



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL
RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNÓSTICO DEL COVID 19 EN
RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en
Informática y Sistemas Computacionales.

AUTORAS:

Palacios De La Cruz María Belén

Tomalá Pinargote Ayleen Dayana

TUTOR:

Ing. M. Sc. Cusco Vinueza Víctor Alfonso

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2021**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras Palacios De la Cruz María Belén y Tomalá Pinargote Ayleen Dayana, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNÓSTICO DEL COVID 19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, siendo el Ing. M Sc. Cusco Vinueza Víctor Alfonso, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Palacios De la Cruz María Belén
C.I: 1250249511



Tomalá Pinargote Ayleen Dayana
C.I: 1205532623

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título:

"IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNÓSTICO DEL COVID 19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ", de Palacios De la Cruz María Belén y Tomalá Pinargote Ayleen Dayana de la carrera Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 21 de julio de 2021



ING. M. Sc. VÍCTOR ALFONSO CUSCO VINUEZA
C.I:1804647756
TUTOR

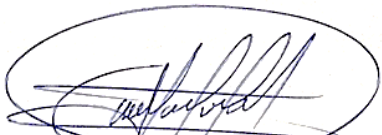
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

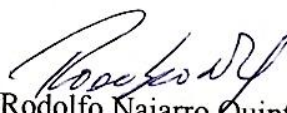
En calidad de Tribunal de Lectores, del presente trabajo investigativo, de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, el o los postulantes: PALACIOS DE LA CRUZ MARÍA BELÉN y TOMALÁ PINARGOTE AYLEEN DAYANA con el título de Proyecto de Investigación “IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNOSTICO DEL COVID 19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 23 de agosto del 2021

Para constancia firman:


Ing. M.Sc. Alba Marisol Córdova Vaca
C.I: 1804093779
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. M.Sc. Rodolfo Najarro Quintero
C.I: 1725234569
LECTOR 2(MIEMBRO)


Ing. M.Sc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez
C.I: 1757223811
LECTOR 3(SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a Dios, por estar cuidándome en cada momento de mi vida, guiándome por el camino del bien, brindándome la sabiduría para realizar cada actividad como estudiante durante estos cinco años, dotándome de inteligencia para culminar con éxito esta excelente etapa de mi vida universitaria y servir como profesional al país.

Dar mi agradecimiento en especial a mi familia Palacios De La Cruz, quienes son el pilar fundamental en mi vida, gracias por el apoyo condicional en esta ardua experiencia universitaria. A mis padres Javier Palacios y Arelis De La Cruz por el esfuerzo que realizaron en mi formación universitaria, a mi hermana Dennisse y Nayerli por su amor, a mi hermano Anthony por su capacidad de superación e inteligencia, a mi abuelita Rosa, gracias por tanto querida y por todos ellos; Gracias familia.

María Belén

Gracias a Dios por permitirme disfrutar de mi familia, siempre protegiéndome y por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi trayecto de vida. A mis padres Eduviges Pinargote y Orlando Tomalá gracias por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, a mis hermanos Nexar Tomalá, Marlon Tomalá y Evelin Tomalá; muchas gracias por haberme cuidado y ayudado en toda mi formación profesional y vida.

Ayleen Dayana

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico con mucho amor y sacrificio a mis seres amados, los cuales han sido la inspiración para culminar con mucho éxito este proceso.

*A Dios por guiarme y cuidarme, a mi padre Javier Palacios por su sacrificio, confianza, y esmero siendo el pilar fundamental en mi formación académica y profesional, a mi madre Arelis De La Cruz por su amor, paciencia y motivación en cada actividad que realice, y a mis hermanas Dennisse Palacios y Nayerli Palacios por su amor, cuidado y confianza, A mi hermano Anthony Palacios por ser considerado, tenerme paciencia y por ser uno de mis motivos para culminar mi meta.
¡Por su esfuerzo y sacrificio familia este proyecto es por ustedes!*

María Belén

El proyecto de investigación se los dedico a mis padres Eduviges Pinargote y Orlando Tomalá que siempre me apoyaron incondicionalmente en el proceso académico y profesional en base a la moral y motivacional para poder llegar a ser un profesional al servicio de la Patria., a mis hermanos Nexar Tomalá, Marlon Tomalá y Evelin Tomalá gracias por el apoyo. A la Universidad Técnica de Cotopaxi donde forje mi camino profesional en conjunto con todo su equipo de colaboradores administrativos, y en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, por guiarnos hacia una educación de excelencia.

Ayleen Dayana

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA CIYA

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNÓSTICO DEL COVID 19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”

Autoras:

Palacios De La Cruz María Belén

Tomalá Pinargote Ayleen Dayana

RESUMEN

La implementación y desarrollo de procesos mediante Deep Learning aplicados en el ámbito médico está obteniendo un gran éxito en varios aspectos, lo cual incluye la detección de diversas enfermedades del ser humano, para lograr esta precisión se requiere implementar métodos rápidos y eficientes en base a detecciones y evaluación de procesos del ser humano. Existe una gran variedad de enfermedades pulmonares que causan problemas al sistema respiratorio; una de ellas *SARS-CoV-2*, *COVID-19*, cuyo virus puede reproducirse con mayor intensidad cuando existe una gran concentración de transmisión de persona a persona. El presente proyecto tiene como objetivo determinar la clasificación del estado pulmonar dentro de los valores positivos y negativos mediante un porcentaje de precisión del pulmón, mediante una aplicación web con despliegue de modelos de inteligencia artificial de tipo Deep Learning. Para evaluar la sensibilidad de diagnóstico mediante tamizaje de detección por daños pulmonares, se estableció el uso de métricas especiales mediante herramientas de programación como TensorFlow, Keras y Python, lo cual nos permite aplicar supresión no máxima a los resultados de cálculo de cada imagen. Aplicando la metodología DevOps en el desarrollo del aplicativo web con inteligencia artificial, nos mostrará el resultado de la predicción de la enfermedad en base a la carga de una imagen de rayos x, lo cual los modelos de inteligencia artificial desplegados en un servicio SaaS permitirán recibir la petición del lado del cliente y retornar como resultado el score en base a una puntuación indicando si la afectación pulmonar es de COVID-19 positivo o negativo.

Palabras claves: Deep Learning, Medicina, SARS-CoV-2, Aplicación Web, Patógeno, Rayos X, Virus, Inteligencia Artificial.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "IMPLEMENTATION OF A WEB APPLICATION FOR THE RECOGNITION OF COVID 19 DIAGNOSTIC PATTERNS IN X-RAYS USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI EXTENSION LA MANÁ."

Authors:

Palacios De La Cruz María Belén

Tomalá Pinargote Ayleen Dayana

ABSTRACT

The implementation and development of processes through Deep Learning applied in the medicinal field is obtaining great success in several aspects that include the detection of various human diseases, so it is required to implement fast and efficient methods based on detections and evaluation of human processes. There are great types of pulmonary diseases that cause problems to the respiratory system; one of them is SARS-CoV-2, COVID-19, whose virus can reproduce with greater intensity when there is a high concentration of person-to-person transmission. The current project aims to determine the classification of lung status within positive and negative values using a percentage of lung accuracy, using a web application with deployment of artificial intelligence models of Deep Learning type. The diagnostic sensitivity was evaluated by screening for lung damage, special metrics were established using programming tools such as TensorFlow, Keras, and Python, which allows us to apply non-maximal suppression to the calculation results of each image. Applying the DevOps methodology in the development of the web application with artificial intelligence will show us the result of the disease prediction based on the loading of an x-ray image, which artificial intelligence models deployed in a SaaS service will allow to receive the request from the client-side and return as a result the score based on a score indicating whether the lung involvement is COVID-19 positive or negative.

Keywords: Deep Learning, Medicine, SARS-CoV-2, Web Application, Pathogen, X-Ray, Virus, Artificial Intelligence.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNÓSTICO DEL COVID 19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”** presentado por: **Palacios De La Cruz María Belén y Tomalá Pinargote Ayleen Dayana**, egresadas de la Carrera de: **Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2021

Atentamente,



Lic. Wendy Núñez Moreira
C.I: 0925025041

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

ÍNDICE GENERAL

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE DE TABLA	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE FIGURA	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN (DESCRIPCIÓN) DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Antecedentes de la Investigación	7
8.2. COVID-19 (SARS-CoV-2)	7
8.3. Estructura Viral	8

8.4.	Epidemiología	8
8.5.	Inteligencia Artificial (IA)	9
8.6.	Inteligencia Artificial aplicado al análisis de COVID-19	9
8.7.	Machine Learning	10
8.8.	Deep learning	10
8.9.	Tipos de Aprendizaje Machine Learning y Deep Learning	10
8.9.1.	Aprendizaje supervisado	10
8.9.2.	Aprendizaje no supervisado	11
8.9.3.	Aprendizaje reforzado	12
8.10.	Redes Neuronales Artificiales (ANN).....	12
8.11.	Red Neuronal Convolutiva	13
8.12.	Convolución	13
8.13.	Servicios Cloud	14
8.14.	Tipos de servicios Cloud	14
8.15.	Tipos de Nube	15
8.16.	Tipos de servicios en la nube	16
8.17.	Proveedores de servicios en la nube.....	16
8.17.1.	Google Cloud.....	16
8.17.2.	Características de Google Cloud	17
8.18.	Amazon Web Services	17
8.19.	Características de AWS.....	17
8.20.	Microsoft Azure Cloud.....	18
8.20.1.	Características de Azure Cloud	18
9.	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	18
9.1.	Jupyter Notebook	18
9.2.	Google Colab.....	18
9.3.	Tensorflow - Keras.....	19
9.3.1.	TensorFlow	19

9.3.2.	Keras.....	19
9.4.	Python.....	19
9.5.	Angular.....	20
10.	HIPOTESIS.....	20
11.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
11.1.	Métodos De Investigación.....	20
11.1.1.	Metodología Documentada.....	20
11.1.2.	Metodología analítica sintética.....	20
11.1.3.	Método deductivo.....	21
11.2.	Tipos De Investigación.....	21
11.2.1.	Investigación Bibliográfica.....	21
11.2.2.	Investigación Aplicada.....	21
11.3.	Técnica De Investigación.....	21
11.3.1.	Entrevista.....	21
11.3.2.	Encuesta.....	22
11.4.	Población y muestra.....	22
11.4.1.	Población.....	22
11.4.2.	Muestra.....	22
11.4.3.	Distribución de la muestra.....	23
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	24
12.1.	Resultados de la entrevista Aplicada.....	24
12.2.	Implementación de la inteligencia artificial en la medicina.....	25
12.3.	Resultados de la encuesta Aplicada.....	25
13.	DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA.....	27
13.1.	Estructura del modelo de datos de inteligencia artificial para la validación de clasificadores mediante arquitectura CNN (Convutional Neural Networks).....	27
13.2.	Fase De Entrenamiento.....	27
13.3.	Predicción.....	28

