



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

**Desarrollo de un sistema de detección haciendo uso de Deep Learning y visión por computadora para el Diagnóstico del Cáncer de Piel melanoma**

Trabajo de investigación para el curso de Trabajo de Tesis I

Nombre alumno: Castro Tuesta Maria Elizabeth

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 dignissim enim sit amet. Faciliti etiam dignissim 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 dignissim 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

<b>Índice de Figuras</b>	<b>7</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>8</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>9</b>
1.1. Descripción de la Realidad Problemática . . . . .	9
1.2. Formulación del Problema . . . . .	11
1.2.1. Problema General . . . . .	12
1.2.2. Problemas Específicos . . . . .	12
1.3. Objetivos de la Investigación . . . . .	12
1.3.1. Objetivo General . . . . .	12
1.3.2. Objetivos Específicos . . . . .	12
1.4. Hipótesis . . . . .	13
1.4.1. Hipótesis General . . . . .	13
1.4.2. Hipótesis Específicas . . . . .	13
1.4.3. Matriz de Consistencia . . . . .	14
1.5. Justificación de la Investigación . . . . .	14
1.5.1. Teórica . . . . .	14
1.5.2. Práctica . . . . .	14
1.5.3. Metodológica . . . . .	14

1.6. Delimitación del Estudio . . . . .	15
1.6.1. Espacial . . . . .	15
1.6.2. Temporal . . . . .	15
1.6.3. Conceptual . . . . .	15
<b>Anexos</b>	<b>16</b>
<b>A. Anexo I: Árbol de Problema</b>	<b>17</b>
<b>B. Anexo II: Árbol de Objetivo</b>	<b>18</b>
<b>C. Anexo II: Matriz de Consistencia</b>	<b>19</b>
<b>D. Anexo II: Resumen de Papers investigados</b>	<b>21</b>

# Índice de Figuras

1.1. Predicción de número de casos acumulado de cancer a nivel mundial. Fuente: <b>stadistic cancer</b> . . . . .	9
1.2. Pronóstico de radiación UV. Fuente: <b>SENAMHI uv</b> . . . . .	10
1.3. Metodo del primer diagnostico DEL CANCER.PERU 2019-2022: <b>cancer diagnostico</b>	11
A.1. Árbol de Problema. Fuente: Elaboración propia . . . . .	17
B.1. Árbol de Problema. Fuente: Elaboración propia . . . . .	18



# Índice de Tablas

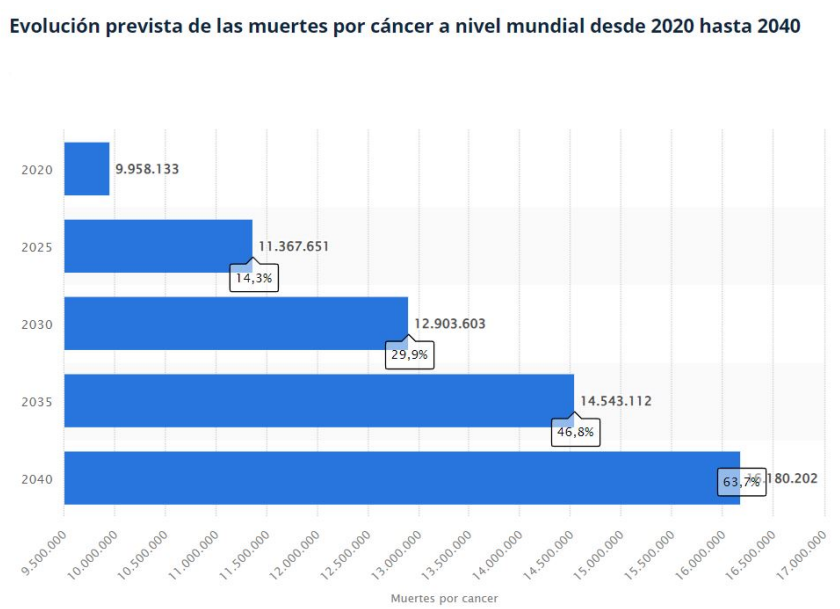
C.1. Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia . . . . .	20
D.1. Cuadro Resumen de Papers investigados. Fuente: Elaboración propia . . . . .	22

