos tardíos de la enfermedad.
¿De qué forma la calidad y disponibilidad de los datos de entrenamiento impactan la capacidad de los modelos de deep learning para predecir de manera efectiva la retinopatía diabética, y cuál es su influencia en la prevención de la ceguera en pacientes diabéticos?	Investigar el efecto de la calidad y la disponibilidad de datos en la precisión de los modelos de deep learning y su capacidad para detectar la retinopatía diabética, y cómo esto podría contribuir a la prevención de la ceguera en la población diabética.	La calidad y la disponibilidad de los datos utilizados para entrenar y probar los modelos de deep learning tendrán un impacto directo y positivo en la precisión de la detección de la retinopatía diabética, lo que potencialmente podría disminuir la incidencia de ceguera entre los pacientes diabéticos.
¿Cómo incide la variabilidad intra e inter observador en la anotación de datos en la precisión de los modelos de deep learning para detectar la retinopatía diabética en diversas poblaciones?	Analizar el grado de variabilidad en la anotación de datos por diferentes observadores y su influencia en la eficacia de los modelos de deep learning, con el objetivo de identificar y proponer estrategias para mejorar la consistencia en la detección de la reti-	La variabilidad en la anotación de datos entre diferentes observadores afectará significativamente el rendimiento de los modelos de deep learning, y la implementación de protocolos estandarizados de anotación mejorará la consistencia y exactitud en la detección de la retinopatía

Anexos B

Anexo II: Resumen de Papers investigados

Tipo	N°	Título	Autor	Año	País	Fuente
Problema	1	Copper price estimation using bat algorithm	Dehghani Bogdanovic	2018	United Kingdom	Resources Policy
	2	Alternative techniques for forecasting mineral commodity prices	Cortez, Saydam, Coulton, Sammut	2018	Netherlands	International Journal of Mining Science and Technology
Propuesta	3	Prediction of the crude oil price thanks to natural language processing applied to newspapers	Trastour, Genin, Morlot	2016	USA	Standfort University ML repository
	4	Stock Price Prediction Using Deep Learning	Tipirisetty	2018	USA	Master's Theses San Jose State University
	5	Deep Learning for Stock Prediction Using Numerical and Textual Information	Akita, R., Yoshihara, A., Matsubara, T., Uehara, K.	2016	USA	2016 IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)
Técnica	6	Stock Prices Prediction using the Title of Newspaper Articles with Korean Natural Language Processing	Yun, Sim, Seok	2019	Japan	2019 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)
	7	A Method of Optimizing LDA Result Purity Based on Semantic Similarity	Jingrui, Z., Qinglin, W., Yu, L., Yuan, L.	2017	China	2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC)
	8	Qualitative Stock Market Predicting with Common Knowledge Based Nature Language Processing: A Unified View and Procedure	Rao, D., Deng, F., Jiang, Z., Zhao, G.	2015	USA	2015 7th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics
	9	Fuzzy Bag-of-Words Model for Document Representation	Zhao, R., Mao, K.	2018	USA	IEEE Transactions on Fuzzy Systems (Volume: 26 , Issue: 2 , April 2018)

Tabla B.1: Cuadro Resumen de Papers investigados. Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

- Akita, R., Yoshihara, A., Matsubara, T., & Uehara, K. Deep learning for stock prediction using numerical and textual information. En: *2016 IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*. IEEE. 2016, 1-6.
- Cortez, C. T., Saydam, S., Coulton, J., & Sammut, C. (2018). Alternative techniques for forecasting mineral commodity prices. *International Journal of Mining Science and Technology*, 28(2), 309-322.
- Dehghani, H., & Bogdanovic, D. (2018). Copper price estimation using bat algorithm. *Resources Policy*, 55, 55-61.
- Gartner. (2019). Gartner IT Glossary. <https://www.gartner.com/it-glossary/>
- Gollapudi, S. (2016). *Practical machine learning*. Packt Publishing Ltd.
- Goyal, P., Pandey, S., & Jain, K. (2018). Deep learning for natural language processing. *Deep Learning for Natural Language Processing: Creating Neural Networks with Python [Berkeley, CA]: Apress*, 138-143.
- IBM. (2019). IBM AI glossary. <https://www.ibm.com/cloud/garage/architectures/cognitiveArchitecture/glossary>
- Jingrui, Z., Qinglin, W., Yu, L., & Yuan, L. A method of optimizing LDA result purity based on semantic similarity. En: *2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC)*. IEEE. 2017, 361-365.
- Kulkarni, A., & Shivananda, A. (2019). Exploring and Processing Text Data. En *Natural Language Processing Recipes* (pp. 37-65). Springer.
- Lagos, G. (2017). ¿Cómo lo han hecho los especialistas?: aciertos y desaciertos al proyectar el precio del cobre. <https://gyn.claseejecutiva.uc.cl/como-lo-han-hecho-los-especialistas-aciertos-y-desaciertos-al-proyectar-el-precio-del-cobre/#>
- Martínez, R., & Cohen, E. (2018). Manual formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales. <https://dds.cepal.org/redesoc/publicacion?id=242>
- Ministerio de Energía y Minas (ESTAMIN). (2019). *Perú: país líder de los metales del futuro* (Boletín Estadístico Minero).

- Rao, D., Deng, F., Jiang, Z., & Zhao, G. Qualitative Stock Market Predicting with Common Knowledge Based Nature Language Processing: A Unified View and Procedure. En: En *2015 7th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*. 2. IEEE. 2015, 381-384.
- Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española (Twenty-third). <https://dle.rae.es/?w=diccionario>
- Royal Society Working Group. (2017). *Machine learning: the power and promise of computers that learn by example* (inf. téc.). Technical report.
- Study Group International Copper. (2018). The World Copper Factbook 2018. www.icsg.org
- TensorFlow. (2019). Vector Representations of Words. <https://www.tensorflow.org/tutorials/representation/word2vec>
- Tipirisetty, A. (2018). *Stock Price Prediction using Deep Learning* [Tesis de maestría, San José State University] [Master's Projects]. <https://doi.org/https://doi.org/10.31979/etd.bzmm-36m7>
- Trastour, S., Genin, M., & Morlot, A. (2016). Prediction of the crude oil price thanks to natural language processing applied to newspapers. <http://cs229.stanford.edu/proj2016/report/>
- U.S. Geological Survey. (2019). Mineral commodity summaries 2019: U.S. Geological Survey. <https://doi.org/https://doi.org/10.3133/70202434>
- Yun, H., Sim, G., & Seok, J. Stock Prices Prediction using the Title of Newspaper Articles with Korean Natural Language Processing. En: En *2019 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)*. IEEE. 2019, 019-021.
- Zhao, R., & Mao, K. (2017). Fuzzy bag-of-words model for document representation. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 26(2), 794-804.