13.4.	Arquitectura de Modelo	28
13.5.	Extracción de características (Convolución)	29
13.6.	Modelo predictivo de Clasificación	29
13.7.	Red convolucional: DenseNet	29
13.8.	Técnica de Transfer Learning	30
13.9.	Normalización	31
13.10.	Entrenamiento del modelo IA	32
13.11.	Proceso de intuición.....	32
13.12.	Compilación de la red neuronal convolucional	33
13.13.	Entrenamiento de la Red Neuronal Convolucional	33
13.14.	Evaluación del modelo IA	34
13.15.	Gestión de la base de datos (Datasets).....	35
13.16.	Implementación de la red convolucional entrenada por proceso de transfer learning	36
13.17.	Modelos de inteligencia artificial	37
13.18.	Evaluación obtenidos dentro de la fase de entrenamientos	38
13.19.	Evaluación de la matriz de confusión.....	40
13.20.	Resultado Obtenidos de la fase de pruebas de los modelos de inteligencia artificial CNN	40
13.21.	Despliegue del modelo de inteligencia artificial basado en deep learning.....	41
13.22.	Ambiente de despliegue en CentOS	42
13.23.	Ambiente de despliegue en el servicio SaaS de Google Cloud Platform.....	43
13.24.	Configuración VM de instancia CentOS	43
13.25.	Levantamiento del servicio de los modelos de inteligencia artificial en CentOS	44
13.26.	Acceso de ruta física mediante REST API Flask de los modelos de inteligencia artificial	45

13.27.	Disponibilización de servicio web mediante REST API en modelos de Deep Learning	46
14.	IMPACTO DEL PROYECTO	50
15.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	51
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
16.1.	Conclusiones	51
16.2.	Recomendaciones.....	52
17.	BIBLIOGRAFIA.....	53
18.	ANEXOS.....	56
19.	CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	82

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Beneficiarios Directos	4
Tabla 2: Beneficiarios Indirectos	4
Tabla 3: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 4: Población.....	22
Tabla 5: Segmentación	24
Tabla 6: Personas que intervienen en el proyecto de investigación	24
Tabla 7: Interpretación de resultados	25
Tabla 8: Proceso de Evaluación	35
Tabla 9: Argumentos	37
Tabla 10: Tasas de aprendizaje y cantidad En pasos.....	37
Tabla 11: Tasas de aprendizaje y cantidad en pasos	41
Tabla 12: Resultados del Clasificador implementado en la nube	41
Tabla 13: Presupuesto del proyecto.....	51
Tabla 14: Tabulación pregunta No 1	60
Tabla 15: Tabulación pregunta No 2	61
Tabla 16: Tabulación pregunta No 3	61
Tabla 17: Tabulación pregunta No 4.....	62
Tabla 18: Tabulación pregunta No 5.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estructura del agente SARS Cov19	8
Gráfico 2: Replicación del SARS-CoV-2	9
Gráfico 3: Estructura de entrenamiento supervisado.....	11
Gráfico 4: Estructura de entrenamiento no supervisado.....	11
Gráfico 5: Estructura de una red convolucional	13
Gráfico 6: Proceso de convolución y mutilaciones de hilo	14
Gráfico 7: Modelos De Servicios Cloud	16
Gráfico 8: Arquitectura DenseNet.....	30
Gráfico 9: Ciclos de Entrenamiento en algoritmos IA	32
Gráfico 10: Ecuacion Binary Cross Entropy	33
Gráfico 11: Script de Steps de Entrenamiento 120 Épocas (epochs)	34
Gráfico 12: Covid Negativo	36
Gráfico 13: Covid Positivo.....	36
Gráfico 14: Clase de tipo Grafico Matplotlib.....	38
Gráfico 15: Número total de predicciones alcanzadas	38
Gráfico 16: Gráfico de precisión de época del Modelo IA	39
Gráfico 17: Gráfico de disminución del error por época.....	39
Gráfico 18: Evaluación de la matriz de confusión	40
Gráfico 19: Flujo End-To-End	42
Gráfico 20: Consola de Google Cloud Platform	43
Gráfico 21: Configuración de máquina virtual VM	44
Gráfico 22: Security Shell Protocolo SSH	44
Gráfico 23: Security Shell Protocolo SSH del levantamiento del servicio	45
Gráfico 24: Consola Shell del Serving flask app	46
Gráfico 25: Servicio web en CentOS	46
Gráfico 26: Métodos en base al modelo de inteligencia artificial	47
Gráfico 27: Treads de comunicación REST API	48
Gráfico 28: Variables globales de validación.....	48
Gráfico 29: Referencias de ruta.....	49
Gráfico 30: Aplicativo para la predicción de COVID-19 Positivo y Negativo.....	50

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Estado del comportamiento de un algoritmo	12
Figura 2: Estructura algorítmica de procesamiento de datos	27
Figura 3: Modelo IA basado en predicciones.....	28
Figura 4: Arquitectura de Modelo	29
Figura 5: Red Convolutiva DenseNet.....	30
Figura 6: Pre-entrenado Imagenet	31
Figura 7: Multiplicado de Imagen	31
Figura 8: Entrenamiento de Intuición IA	32
Figura 9: Steps de Entrenamiento 120 Épocas (Spoch)	33
Figura 10: Ambiente de despliegue.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Curriculum Vitae Docente tutor MSc. Cusco Vinueza Víctor	56
Anexo 2: Curriculum Vitae Autora Palacios María Belén.....	57
Anexo 3: Curriculum Vitae Autora Tomalá Ayleen	58
Anexo 4: Formato de la encuesta realizada a las clínicas privadas y a la población del cantón La Maná.....	59
Anexo 5: Resultados de la tabulación de los datos de la encuesta.....	60
Anexo 6: Formato de la entrevista Aplicada.....	64
Anexo 7: Entrevista realizada al Dr. Freddy Sevillano.....	65
Anexo 8: Encuesta aplicada al personal médico hospital del IEES	65
Anexo 9: Encuesta realizada a los jóvenes del cantón La Maná.....	66
Anexo 10: Importación de Tensorflow	66
Anexo 11: Visualización de imágenes a través de la base de datos.....	67
Anexo 12: Obtención de la respuesta del backend de tensorflow.....	67
Anexo 13: Mostrando los resultados de la base de datos mediante la aplicación de dataAugmentation.....	68
Anexo 14: Base de datos sin aplicar la técnica de DataAugmentation.	68
Anexo 15: Implementación de modelos DenseNet entrenados antes del entrenamiento manual.	69
Anexo 16: Implementación de parámetros de extracción.	69
Anexo 17: Agregando clasificador manual propio previo al entrenamiento de las redes neuronales convolucionales.....	70
Anexo 18: Compilación de la red neuronal convolucional.....	70
Anexo 19: Entrenamiento de la red neuronal convolucional.....	71
Anexo 20: Guardando la red neuronal artificial en disco	71
Anexo 21: Predicciones de la red neuronal artificial	72
Anexo 22: Respuesta de predicciones en el servidor Centos7	72
Anexo 23: Instalación del aplicativo para la predicción del COVID-19, en el departamento médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.....	73
Anexo 24: Certificación de instalación del aplicativo.	74
Anexo 25: Manual de usuario.	75

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Implementación De Una Aplicación Web Para El Reconocimiento De Patrones De Diagnóstico Del Covid 19 En Rayos X Mediante Una Red Neuronal Convolutiva Para La Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná.”

Fecha de inicio: Abril 2021

Fecha de finalización: Agosto 2021

Lugar de ejecución: Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi

Unidad académica que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería en Informática y Sistemas
Computacionales

Proyecto de investigación vinculado: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Equipo de trabajo:

Estudiante: Palacios De La Cruz María Belén

Correo: maria.palacios9511@utc.edu.ec

Teléfono: 0998803115

Estudiante: Tomalá Pinargote Ayleen Dayana

Correo: ayleen.tomala2623@utc.edu.ec

Teléfono: 0979943371

Tutor: MSc. Cusco Vinuesa Víctor Alfonso

Correo: victor.cusco7756@utc.edu.ec

Teléfono: 0998869267

Área de conocimiento: Desarrollo de Software

Línea de Investigación: Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs).

Los proyectos de investigación basado en las TICs se enmarcarán en los lineamientos que tienen como objetivo desarrollar e implementar tecnologías mediante herramientas informáticas modernas para así optimizar recursos en el desarrollo de software.

Sub líneas de investigación de la carrera: Inteligencia artificial e inteligencia de negocios.

2. RESUMEN (DESCRIPCIÓN) DEL PROYECTO

La presente investigación describe de manera general del estado actual de todos los modelos para la detección y el diagnóstico de COVID-19 a través de modalidades de radiología y su procesamiento basado en el aprendizaje profundo, los modelos basados en esta técnica tienen capacidades para ofrecer un sistema preciso y eficiente para la predicción y diagnóstico, cuyo uso en el procesamiento de modalidades conduciría a un aumento significativo de la sensibilidad y especificidad de valores en base a una determinada predicción.

El aprendizaje profundo en el campo del procesamiento de imágenes reduce los falsos positivos y negativos en la detección y el diagnóstico de esta enfermedad y ofrece una oportunidad para brindar servicios de diagnóstico rápidos, baratos y seguros a los pacientes.

Para evaluar la sensibilidad de diagnóstico mediante tamizaje de detección por daños pulmonares, se estableció el uso de métricas especiales mediante herramientas de programación como TensorFlow, Keras y Python, lo cual nos permite aplicar supresión no máxima a los resultados de cálculo de cada imagen. Con el desarrollo del aplicativo web mediante inteligencia artificial ayudaremos al análisis de los resultados, por lo cual un técnico, médico o ciudadano común podrá enviar una petición basado en la imagen de rayos x y recibir una breve respuesta del mismo en base a los modelos de predicción implementados en el aplicativo web.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El COVID-19 ha sido declarado como una pandemia por su rápida propagación, generando una elevada cantidad de muertes en todo el mundo. Este fenómeno se desarrolla en un contexto de salud digital, la cual utiliza las tecnologías de la información emergentes. Se describen cómo han sido utilizadas estas herramientas para hacer frente a la pandemia, las cuales brindan beneficios a nivel clínico como el mejor registro clínico de los casos, la atención remota o asistencia diagnóstica mediante inteligencia artificial, epidemiológico, sistemas de información geográfica, académico y personal uso de aplicaciones móviles o búsqueda de información mediante redes sociales.

En la actualidad, la inteligencia artificial se ha involucrado en varias áreas del conocimiento informático, uno de ellos es la medicina, por lo cual su aplicación optimiza recursos en mencionada área. Las técnicas del deep learning y las redes convolucionales son empleadas para realizar clasificaciones de imágenes en tiempo real, visión computarizada, asistentes inteligentes entre otros; teniendo así resultados de alto nivel de satisfacción, aprovechando su implementación tanto en las aplicaciones móviles u entornos de información como la web. Lo cual, se planea el uso de algoritmos de deep learning para la clasificación del diagnóstico de imágenes del COVID-19 en imágenes de rayos x, lo que permitirá obtener el resultado del estado de la enfermedad mediante operaciones de convolución, dando un gran aporte significativo al área médica.

La finalidad del proyecto de investigación es contribuir tanto al área médica como al ciudadano común que desconoce la identificación a profundidad del patógeno infeccioso mediante un aplicativo web que nos permita facilitar el proceso de detección de la enfermedad, los médicos de manera profesional realizan la detección de dicha enfermedad mediante herramientas físicas para la identificación infeccioso que afecta al tórax y el sistema respiratorio. Con esta solución se dará soporte al médico y al ciudadano común de detectar la enfermedad, lo cual la aplicación web desplegará modelos de inteligencia artificial en servicios cloud; lo que clasificará el agente tanto positivo como negativo, reflejando en el score de la radiografía; con ello contribuimos con la medicina y la gestión sanitaria.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos e indirectos del presente proyecto de investigación, se representan en las siguientes tablas, lo que ayudará a que se implemente soluciones basadas en modelos de inteligencia artificial para la salud pública en emergencias sanitarias.