# Capítulo 1

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Desde inicios de la historia, las enfermedades infecciosas hasta crónicas han sido parte de la humanidad y han afectado desde pueblos hasta naciones. No obstante, gracias al avance de la medicina se ha podido comprender muchas de estas enfermedades, logrando mejorar la salud de muchas personas o su completa recuperación. Pero en el mejor de los casos eliminada o controlada por completo, el caso más conocido es la viruela que fue erradicada en 1980 debido a un programa mundial de vacunación.

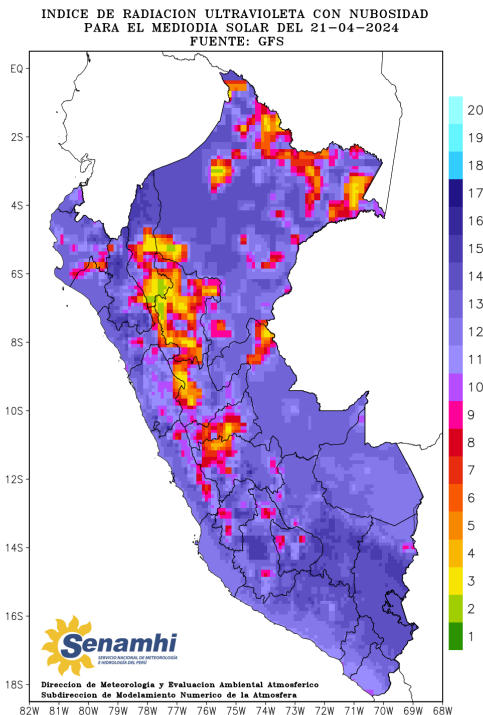


**Figura 1.1:** Predicción de número de casos acumulado de cancer a nivel mundial. Fuente: [stadistic cancer](#)

Sin embargo, una enfermedad que ha afectado durante siglos a la humanidad es el cáncer. Este se caracteriza por su capacidad de alterar el equilibrio de las células del cuerpo humano, provocando un crecimiento anormal y descontrolado de las zonas afectadas a tal grado que puede llegar a invadir otras partes del cuerpo. La Organización mundial de la salud (OMS) afirma que el cáncer es la segunda causa muerte más frecuente en América y una las principales a nivel mundial. En estima que en el año 2022 hubo 20 millones de nuevos casos y 9,7 millones de muertes. Como se pude observar en la figura 1.1, según el estudio de Statista publicado en el año 2023 se proyecta que el número de nuevos casos de cáncer crecerá notoriamente en los próximos 20 años.(OMS' cancer)

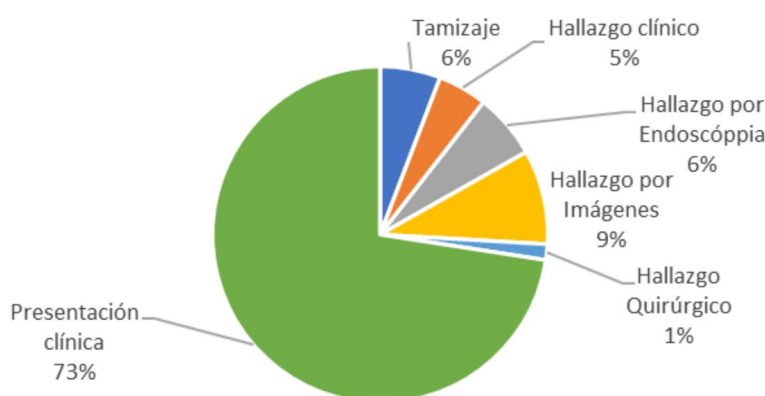
Entre los tipos más comunes de cáncer se encuentra el que afecta a la piel el cual se puede contraer a cualquier edad; sin embargo, las personas de mayor riesgo son las que estan expuestos por tiempos prolongados al sol y poseen piel clara. La principal causa es la exposición a la radiación ultravioleta o fuentes artificiales. Según American Cancer Society para el año 2023 morirán aproximadamente que morirán aproximadamente 7,990 personas y aproximadamente aparecerán 97,610 nuevos casos.

Si bien la mayoría de los casos se puede tratar sin complicaciones, existe un porcentaje en el cual puede llegar a ser peligro y potencialmente mortal. Esto principalmente debido a que no es detectado a tiempo o no se cuenta con dermatólogos especializados en esta área.



**Figura 1.2:** Pronóstico de radiación UV. Fuente: SENAMHI'uv

En el caso del Perú, el cáncer de piel está en aumento, especialmente debido a la alta incidencia de radiación ultravioleta (UV) en muchas regiones del país como podemos ver en la figura 1.2 el nivel de radiación ultravioleta el día 21 de abril del 2024 (SENAMHI<sup>uv</sup>) y la falta de conciencia sobre la protección solar adecuada. Agregando, la detección temprana y el tratamiento oportuno de esta enfermedad son difíciles por la falta de acceso a servicios de salud especializados en algunas áreas rurales y remotas. Como podemos observar en la siguiente figura 1.3 La cual nos indica que el 73 % de los casos fueron cuando acudieron a un establecimiento de salud en el momento que ya presentaron síntomas muy notorios de cáncer, haciendo evidencia de que el fue diagnosticado de forma tardía. (**cancer' diagnostico**)



**Figura 1.3:** Metodo del primer diagnostico DEL CANCER.PERU 2019-2022: **cancer' diagnostico**

Aun así, si llegaron a la cita clínica que solicitaron, la probabilidad que esta sea en un ambiente que tenga los recursos necesarios y que sea realizada por un médico dermatólogo especializado en el área, es más seguro que sea considerado como una lesión menor por exposición al sol que sea considerado como un tipo de cáncer de piel.

Esto principalmente por la complejidad de poder identificarlo, algunas razones son: variedad de tipos de cáncer, estos pueden manifestarse de maneras diferentes en cualquier parte del cuerpo; falta de síntomas, pueden no presentar síntomas o pueden ser similares a los de otras enfermedades menos graves; factores de riesgo, falta del historial del paciente puede hacer que se puedan equivocar en el diagnóstico.

## 1.2. Formulación del Problema

Para realizar la formulación de los problemas del presente trabajo, se elaboró un árbol de problemas (Anexo A.1).

### 1.2.1. Problema General

¿Es posible realizar una detección temprana de cáncer de piel en el Perú haciendo uso de técnicas de Deep Learning y visión por computadora que permita identificar lesiones dermatológicas a partir de imágenes?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los algoritmos de Deep Learning que pueden clasificar con precisión los melanomas y no melanomas entre pacientes peruanos?
- ¿Cómo evaluar y medir la precisión de los modelos de Deep Learning en la detección de cáncer de piel de tipo melanomas y no melanomas entre pacientes peruanos?
- ¿Qué tipo de ruido puede haber en las imágenes que dificulte la clasificación de los melanomas y no melanomas entre pacientes peruanos?
- ¿Qué alternativas se proponen en los trabajos previos para seleccionar características y desarrollar el marco de trabajo de la investigación?
- ¿Cuál es la influencia de las condiciones ambientales y geográficas específicas de Perú en el tratamiento del cáncer de piel?

## 1.3. Objetivos de la Investigación

Para realizar la formulación de los problemas del presente trabajo, se elaboró un árbol de objetivos (Anexo B.1).

### 1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de detección de cáncer de piel mediante el uso de técnicas de Deep Learning y visión por computadora que permita identificar lesiones dermatológicas a partir de imágenes, para realizar una detección temprana.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar y comparar los algoritmos de Deep Learning más adecuados para la clasificación de melanomas y no melanomas en imágenes dermatoscópicas de pacientes del

Perú.