Tabla 1: Beneficiarios Directos

Beneficiarios directos		
Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana	1978	Total
		1978

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana

Realizado por: Las investigadoras

Tabla 2: Beneficiarios Indirectos

Beneficiarios indirectos			
	Hombres	Mujeres	Total
Docentes	36	16	52
Estudiantes	1146	764	1910
Personal administrativo y servicio	10	6	16

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana

Realizado por: Las investigadoras

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, el aprendizaje automático tiene la capacidad de ejecutar de forma autónoma tareas asignadas para las que fueron diseñadas. Esta tecnología recibe el nombre de Machine Learning, el aprendizaje de las máquinas (Modernag, 2018). La Inteligencia Artificial y la robótica avanzada es parte de un conjunto de cambios que algunos ven como una cuarta revolución industrial” y su importancia en tiempos de COVID-19 ha aumentado la automatización de procesos en muchos lugares (Sandy Ong, 2020).

El problema consiste en que la inteligencia artificial enfocada al predecir el COVID-19 en inteligencia artificial aún no alcanza una madurez operativa y tomará un buen tiempo obtener resultados precisos, mientras la falta de implementación de los sistemas de información relacionados con IA perjudica a todo el continente latinoamericano. (Win Naude, 2020). En la presente pandemia se han venido desarrollando soluciones para relacionar la predicción del comportamiento del virus como simuladores, basado en operaciones no farmacéuticas hasta técnicas de aprendizaje incremental en redes neuronales convolucionales. El presente proyecto de investigación pretende ayudar a la detección del COVID-19 mediante radiografía realizadas

en la caja torácica. Lo cual este tipo de herramienta permite al ciudadano tener fácil acceso al scanner sin necesidad de salir de su lugar habitacional, ya que en la actualidad las personas cuentan con un móvil u computador para que puedan gozar del aplicativo web.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Implementación de una aplicación web basada en redes neuronales convolucionales, para la detección del COVID-19 mediante Rayos X.

6.2. Objetivos específicos

- Investigar información relevante sobre metodologías e implementaciones del deep learning aplicados en la medicina mediante investigación bibliográfica.
- Desarrollar modelos de datos de inteligencia artificial, para la validación de los clasificadores mediante la arquitectura CNN (*Convutional Neural Networks*) multicapa.
- Implementar un aplicativo web que permita la identificación del COVID-19 mediante el despliegue del modelo deep learning como servicio REST API.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 3: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
<p>Objetivo Especifico 1: Investigar información relevante sobre metodologías e implementaciones del deep learning aplicados en la medicina mediante investigación bibliográfica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Bibliográficos sobre las temáticas de deep learning para el desarrollo de la aplicación. • Aplicar fuentes bibliográficas confiables como libros y artículos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener conocimientos sobre la información bibliografía recopilada. • Referenciar mediante listado la bibliografía de libros y artículos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones de la investigación realizada y fichas bibliográfica.
<p>Objetivo Especifico 2: Desarrollar modelos de datos de inteligencia artificial, para la validación de los clasificadores mediante la arquitectura CNN (<i>Convuntional Neural Networks</i>) multicapa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar el funcionamiento de las redes convolucionales. • Establecer las herramientas y lenguajes de programación para la red neuronal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de modelos de deep learning basados en redes neuronales convolucionales aplicados a la identificación del COVID-19. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de la propuesta técnica de la investigación planteada.
<p>Objetivo Especifico 3: Implementar un aplicativo web que permita la identificación del COVID-19 mediante el despliegue del modelo deep learning como servicio REST API.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión del API Rest web mediante marcos de trabajo de TensorFlow y Angular. • Comprobar el correcto funcionamiento del aplicativo mediante pruebas unitarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de los modelos implementados en el servidor CentosOs. • Evaluar los criterios de salida de las fases aprobadas en el periodo de las pruebas unitarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de la REST API en la aplicación web mediante cliente Saas para la identificación del COVID-19 mediante radiografías de rayos x.

Elaborado por: Las Investigadoras

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

8.1. Antecedentes de la Investigación

(Mendez, Gil, 2008) presentaron una tesis doctoral para modelar y simular el comportamiento neurológico del tracto urinario inferior como un sistema de ayuda al diagnóstico. Esta investigación trata con el estudio de los sistemas neuroreguladores, en especial con el regulador neuronal del tracto urinario inferior. La solución en esta investigación la abordan con agentes inteligentes, cuya arquitectura la basan técnicas de minería de datos para lo que realizaron una revisión de los métodos más idóneos usados en las áreas de medicina y biología, dentro de los métodos utilizados estaban: Perceptron multicapa el cual reportó una precisión de 89,30%, sistemas neurodifusos (ANFIS) 88;00%, árbol de decisión con un 87;93% y el análisis de componentes con un 82%, la medida más aceptable se alcanzó con las redes neuronales.

(Prieto, 2012) presentó un nuevo procedimiento informático que ayuda al diagnóstico precoz de la enfermedad de Alzheimer. Para el estudio se utiliza una gran cantidad de imágenes (1.350) procedentes de la base de datos desarrollada en Estados Unidos dentro del proyecto ADNI, que han sido seleccionadas y estandarizadas por las Clínicas Mayo, de Rochester y de Minnesota. El procedimiento consiste en la clasificación automática de imágenes de resonancia magnética nuclear de pacientes sanos, pacientes con deterioro cognitivo leve y pacientes que sufren la enfermedad de Alzheimer, la demencia más extendida por todo el mundo. Para el desarrollo del sistema se han utilizado diversas técnicas de procesamiento de la información como son la Transformada Discreta Wavelet (DWT), para la extracción de características de la imagen, Análisis de Componentes Principales (PCA) para la reducción de características, y diferentes metodologías para la selección de características, como son las de Mínima-Redundancia Máxima-relevancia (mRMR) y de Información Mutua Normalizada.

8.2. COVID-19 (SARS-CoV-2)

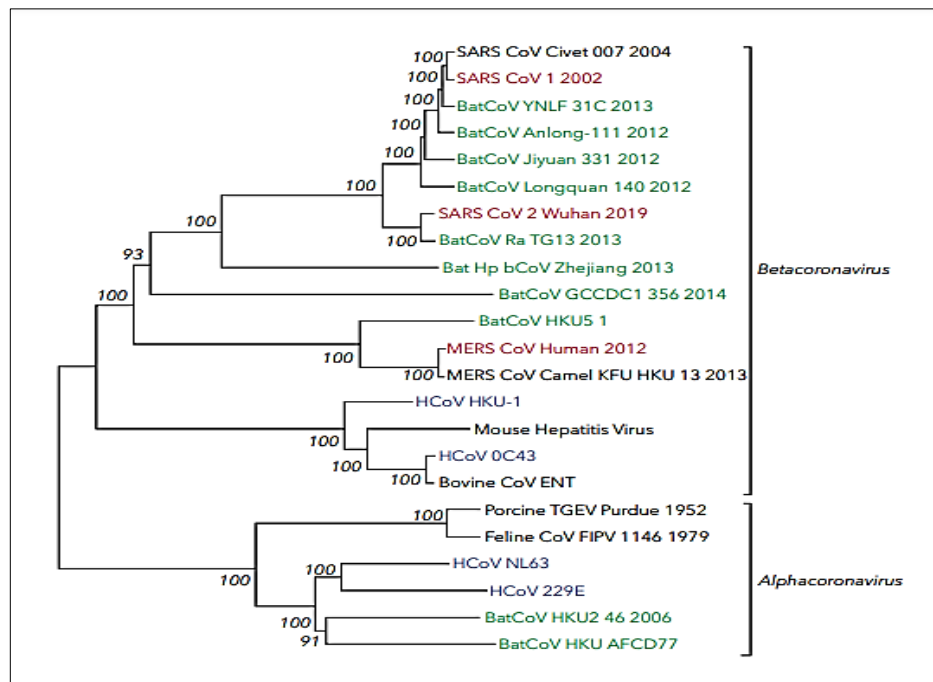
A inicios de diciembre de 2019, se identificaron los primeros casos de neumonía de origen desconocido en Wuhan, la capital de la provincia de Hubei en China. El patógeno se identificó como un nuevo betacoronavirus de ARN que actualmente se ha denominado coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo 2 (SARS-CoV-2), por su similitud con el SARS-CoV. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado recientemente la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) como una pandemia por los niveles alarmantes de propagación, gravedad e inacción. Hasta el 23 de abril de 2020, un total de 2 544 792 casos confirmados por

laboratorio y 175 694 muertes documentadas en todo el mundo, 957 402 casos confirmados y 47 812 muertes en la región de las américas (Ohannessian,2019).

8.3. Estructura Viral

Los coronavirus tienen forma esférica o irregular, con un diámetro aproximado de 125 nm. Su genoma está constituido por RNA de cadena sencilla, con polaridad positiva, y con una longitud aproximada de 30.000 ribonucleótidos. Poseen una cápside de simetría helicoidal, constituida por la proteína de nucleocápside (N). La proteína N es la única presente en la nucleocápside y se une al genoma viral en forma de rosario. (Diaz, F & Toro,2019)

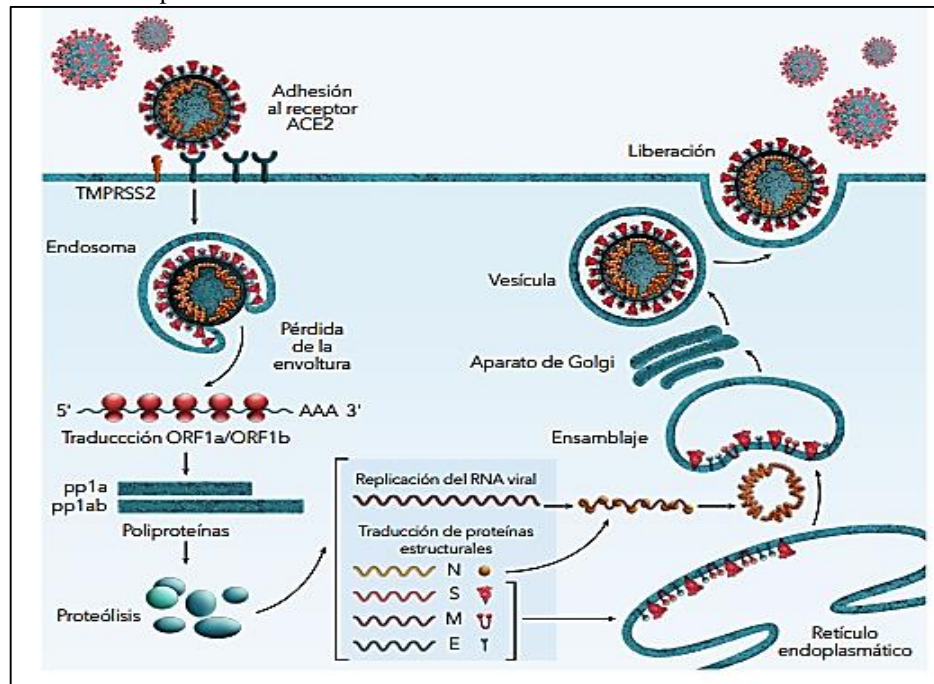
Gráfico 1: Estructura del agente SARS Cov19



Fuente: acunasaep.org, emergencia de un nuevo coronavirus (2020)

8.4. Epidemiología

En abril 24 de 2020, se confirmó más de 2,6 millones de casos de COVID-19 a nivel mundial, con un estimado de 180.000 muertes y más de 700.000 pacientes recuperados, números que cambian día a día, y que pueden ser monitoreados en tiempo real en el sitio web de la Universidad Johns Hopkins, o con el Worldometer. En Colombia, en particular, a la misma fecha, se han confirmado 4.881 casos, con 225 muertes y 927 pacientes recuperados, de acuerdo con el Instituto Nacional de Salud, siendo la ciudad de Bogotá la más afectada hasta el momento, con 2.065 casos confirmados. (Diaz, F & Toro,2019)

Gráfico 2: Replicación del SARS-CoV-2

Fuente: acunasaep.org, emergencia de un nuevo coronavirus (2020)

8.5. Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial es la ciencia de construir máquinas o softwares que piensen como humanos y actúen racionalmente. En informática, la máquina "inteligente" ideal es una persona flexible y racional que puede percibir el entorno circundante y actuar. Maximice sus posibilidades de éxito en determinadas metas o tareas. En lenguaje hablado, cuando las máquinas imitan las funciones "cognitivas" asociadas con los humanos otros pensamientos humanos, como aprender y resolver, problema, (Rich, Knight, Calero, G, & Bodega, 1994).

8.6. Inteligencia Artificial aplicado al análisis de COVID-19

La inteligencia artificial (IA), una de las herramientas tecnológicas más desarrolladas en los últimos 20 años, ha mostrado el potencial para limitar el avance del brote. Lograr predecir la ubicación del próximo brote era crucial para el control de la pandemia. Tomando volúmenes de datos sobre el número de traslados por avión a otros países desde las zonas con casos confirmados, la compañía canadiense Blue Dot se presentó como la primera organización en revelar noticias del brote a fines de diciembre. Más aplicaciones de IA han surgido en respuesta incluyen BenevolentAI e Imperial College London, las cuales informan que un medicamento aprobado para la artritis reumatoide, el baricitinib, podría ser efectivo contra el virus. (Richardson, 2019)

8.7. Machine Learning

Las metodologías de aprendizaje automático se definen como un conjunto de técnicas competentes capaces de detectar de manera automática los patrones en los datos. El aprendizaje automático o Machine Learning es un método científico que nos permite usar computadoras y otros dispositivos con poder de cómputo para permitirles aprender a extraer patrones y relaciones que existen en los datos por sí mismos. Estos patrones se pueden usar para predecir el comportamiento y tomar decisiones, (Ramiro, 2018).

8.8. Deep learning

El gran impulso tecnológico al que solemos referirnos bajo el término Big Data ha revolucionado el entorno empresarial. Las organizaciones sometidas a la necesidad de la transformación digital se han convertido en criaturas sedientas de cantidades ingentes de datos; y por primera vez en la historia de la IA existe una demanda generalizada de sistemas con una inteligencia avanzada, equivalente a la de un humano, que sean capaces de procesar esos datos. Esto está ocurriendo en prácticamente todos los sectores, pues es rara la actividad empresarial o de la administración pública que no se pueda beneficiar de un análisis inteligente y automatizado de los datos. (Arrabales, 2016)

El deep learning (DL) forma parte del aprendizaje automático. De hecho, se puede describir como la nueva evolución del machine learning. Se trata de un algoritmo automático que imita la percepción humana inspirada en nuestro cerebro y la conexión entre neuronas. El DL es la técnica que más se acerca a la forma en la que aprendemos los humanos.

La mayoría de los métodos de deep learning usan arquitectura de redes neuronales. Es por eso por lo que a menudo se conoce al deep learning como “redes neuronales profundas” o “deep neural networks”. Se le conoce como “deep” en referencia a las capas que tienen estas redes neuronales. (Estampé, 2020)

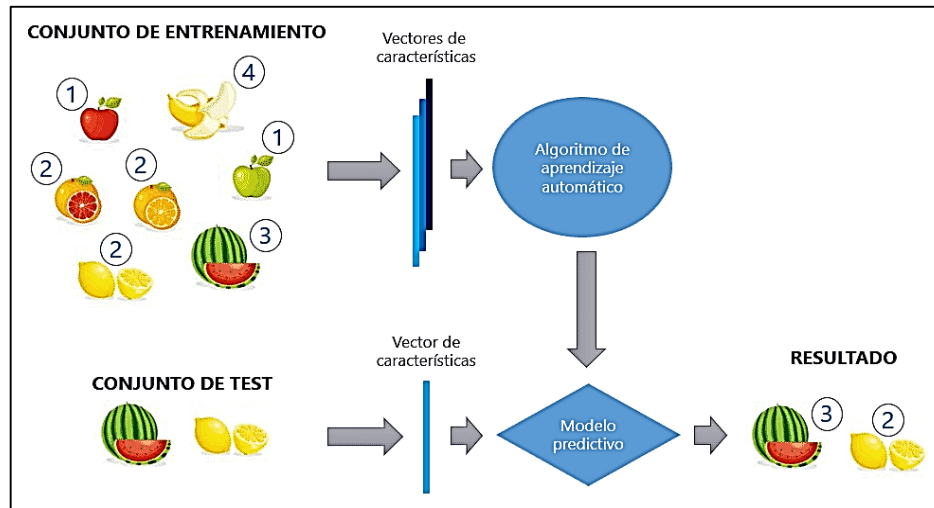
8.9. Tipos de Aprendizaje Machine Learning y Deep Learning

8.9.1. Aprendizaje supervisado

El aprendizaje supervisado se refiere a un conjunto de datos con nombre, incluidos los límites de entrada y salida, para preparar modelos, (Amara, Bouaziz, & Algergawy, 2020). Al preparar un modelo, la relación entre la preparación y la información de la prueba se mantiene en 80:20.

El aprendizaje supervisado se cataloga en clasificación y regresión. El acuerdo es parte del método supervisado de tareas de aprendizaje donde la salida es un valor discreto. Este valor discreto puede ser un valor multiclase o paralelo. Aunque la recaída es un modelo de aprendizaje supervisado que produce un valor persistente, el objetivo de la recaída es anticipar un valor más cercano al valor de salida.

Gráfico 3: Estructura de entrenamiento supervisado



Fuente: Diego Calvo, aprendizaje automático (2017)

8.9.2. Aprendizaje no supervisado

En el aprendizaje no supervisado, los objetivos no se dan a la pantalla para ser preparados, por lo que sólo hay límites de entrada y no se da ningún de salida al modelo. El agrupamiento y la asociación son dos tipos de aprendizaje no supervisado, (pothuganti, 2013). El agrupamiento se aplica a la información orquestada como reuniones hechas por diferentes ejemplos distinguidos por el modelo de la máquina.

Gráfico 4: Estructura de entrenamiento no supervisado

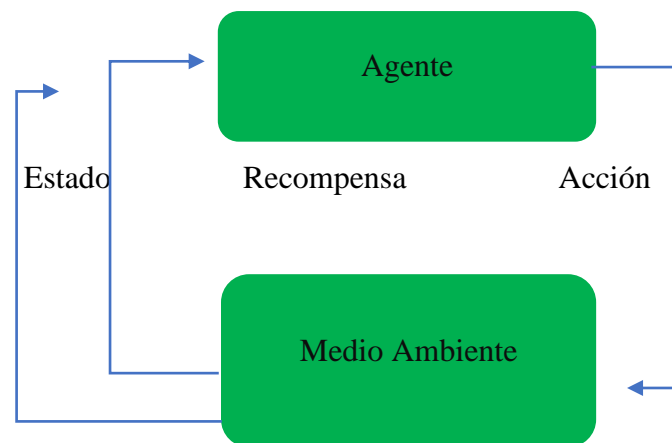


Fuente: Diego Calvo, aprendizaje automático (2017)

8.9.3. Aprendizaje reforzado

La ejecución del modelo sigue mejorando con las críticas para aprender ejemplos y conductas. Cada vez que la información se encuentra y se añade a la información que se está preparando. Así, cuanto más se aprende, mejor se prepara y posteriormente se experimenta, (Narendrakumar, 2018). Los algoritmos para el aprendizaje por refuerzo son Temporal Difference, QLearning y Deep Adversarial Networks.

Figura 1: Estado del comportamiento de un algoritmo



Fuente: Elaborado por las investigadoras

8.10. Redes Neuronales Artificiales (ANN)

Las redes neuronales artificiales o artificial neural networks constituyen técnicas de aprendizaje automático inspiradas en el comportamiento del cerebro humano. Crea redes con diferentes capas de interconexión para procesar información. Cada capa consta de un conjunto de nodos, que transmiten información a otros nodos en capas posteriores, (Martínez, 2018). Las redes neuronales se caracterizan por:

- La topología: corresponde al número de capas y nodos, y la dirección en la que la información pasa de un nodo al siguiente dentro o entre capas. Las redes más grandes y complejas suelen identificar patrones más útiles y límites de decisión complejos.
- Algoritmo de entrenamiento: determina la importancia de que cada conexión transmita o no la señal del nodo correspondiente.
- Función de activación: la función de recibir un conjunto de entradas e integrar señales para transmitir información a otro nodo o capa.

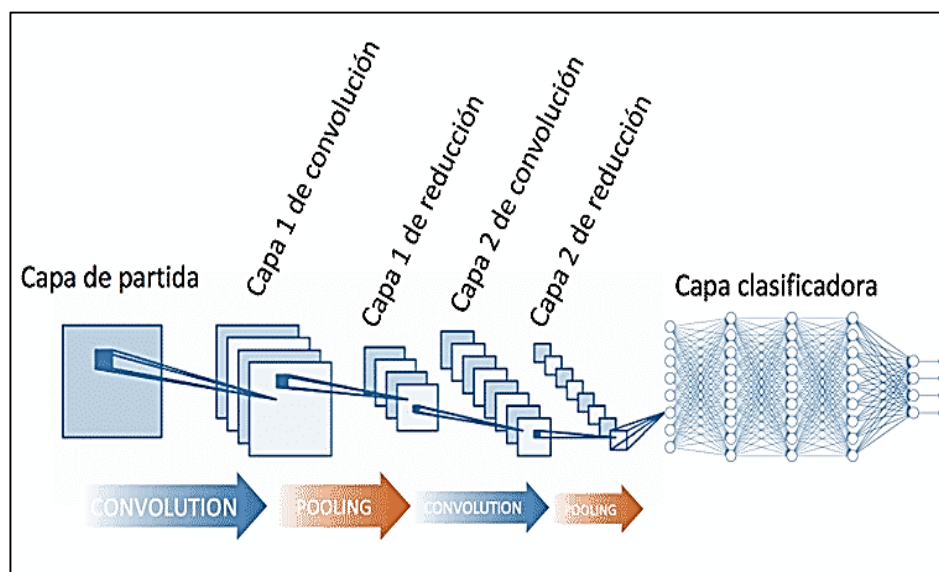
8.11. Red Neuronal Convolutacional

Se concentra en la construcción de aprendizaje profundo Convolutional Neural Network (CNN), que está transcrito al español, trata de redes neuronales convolucionales. En este tipo de arquitectura, se utiliza el modelado de redes neuronales artificiales, donde las neuronas corresponden a campos receptivos similares a las neuronas en la corteza visual del cerebro humano. Este tipo de redes son muy efectivas para las siguientes tareas, (Heras, 2017):

- Detección y categorización de objetos
- Clasificación y segmentación de imágenes

El objetivo de CNN es aprender funciones de alto nivel mediante operaciones de convolución. Dado que la red neuronal convolutacional consigue formar la relación entrada-salida (en el cual la entrada es una fotografía), en convolución, cada píxel de salida es una composición lineal de píxeles de entrada, (Itelligent, 2018).