- Desarrollar un marco de evaluación que incluya métricas como precisión, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo(VPP), acurancy y curvas ROC, con la finalidad de evaluar el rendimiento de los modelos de Deep Learning en la detección de melanoma y no melanoma de pacientes del Perú.
- Identificar y evaluar el impacto de estos ruidos en la precisión de la clasificación de melanomas y no melanomas de pacientes del Perú.
- Analizar los diferentes enfoques utilizados en investigaciones anteriores con la finalidad de desarrollar marcos de trabajo efectivos para la clasificación de melanomas y no melanomas de pacientes del Perú.
- Analizar cómo las condiciones ambientales y geográficas pueden afectar los melanomas y no melanomas de pacientes del Perú.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis General**

La aplicación de técnicas de Deep Learning en el análisis de imágenes dermatoscópicas permitirá entrenar un modelo capaz de identificar características específicas asociadas con el cáncer de piel con una precisión igual o superior a la de los dermatólogos especializados, facilitando la detección temprana de esta enfermedad

### **1.4.2. Hipótesis Específicas**

- La implementación del algoritmo de Deep Learning adecuado permitirá calcular con alta precisión los tipos de cáncer de piel melanomas y no melanomas
- Realizar un evaluación drástica haciendo uso de las métricas nos proporcionara una mejor comprensión de los modelos de Deep Learning en la detección de cáncer de piel melanoma y no melanoma.
- Identificar los tipos de ruidos en las imágenes dermatológicas permitirá tener un modelo con mayor precisión

- Análisis de trabajos previos para el desarrollo de métodos efectivos con la finalidad de mejorar la eficiencia de los modelos.
- Influencia de las condiciones ambientales y geográficas influye en el cáncer de tipo melanomas y no melanomas de pacientes del Perú.

### **1.4.3. Matriz de Consistencia**

Esta fue elaborada para la presente investigación en el cual encontrarn los problemas, objetivos e hipótesis descritas anteriormente en el Anexo [C.1](#).

## **1.5. Justificación de la Investigación**

### **1.5.1. Teórica**

Este trabajo de investigación se realiza con la finalidad de apoyar la falta de dermatólogos especialistas en ciertas regiones del Perú.

Haciendo uso de tecinas de Deep Learning en el análisis de imágenes dermatológicas puede predecir si un usuario pueda estar desarrollando cáncer de piel y predecir el tipo.

### **1.5.2. Práctica**

Existen diversas investigaciones donde se realiza pre-diagnosticos o clasificación de que tipo de cáncer de piel se muestra en la imagen. No obstante, en este caso se trabajará con data etiquetada por dermatólogos peruanos especializados en el área. Esto con la finalidad de tener una mayor precisión en los resultados.

Ademas que se planteara la realización de un prototipo de un sistema que integra el modelo propuesto, el cual funciona en tiempo real capturando la información de las características solamente recibiendo como entrada una imagen de la lesión.

### **1.5.3. Metodológica**

. La implementación de este modelo puede apoyar a los dermatólogos que no tienen tanta experiencia en esta área a realizar un mejor diagnóstico, ya que si se puede detectar a tiempo

se puede realizar un tratamiento efectivo. Es importante destacar que esta enfermedad no es mortal; no obstante, existen casos en donde esta enfermedad puede presentar complicaciones.

Por ello la investigación deberá analizar los resultados para mejorar la capacidad de predicción y la clasificación de los modelos de detección.

## **1.6. Delimitación del Estudio**

### **1.6.1. Espacial**

Para la investigación, se consideraron las investigaciones de distintos países. Sin embargo, los artículos en general se tomaron en cuenta palabras los de idioma inglés. Además de solo adquirir los que hacen uso de modelos de machine learning o deep learning.

### **1.6.2. Temporal**

Los datos que serán necesarios para el siguiente estudio serán base de datos con imágenes de cáncer de piel(melanoma y no melanoma) las cuales deben estar etiquetadas si son positivas o negativas. Para la data de entrenamientos se usara un conjunto de datos llamado “Skin Cancer MNIST: HAM10000” del año 2019. Para luego realizar una base de datos con imágenes de pacientes peruanos de una zona específica del Perú.