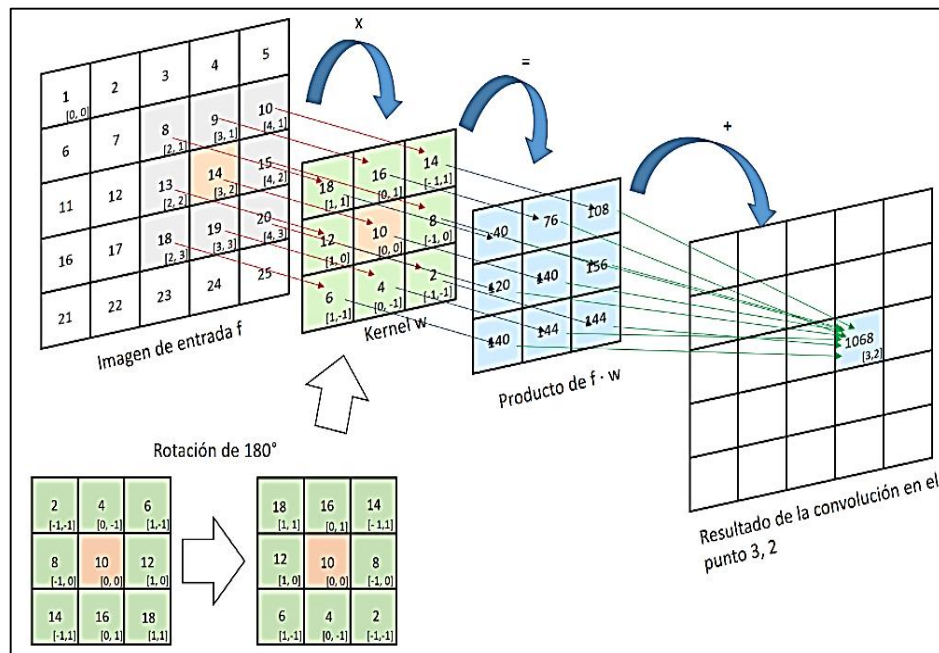
Gráfico 5: Estructura de una red convolutacional



Fuente: Diego Calvo, aprendizaje automático (2017)

8.12. Convolución

La convolución implica filtrar la imagen usando una máscara. Diferentes máscaras producirán resultados diferentes. La máscara representa las conexiones entre neuronas en la capa anterior. Estas capas aprenden gradualmente las características de alto orden de la entrada original. Las redes neuronales convolucionales utilizan dos tipos de formación de capas: convolución y agrupación.

Gráfico 6: Proceso de convolución y mutilaciones de hilo

Fuente: Jordi Torres, introducción de practica con Keras (2019)

8.13. Servicios Cloud

Los servicios en la nube son servicios que se utilizan a través de Internet. Es decir, no están físicamente instalados en tu ordenador. Se trata de un nuevo paradigma que surgió con el advenimiento de la World Wide Web. Antes de que apareciera la nube, todos los programas informáticos se instalaban en el ordenador. Los servicios en la nube son programas que se alojan en un servidor accesibles desde cualquier dispositivo conectado a Internet. Las ventajas de este tipo de servicios son evidentes, ya que su uso no está restringido a un solo equipo informático y la seguridad, capacidad de almacenamiento y recursos de la nube son mayores que los de un ordenador. (Marques, 2019).

8.14. Tipos de servicios Cloud

El cloud computing o computación en la nube es un término amplio que abarca todo lo relacionado con los servicios que se encuentran alojados en internet. La universalización del uso de internet, que actualmente y según un informe de We Are Social y Hootsuite es de 4.388 millones de internautas en todo el planeta, sumada a los avances en virtualización y computación distribuida, han supuesto el gran catalizador para el crecimiento del cloud computing. (Benito, 2019)

El cloud computing o computación en la nube es un término amplio que abarca todo lo relacionado con los servicios que se encuentran alojados en internet. Entre sus principales características y ventajas podemos destacar:

- Los usuarios pueden aumentar los recursos a demanda, liberando de ese trabajo a los administradores.
- Las empresas pueden incrementar o disminuir los recursos en función de los picos y valles de demanda. Con esto no se hace necesario contratar grandes cantidades de almacenamiento con vistas a futuro si no lo necesitamos en ese momento.
- Se paga sólo por los recursos que se utilizan.
- Los proveedores implementan recursos que garantizan un servicio resistente a fallos que siempre funcione.
- Se facilitan los métodos para migrar datos y servicios de o desde la nube o entre nubes, de forma automática o manualmente por el usuario.

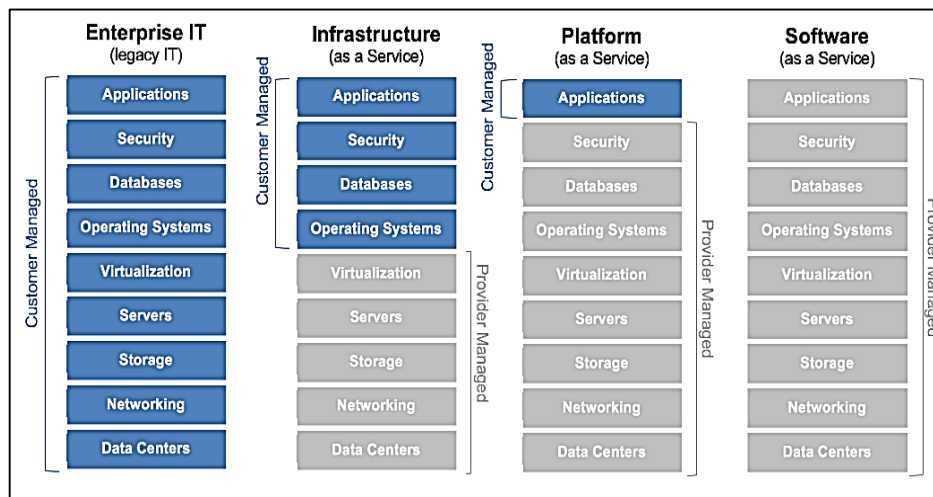
8.15. Tipos de Nube

- **Nube privada:** Las nubes privadas se encuentran dentro de las instancias de los sistemas operativos lo cual esta no ofrece el servicio a terceros. Lo cual la nube privada es una plataforma que obtiene solo el hardware, es decir maquinas, almacenamiento y arquitecturas de redes (IaaS).
- **Nube hibrida:** Combina las aplicaciones locales con los servicios en la nube de manera pública. Lo cual la aplicación privada se beneficia de los servicios de cloud computing y de la infraestructura de mantención de los controles principales.
- **Nube combinada:** Es la combinación de las privadas con las públicas, permitiendo ser administrados por diferentes proveedores, lo cual esta integración permite a los usuarios cambiar de servicios proporcionados por las públicas de una manera fácil.
- **Nube comunitaria:** Sirven para que las organizaciones compartan recursos de computación y de rendimiento. lo cual tiene como objetivo estar con menos usuarios que una nube publica lo cual su implementación es costosa, pero ofrece mayores niveles de seguridad y privacidad. (Benito, 2019).

8.16. Tipos de servicios en la nube

- **IaaS:** La infraestructura como servicio abarca el hardware virtualizado, permitiendo el espacio en los servidores virtuales, redes y almacenamiento. Estos recursos se acceden mediante los proveedores de servicios cloud, donde el usuario podrá construir su propia infraestructura.
- **PaaS:** La plataforma como servicio proporciona al usuario un entorno en nube lo cual permitirá crear aplicaciones y acceder a sus módulos a través de la red. Estos servicios consisten en entornos de sencilla manipulación y también secciones para usuarios avanzados; obteniendo soporte técnico y la gestión correcta de la base de datos.
- **SaaS:** Software como servicio permitirá acceder a las aplicaciones alojadas en la nube mediante redes de donde se pueda acceder mediante cualquier dispositivo. Las posibilidades que las empresas implementan este tipo de servicios son infinitas ya que tienen una amplitud de abarque mediante la gestión de aplicaciones, como ventas, finanzas, planificación y comunicaciones.

Gráfico 7: Modelos De Servicios Cloud



Fuente: Teldat, soluciones de servicios cloud (2017)

8.17. Proveedores de servicios en la nube

8.17.1. Google Cloud

Google Cloud consiste en un conjunto de recursos físicos, como computadoras y unidades de disco duro, y recursos virtuales, como máquinas virtuales (VM), que se encuentran en los centros de datos de Google en todo el mundo. (Google, 2018)

8.17.2. Características de Google Cloud

- Una instancia de máquina virtual temporal de Compute Engine
- Un editor de código integrado
- 5 GB de almacenamiento en disco persistente
- SDK de Cloud preinstalado y otras herramientas
- Compatibilidad con lenguajes como Java, Go, Python, Node.js, PHP, Ruby y .NET
- Función de vista previa en la Web
- Autorización integrada para acceder a proyectos y recursos de Cloud Console

8.18. Amazon Web Services

Amazon Web Services, también conocida como AWS, es un conjunto de herramientas y servicios de cloud computing de Amazon. Este servicio se lanzó oficialmente en 2006 y para junio de 2007 AWS ya contaba con una base de usuarios de aproximadamente 180 mil personas. Entre las empresas que la utilizan se encuentran algunas como Reddit, Foursquare, Pinterest, Netflix, la NASA o la CIA, y algunas españolas como Mapfre, el FC Barcelona o Interflora. Esto se debe principalmente a la madurez del servicio frente a otros similares y las posibilidades que ofrece el amplio abanico de herramientas disponibles. (Albornoz, 2019)

8.19. Características de AWS

- **Cloud computing:** todo lo necesario para la creación de instancias y el mantenimiento o el escalado de las mismas. Amazon EC2 es el rey indiscutible dentro de los servicios de computación en la nube de Amazon.
- **Bases de datos:** distintos tipos de bases de datos pueden permanecer en la nube mediante el servicio Amazon RDS, que incluye distintos tipos a elegir como MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQL Server y Amazon Aurora, o Amazon DynamoDB para NoSQL.
- **Creación de redes virtuales:** permite la creación de redes privadas virtuales a través de la nube, gracias principalmente al servicio Amazon VPC.
- **Aplicaciones empresariales:** Amazon WorkMail es el servicio de correo empresarial que ofrece Amazon, al que pueden unirse otros servicios como Amazon WorkDocs y Amazon WorkSpaces.

8.20. Microsoft Azure Cloud

Azure es una nube pública de pago por uso que te permite compilar, implementar y administrar rápidamente aplicaciones en una red global de datacenters (centros de datos) de Microsoft.

Esta potente solución empresarial para la gestión de tus infraestructuras y aplicaciones presenta grandes ventajas: destacamos la flexibilidad y el pago por uso. Con Azure ya no es necesaria la inversión en máquinas físicas y el mantenimiento que conllevan. De esta manera, se simplifica el despliegue ya que no hay que comprometerse con largos periodos de amortización. (Azure, 2019)

8.20.1. Características de Azure Cloud

- En el despliegue de una solución en la que el incremento de uso va a ser exponencial (o desconocido) y no podemos definir con garantías el pico de demanda máximo.
- Cuando sabes que la demanda del servicio va a fluctuar en el tiempo.
- En entornos de desarrollo o pruebas que posteriormente podrían seguirse utilizando o no, o que pueden “apagarse” puntualmente y después volverse a activar.

9. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

9.1. Jupyter Notebook

Es un entorno de desarrollo interactivo basado en web para cuadernos, código y datos de Jupyter. JupyterLab es muy flexible, configura y organiza la interfaz de usuario para admitir varios flujos de trabajo en ciencia de datos, informática científica y aprendizaje automático. JupyterLab es extensible y modular, escribe complementos para agregar nuevos componentes e integrarse con los componentes existentes, (Project Jupyter, 2020).

9.2. Google Colab

Google Colaboratory, más conocido como "Google Colab" o simplemente "Colab", es un proyecto de investigación para la creación de prototipos de modelos de aprendizaje automático en potentes opciones de hardware como GPU y TPU. Proporciona un entorno de cuaderno Jupyter sin servidor para el desarrollo interactivo. Google Colab es de uso gratuito como otros productos de G Suite, (Bisong, 2019).

En este proyecto de investigación la herramienta utilizada para el desarrollo del modelo de IA se empleó la IDE de Google Colab debido a que se encuentra alojado en la nube, utiliza menos recursos en la parte de rendimiento y tiene soporte de varios lenguajes de programación orientados al desarrollo de Inteligencia Artificial.

9.3. Tensorflow - Keras

9.3.1. TensorFlow

Es una biblioteca de cálculo numérico especializada en el aprendizaje profundo. Tiene un ecosistema integral y flexible de herramientas, bibliotecas y recursos comunitarios que permite a los investigadores impulsar el aprendizaje automático innovador y permite a los desarrolladores compilar e implementar fácilmente aplicaciones basadas en AA. (TensorFlow, 2020). Con la tecnología TensorFlow, los desarrolladores, investigadores y diversas comunidades corporativas utilizan ML para resolver problemas prácticos complejos.

9.3.2. Keras

Es una API diseñada para humanos y no para máquinas. Keras sigue las mejores prácticas para reducir la carga cognitiva, proporciona una API simple y consistente, minimiza la cantidad de acciones del usuario necesarias para los casos de uso comunes y proporciona mensajes de error claros y procesables. También cuenta con una extensa documentación y guías para desarrolladores, (Keras Team, 2020). Construido sobre TensorFlow 2.0.

9.4. Python

Python es un lenguaje de programación de propósito general de alto nivel, portátil y de código abierto. Cuenta con un intérprete que proporciona un entorno interactivo, un sistema de tipo dinámico y una gestión automática de la memoria. Al estar orientado a objetos, su uso está muy extendido y ofrece una amplia y completa biblioteca para aplicaciones del mundo real (Nagar, 2018). Python 2 y Python 3 son dos versiones de intérpretes de Python que se utilizan actualmente. Python ha ganado popularidad entre los científicos de datos debido a la disponibilidad de bibliotecas fáciles de usar y a la facilidad para trabajar con una variedad de formatos de archivo tanto en local como en remoto.

9.5. Angular

Es un framework de ingeniería de software de código abierto que se utiliza para crear aplicaciones web de una sola página. Los desarrolladores también lo utilizan para crear menús animados para páginas web HTML. (Deyimar, 2020)

Este tipo de arquitectura consta de:

- Modelo: la estructura de datos que administra la información y recibe información del controlador
- Vista: la representación de la información
- Controlador: responde a la entrada e interactúa con el modelo

10. HIPOTESIS

La implementación de la inteligencia artificial y el uso de las nuevas tecnologías aplicadas a la medicina proporcionarían mejores resultados en la detección de las condiciones adecuadas en el deslize de una pandemia, por lo tanto, los médicos pueden tomar las medidas adecuadas para reducir su alcance.

11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

11.1. Métodos De Investigación

11.1.1. Metodología Documentada

La investigación documentada es aquella que permite analizar bases estadísticas realizadas en la región de estudio donde se está analizando la problemática planteada del proyecto investigativo aplicado al estudio de diagnóstico del COVID-19 mediante radiografía de rayos x, lo cual cuya información será respaldada en revistas, artículos científicos y páginas web.

11.1.2. Metodología analítica sintética

Durante el periodo de la investigación, esta metodología permitirá que el investigador llegue a la veracidad de los sucesos, lo que permitirá segmentar los elementos para observar las causas y efectos de la problemática de investigación, como las redes neuronales convolucionales dentro del diagnóstico del COVID-19 mediante radiografía de rayos x, permitirá el análisis del tema para así obtener grandes conocimientos.

11.1.3. Método deductivo

La metodología basada en deducción nos permitirá especificar atributos del tema planteado sobre “El Reconocimiento De Patrones De Diagnóstico Del COVID-19 En Rayos X Mediante Una Red Neuronal Convolutiva Para La Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”, permitiendo así realizar extracciones en la conclusión y recomendaciones, admitiendo el examen de resultados de manera valida y obteniendo información relevante para el proyecto de investigación.

11.2. Tipos De Investigación

11.2.1. Investigación Bibliográfica

La base teórica de un proyecto de investigación es de suma importancia para la misma ya que estas bases científicas expresadas muestran atributos sobre el tema “Implementación De Una Aplicación Web Para El Reconocimiento De Patrones De Diagnóstico Del COVID-19 En Rayos X Mediante Una Red Neuronal Convolutiva Para La Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná.”, lo cual la información recopilada se respaldara en consultas y citas bibliográficas, como libros, revistas y sitios web; lo que permitirá que el desarrollo de la investigación sea de manera profunda con repercusiones en el objeto de estudio de la presente investigación.

11.2.2. Investigación Aplicada

Dentro del proceso de investigación se genera conocimientos centralmente del área de la inteligencia artificial con la propuesta u tema planteado “Implementación De Una Aplicación Web Para El Reconocimiento De Patrones De Diagnóstico Del COVID-19 En Rayos X Mediante Una Red Neuronal Convolutiva Para La Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná.”, lo cual permitirá establecer procesos técnicos y el uso de herramientas case para el desarrollo de los modelos de deep learning para la detección de dicha enfermedad mencionada.

11.3. Técnica De Investigación

11.3.1. Entrevista

Para la presente investigación se utilizó un cuestionario como guía de preguntas que fueron elaboradas de manera específica para plantear al entrevistado y conocer su postura de

valoración y criterio de la problemática del proyecto. La entrevista se la realizo al Dr. Freddy Sevillano, lo cual se obtuvo información relevante sobre la pandemia referente al COVID-19 como objeto de estudio.

11.3.2. Encuesta

Mediante la actual técnica aplicada logra obtener datos de varias personas encuestadas, lo cual se implementará una guía de preguntas, lo que se conoce como cuestionario ya que este material se lo asigna al encuestado y esta debe de responderlo, esta técnica nos permite obtener información sobre las soluciones tecnológicas predictivas aplicadas a la medicina. La técnica que se empleara es el cuestionario estructurado; lo que nos permitirá redactar preguntas de forma coherente, y constituidas con el fin de obtener información necesaria.

11.4. Población y muestra

11.4.1. Población

Esta investigación se desarrolló cálculos de la muestra a la población tanto la ciudadanía Lamanense, médicos privados y personal universitario. Para el análisis de los requerimientos se consideró principalmente la información y las necesidades de implementar tecnología basada en software aplicada al área médica enfocada a la pandemia del COVID-19. Cabe recalcar que las personas que utilizaran este reporte de información son los Directivos, jefes o Supervisores de la clínica ya que es un sistema de soporte a la toma de decisiones gerenciales.

Tabla 4: Población

Indicadores	Población
Ciudadanos del Cantón La Maná.	105
Médicos de medicina general.	11
TOTAL	116

Elaborado por: Las investigadoras

11.4.2. Muestra

Para la definición en el tamaño de la muestra recurrimos al muestreo aleatorio que reside en dividir la población en estratos, es indispensable aplicar la siguiente fórmula para la obtención resultados.

Cálculo de la muestra de una segmentación de la ciudadanía y médicos encuestados del Cantón la Maná; Formula (1) Muestra

$$n = \frac{N}{(E)^2 (N-1) + 1} \quad (1)$$

Datos

n = Tamaño de la muestra = ?

N = Población a investigarse = 116

E = Índice de error máximo admisible = 0,05

Desarrollo

$$n = \frac{116}{(0,05)^2 (113-1) + 1} \quad (2)$$

$$n = \frac{116}{(0,0025) (112) + 1} \quad (3)$$

$$n = \frac{116}{1.29} \quad (4)$$

$$n = 90 \quad (5)$$

Después de realizar los respectivos cálculos, se obtendrá una muestra de 90 personas del cantón La Maná con una población de 116 tomadas al azar entre la ciudadanía del cantón y médicos de medicina en general.

11.4.3. Distribución de la muestra

Se aplicará la siguiente fórmula del coeficiente de proporcionalidad permitiendo conocer de manera detallada cada uno de los estratos de la clasificación o grupos.

Formula N° 2. Índice de proporcionalidad de una segmentación de ciudadanos del Cantón La Maná y grupo de médicos en general.

$$f = \frac{n}{N} \quad f = \frac{90}{116} \quad f = 0,7758620689$$

Tabla 5: Segmentación

SEGMENTACION	CANTIDAD	ÍNDICE	CANTIDAD
Ciudadanos del Cantón La Maná.	105	0,7758	80
Médicos de medicina general.	11	0,7758	10
TOTAL	116	0,7758	90

Elaborado por: Las investigadoras

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 6: Personas que intervienen en el proyecto de investigación

Agente	Funciones	Técnicas, espacios y distribución	Población	Muestra
Tutor	Guía	Técnica experimental	1	1
Estudiantes	Investigadores	Ejecutores del proyecto	2	2
Medico en medicina general	Medicina general	Entrevista	1	1
Segmentación de ciudadanos y médicos del cantón.	Suministra información	Encuesta	116	90

Elaborado por: Las investigadoras

12.1. Resultados de la entrevista Aplicada

Mediante la entrevista realizada se obtuvo los siguientes datos:

La entrevista se realizó al Dr. Freddy Sevillano, médico en medicina en general quien brindó la información fundamental para el desarrollo de la propuesta del proyecto de investigación con el título “IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNÓSTICO DEL COVID-19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”.

Dicha entrevista fue de tipo estructurada permitiendo preparar previamente todas las preguntas que se estableció para conocer sobre la importancia de la aplicación de la inteligencia artificial en la medicina.

12.2. Implementación de la inteligencia artificial en la medicina

La implementación de la inteligencia artificial en la medicina nos ayudará obtener resultados de diagnóstico para una toma de decisiones correctas, lo cual nos permitirá también encontrar el tratamiento farmacéutico adecuado en base a los patrones patológicos.