### **1.6.3. Conceptual**

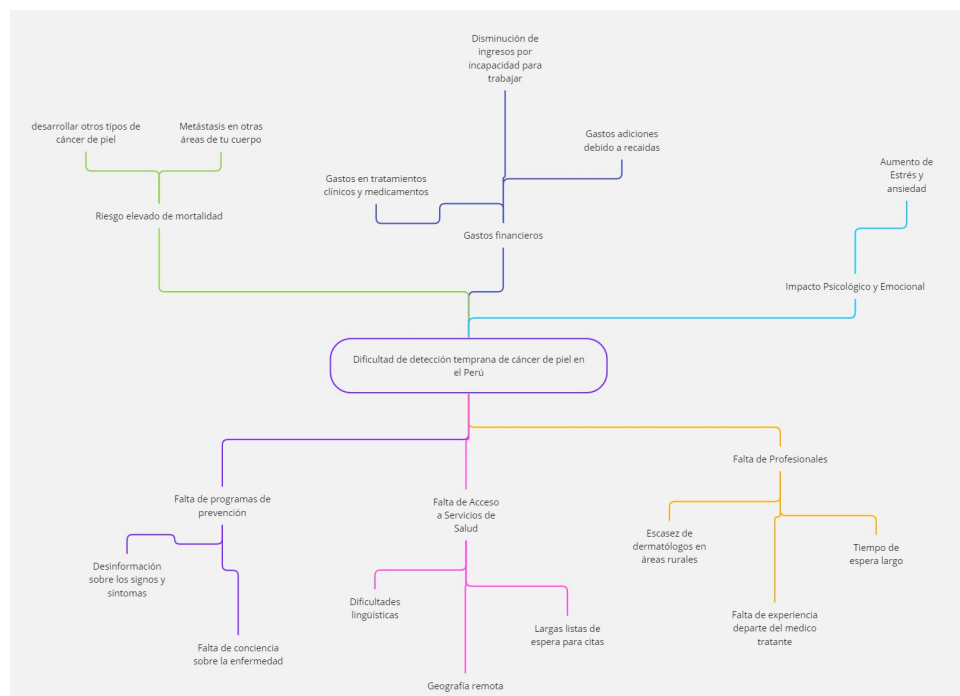
Esta investigación se enfocará en la implementación de un modelo que logre detectar si una lesión que posees en la piel es un tipo de cancer (melanoma y no melanomas). Para lograrlo, se centrará en el desarrollo y la implementación de un sistema de detección basado en Deep Learning y visión por computadora.