12.3. Resultados de la encuesta Aplicada

Proceso de tabulación de la encuesta dirigida a la ciudadanía y médicos del cantón la Mana, Provincia De Cotopaxi.

Tabla 7: Interpretación de resultados

Pregunta	Resultado	Análisis	Interpretación
1.- ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial al área médica?	Si 65% No 35%	El 65% de los encuestados les parece importante aplicar inteligencia artificial en el área médica, el 35% dice que no es necesario.	Del 100% de la población encuestada el 65% menciona que si es necesario aplicar inteligencia artificial en el área médica para poder realizar detección de enfermedades; mientras que el 35% manifiesta que no es necesario aplicar inteligencia artificial en la medicina. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población está de acuerdo que se implemente soluciones basadas en inteligencia artificial en el área médica, lo que determina la importancia de su aplicación.
2.- ¿Ha escuchado sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina?	Si 35% No 65%	35% de los encuestados tienen conocimiento sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina y el 65% desconocen este tipo de aplicaciones.	Del 100% de la población encuestada el 35% menciona que ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina; mientras que el 65% manifiesta que no ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran desconocimiento de la población sobre tecnologías aplicadas en base a los aplicativos webs.

3.- ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas tecnológicas?	Buena 77% Regular 22% Mala 1%	Un 77% de los encuestado considera aceptado el uso de la tecnología, el 22% es de uso regular y el 1% mala.	Del 100% de la población encuestada el 77% menciona que su experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad es buena; el 22% manifiesta que su experiencia con el uso de las herramientas tecnológicas fue regular; mientras el 1% manifiesta que su experiencia fue mala. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran avance en el uso e implementación de las herramientas tecnológicas en la actualidad.
4.- ¿Conoce usted sobre servicios web que scanean rayos X para detectar el nivel de afectación pulmonar por el COVID- 19?	Si 43% No 57%	El 43% conocen sobre los servicios web y el 57% desconocen sobre su uso.	Del 100% de la población encuestada el 43% menciona que conoce sobre los servicios en la nube que realizan detección del COVID-19 mediante herramientas tecnológicas; mientras el 57% manifiesta su desconocimiento sobre los servicios en nube para detección del nivel del COVID-19. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran desconocimiento sobre el uso de servicios y aplicativos webs basados scanean rayos X para detectar el nivel de afectación pulmonar por el COVID-19, lo cual se debe tener en cuenta que se debe capacitar a la población sobre el uso de herramientas TICS; lo cual es de gran importancia su uso en la actualidad.
5.- ¿Considera usted que se implemente una aplicación web con inteligencia artificial para la detección del nivel de	Si 57% No 43%	57% de los encuestado le parece excelente la implementación de la aplicación web y el 43% no.	Del 100% de las personas encuestadas los resultados reflejan que es necesario implementar una solución de inteligencia artificial mediante un aplicativo web

afectación pulmonar por el COVID-19 mediante radiografía?			para la detección del nivel de afectación pulmonar del COVID-19, dirigido a la sociedad para el uso del mismo.
-----------------------------------------------------------	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Elaborado por: Las investigadoras

La tabulación de los resultados se encuentra detallados en el anexo 5.

13. DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA

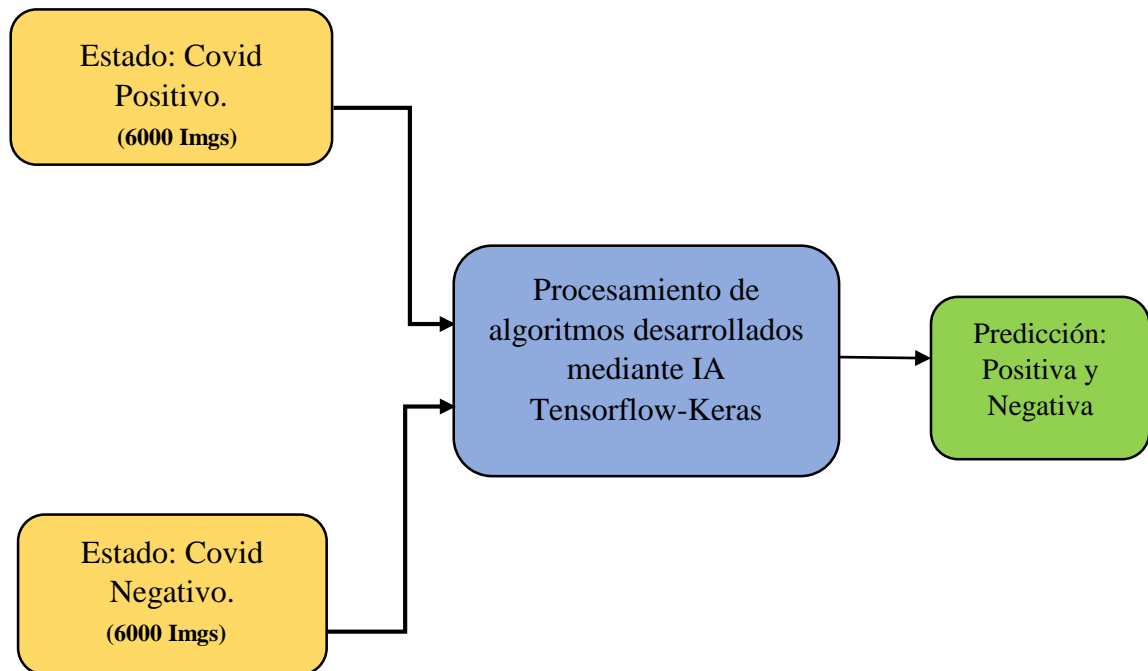
13.1. Estructura del modelo de datos de inteligencia artificial para la validación de clasificadores mediante arquitectura CNN (Convolutional Neural Networks)

Dentro de los procesos del plan de la estructura del algoritmo de IA: cual objetivo es construir el modelo para diagnosticar el estado de las imágenes de las cavidades torácicas pulmonares.

13.2. Fase De Entrenamiento

- Entrenar el algoritmo a reconocer los patrones de la información almacenadas en el datasets con una cantidad de 12000 patrones obtenidos mediante fotografías en alta resolución proporcionadas por Universidad de Cambridge.

Figura 2: Estructura algorítmica de procesamiento de datos

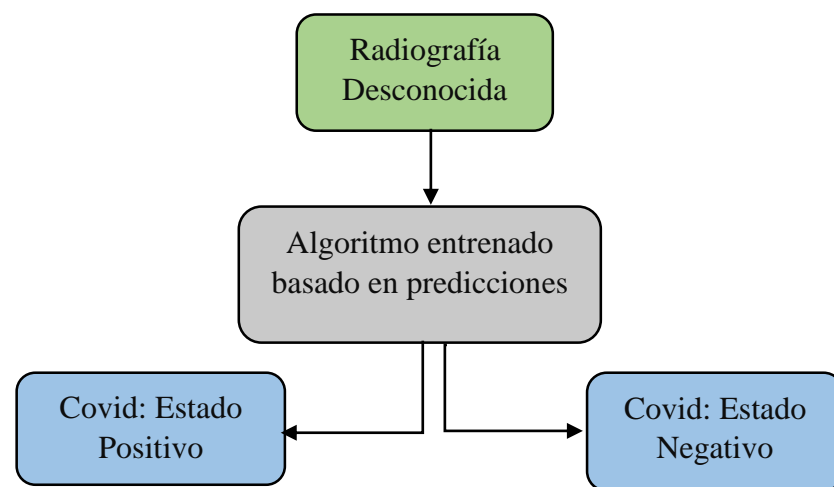


Fuente: Realizado por las investigadoras

La fase de entrenamiento del modelo de inteligencia artificial nos permite construir los modelos de deep learning; lo cual en esta fase vamos a entrenar nuestros algoritmos a reconocer los patrones de la información, en el presente caso la información que se va a proporcionar serán de las imágenes rayos x; por lo tanto, se utilizará las 6000 imágenes del DataSet del entrenamiento lo cual serán suministradas por el algoritmo para que pueda aprender dentro de la clase de COVID-19 como salida de información en base a la predicción negativa o positiva.

13.3. Predicción

Figura 3: Modelo IA basado en predicciones



Fuente: Realizado por las investigadoras

El modelo de predicción mediante patrones desconocidos permite que el ciclo de ejecución del algoritmo se establezca en base a una serie de iteraciones, de tal forma que la predicción reconozca los patrones en una determinada etiqueta. Teniendo el algoritmo entrenado se aplica como input de entrada una imagen nueva que desconocemos su diagnóstico, por lo tanto, el algoritmo entrenado va poder realizar un pronóstico o predicción acerca de que si esa imagen es de tipo positivo o negativo para COVID-19.

13.4. Arquitectura de Modelo

El algoritmo desarrollado proporciona como resultado predicciones de las radiografías cargadas en el aplicativo web sobre el estado pulmonar si es saludable o infectado por COVID-19, en este caso la arquitectura del modelo de IA que se implementará en base a una Red Neuronal Convolutiva lo cual está compuesta por el componente extracción de características (Convulsión).

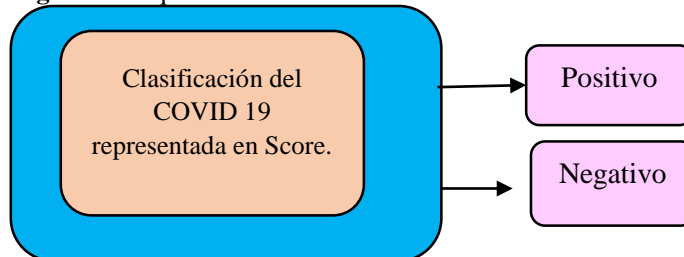
13.5. Extracción de características (Convolución)

Este componente realizará operaciones matemáticas de matrices llamadas operaciones de convolución, lo cual este procesamiento permitirá que sea posible que una red convolucional pueda aprender y entender los patrones que existen en dichas imágenes lo cuales estas serán convertidas a su representación matricial numérica de escalas grises aplicado al modelo predictivo de clasificación.

13.6. Modelo predictivo de Clasificación

En esta fase de clasificación se realizará el proceso de categorización, lo cual determina sí que la información que está recibiendo es de tipo positivo o negativo para COVID-19.

Figura 4: Arquitectura de Modelo

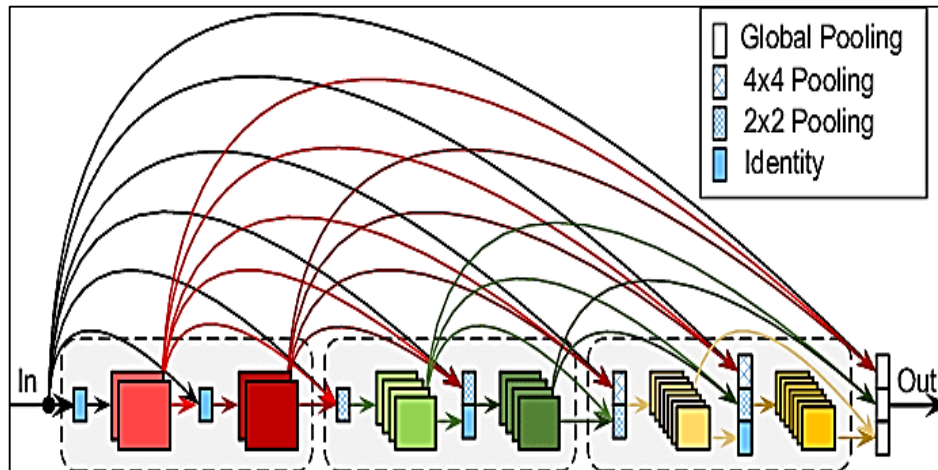


Fuente: Realizado por las investigadoras

El modelo de la arquitectura de convolución de tipo deep learning aplicado para el proceso de clasificación de los patrones, se basará en la utilización de una red neuronal convolucional, lo que permitirá que dicha información sea enviada a un componente clasificador; aplica a la categorización si la información que está recibiendo es de tipo positivo o negativo en base a datos numéricos de variables tipo cadena representada en el score de resultados.