## **Anexos**

# Anexos A

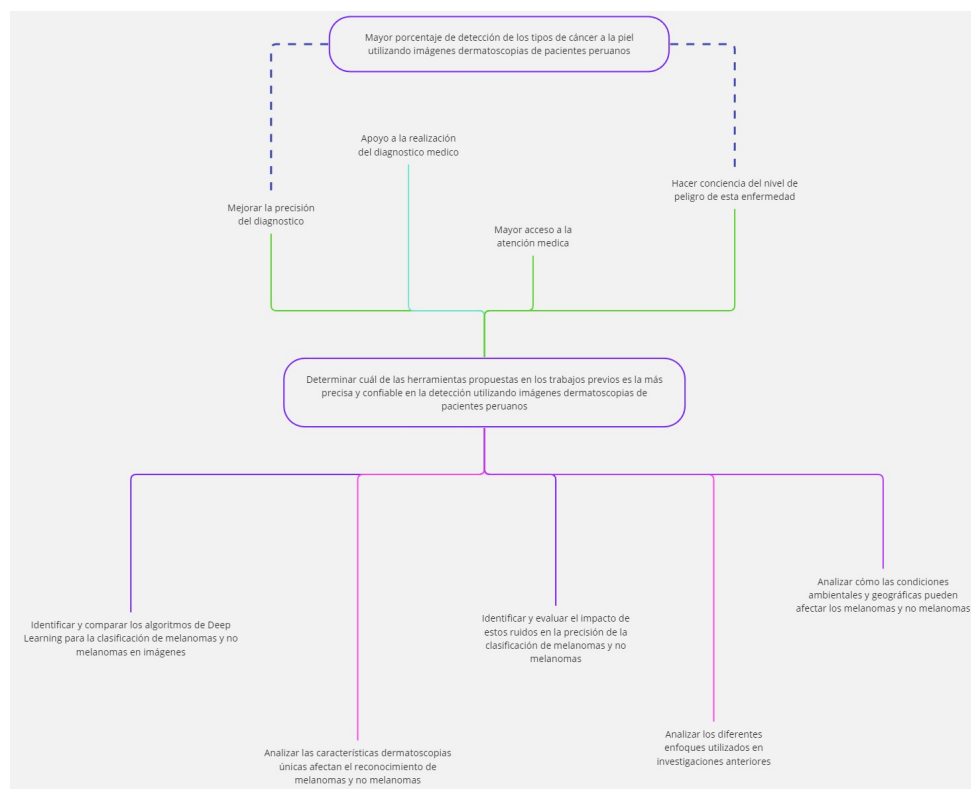
## Anexo I: Árbol de Problema



**Figura A.1:** Árbol de Problema. Fuente: Elaboración propia

## Anexos B

### Anexo II: Árbol de Objetivo



**Figura B.1:** Árbol de Problema. Fuente: Elaboración propia

## **Anexos C**

### **Anexo II: Matriz de Consistencia**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿Es posible realizar una detección temprana de cáncer de piel en el Perú haciendo uso de técnicas de Deep Learning y visión por computadora que permita identificar lesiones dermatológicas a partir de imágenes?	Desarrollar un sistema de detección de cáncer de piel mediante el uso de técnicas de Deep Learning y visión por computadora que permita identificar lesiones dermatológicas a partir de imágenes, para realizar una detección temprana.	La aplicación de técnicas de Deep Learning en el análisis de imágenes dermatoscópicas permitirá entrenar un modelo capaz de identificar características específicas asociadas con el cáncer de piel con una precisión igual o superior a la de los dermatólogos especializados, facilitando la detección temprana de esta enfermedad
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas
¿Cuáles son los algoritmos de Deep Learning que pueden clasificar con precisión los melanomas y no melanomas entre pacientes peruanos?	Identificar y comparar los algoritmos de Deep Learning más adecuados para la clasificación de melanomas y no melanomas en imágenes dermatoscópicas de pacientes del Perú.	La implementación del algoritmo de Deep Learning adecuado permitirá clasificar con alta precisión los tipos de cáncer de piel melanomas y no melanomas
¿Cómo evaluar y medir la precisión de los modelos de Deep Learning en la detección de cáncer de piel de tipo melanomas y no melanomas entre pacientes peruanos?	Desarrollar un marco de evaluación que incluya métricas como precisión, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), accuracy y curvas ROC, con la finalidad de evaluar el rendimiento de los modelos de Deep Learning en la detección de melanoma y no melanoma de pacientes del Perú.	Realizar una evaluación drástica haciendo uso de las métricas nos proporcionará una mejor comprensión de los modelos de Deep Learning en la detección de cáncer de piel melanoma y no melanoma.
¿Qué tipo de ruido puede haber en las imágenes que dificulte la clasificación de los melanomas y no melanomas entre pacientes peruanos?	Identificar y evaluar el impacto de estos ruidos en la precisión de la clasificación de melanomas y no melanomas de pacientes del Perú.	Identificar los tipos de ruidos en las imágenes dermatológicas permitirá tener un modelo con mayor precisión
¿Qué alternativas se proponen en los trabajos previos para seleccionar características y desarrollar el marco de trabajo de la investigación?	Analizar los diferentes enfoques utilizados en investigaciones anteriores con la finalidad de desarrollar marcos de trabajo efectivos para la clasificación de melanomas y no melanomas de pacientes del Perú.	Análisis de trabajos previos para el desarrollo de métodos efectivos con la finalidad de mejorar la eficiencia de los modelos. <sup>20</sup>
	Analizar cómo las condiciones	Influencia de las condiciones

## **Anexos D**

### **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 D.1:** Cuadro Resumen de Papers investigados. Fuente: Elaboración propia