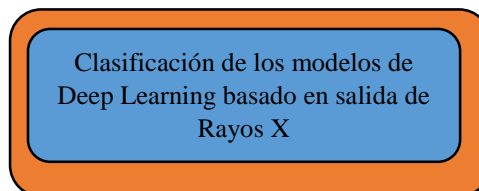
13.7. Red convolucional: DenseNet

DenseNet se compone de bloques densos. Dentro de esos bloques, las capas están densamente conectadas entre sí: cada capa obtiene la entrada de mapas de características de salida de capas anteriores. Esta reutilización extrema de residuos crea una supervisión profunda porque cada capa recibe más supervisión de la capa anterior y, por lo tanto, la función de pérdida reacciona en consecuencia y, debido a esta metodología, la convierte en una red más poderosa.

Gráfico 8: Arquitectura DenseNet

Fuente: ResearchGate, técnica de pooling en inteligencia artificial (2012)

La forma de configuración de cada capa interna en base a los modelos predictivos de clasificación para ser aplicados a la lectura del tamizaje de los rayos x, permitirán que la arquitectura interna de la inteligencia artificial sea correspondiente a la capa DenseNet, por lo tanto se suministra de manera automática la forma por lo cual están definidas las capas de convolución, esto facilitara tomar determina red pre-entrenada y pesos de la red neuronal que tuvo un proceso de entrenamiento anterior.

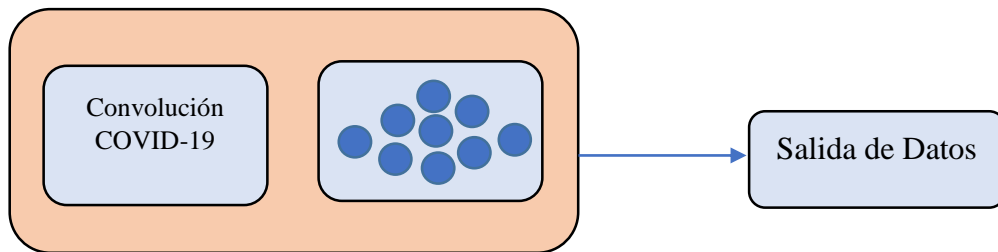
Figura 5: Red Convolucional DenseNet

Fuente: Realizado por las investigadoras

En el desarrollo de la arquitectura de modelo se debe tener en cuenta que, la red neuronal aplicada en base a la clasificación de imágenes de rayos x de tipo DenseNet toma los pesos que obtuvo la red neuronal en un proceso de preentrenamiento, lo cual nos permite tomar imágenes de otro datasets en base al componente extracción de características (Convolución) de nuestro clasificador de imágenes.

13.8. Técnica de Transfer Learning

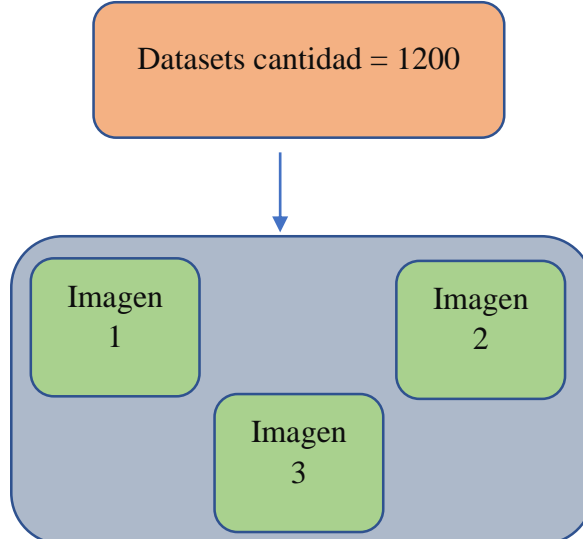
El transfer learning consiste en el aprendizaje automático dentro de la inteligencia artificial, lo cual se aprovecha dentro de los modelos IA una cantidad de información relacionada a patrones con una mayor cantidad de volumen y peso. Esto permitirá que la arquitectura de red neuronal acelere su aprendizaje.

Figura 6: Pre-entrenamiento Imagenet

Fuente: Realizado por las investigadoras

Al aplicar los mecanismos de entrenamiento, procederemos a remover los componentes de los modelos de clasificación; de tal forma solo quedara el modelo de convolución para la predicción del COVID-19 manteniendo sus respectivos pesos almacenados en una red DenseNet, lo que nos permitirá montar el modelo de clasificación lo cual permite entrenar dicho modelo aplicando la técnica de transfer learning mediante la optimización de salidas matemáticas en el procesamiento de datos de una manera más eficiente a la hora de ejecutar la evaluación de los modelos de inteligencia artificial.

13.9. Normalización

Figura 7: Multiplicado de Imagen

Fuente: Realizado por las investigadoras

Dentro del proyecto de investigación se cuenta con un datasets que representa 7000 imágenes almacenadas por dos clases positivas y negativas, lo cual tomamos 2333 imágenes por sección que serán parte del entrenamiento de la neurona artificial para así medir el impacto del modelo a la hora de predecir las imágenes del COVID-19, aplicando la técnica de data augmentation para generar más datos de nuestro algoritmo con el mismo conjunto de datos.

13.10. Entrenamiento del modelo IA

Gráfico 9: Ciclos de Entrenamiento en algoritmos IA

Epoch 1/20	31/31 [=====] - 986s 32s/step - loss: 0.1495 - accuracy: 0.9335 - val_loss: 1.4944e-04 - val_accuracy: 0.9951
Epoch 2/20	31/31 [=====] - 280s 9s/step - loss: 0.0036 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 5.5818e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 3/20	31/31 [=====] - 275s 9s/step - loss: 0.0038 - accuracy: 0.9992 - val_loss: 1.5110e-05 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 4/20	31/31 [=====] - 274s 9s/step - loss: 0.0020 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 3.5693e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 5/20	31/31 [=====] - 275s 9s/step - loss: 0.0018 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.6911e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 6/20	31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0023 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.6604e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 7/20	31/31 [=====] - 278s 9s/step - loss: 0.0029 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.1974e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 8/20	31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0013 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 8.1200e-07 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 9/20	31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0021 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 1.7723e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 10/20	31/31 [=====] - 276s 9s/step - loss: 0.0017 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 1.3569e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 11/20	31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0011 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 6.4007e-07 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 12/20	31/31 [=====] - 276s 9s/step - loss: 7.6460e-04 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 3.2000e-07 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 13/20	

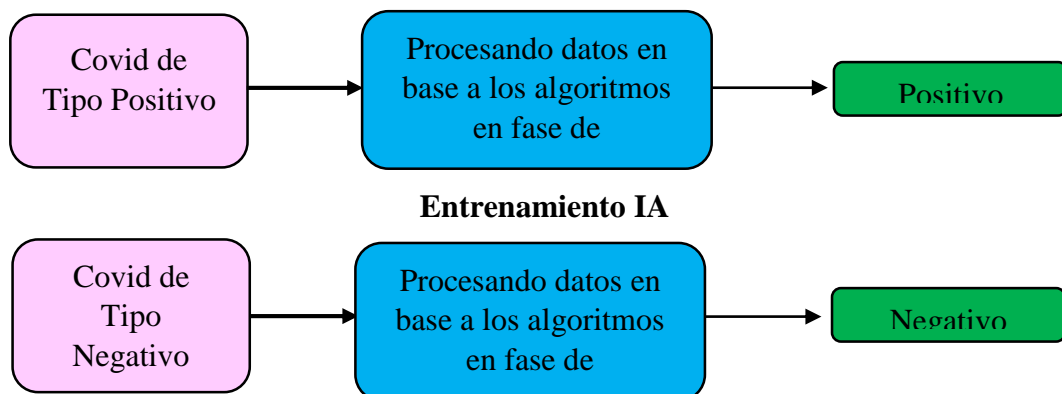
Fuente: Realizado por las investigadoras

El proceso de entrenamiento de inteligencia artificial consiste que una arquitectura de modelo esté completamente defina dentro de IDE de desarrollo, lo cual esta será procesada mediante la lectura de los datos de entrada, estos se codificaran para agruparse y luego dividirse en lotes hasta que los algoritmos que lleven procesos de actualizaciones para que vuelva a leer los parámetros y datos de lotes.

Los Spoch de entrenamiento aplicados en la construcción de la inteligencia artificial suministrarán al algoritmo las imágenes previamente proporcionadas; lo cual en el ejercicio de programación y entrenamiento están contemplados la ejecución de 120 épocas (Spoch) al modelo para que se entrene y que este pueda correlacionar las imágenes y como resultado tener predicciones correctas de patrones.

13.11. Proceso de intuición

Figura 8: Entrenamiento de Intuición IA

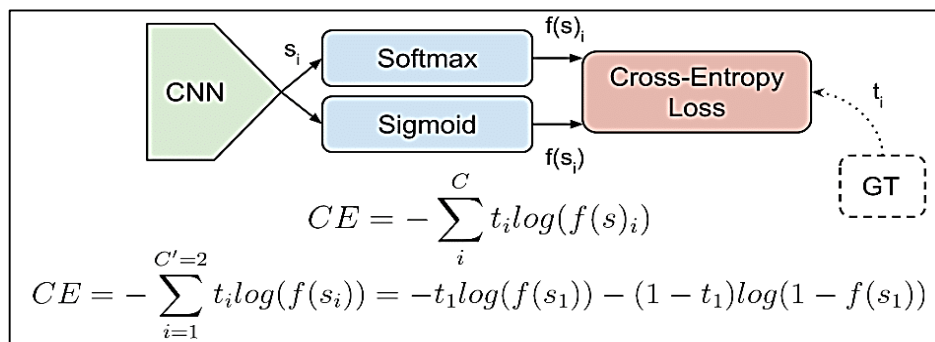


Fuente: Realizado por las investigadoras

A mayor número de imágenes que provee a la clase, existen mayores posibilidades de que el algoritmo va entender y clasificar como resultado de salida de las predicciones basada en los datasets de tipo tórax para el diagnóstico del COVID-19. Este proceso de entrenamiento es automático, lo cual se tiene que repetir en varias ocasiones ya que al principio del algoritmo no va reconocer de forma óptima las imágenes adoptando un grado de error lo cual es necesario hacer reentrenamientos las veces que sean necesarias para obtener resultados óptimos.

13.12. Compilación de la red neuronal convolucional

Gráfico 10: Ecuacion Binary Cross Entropy



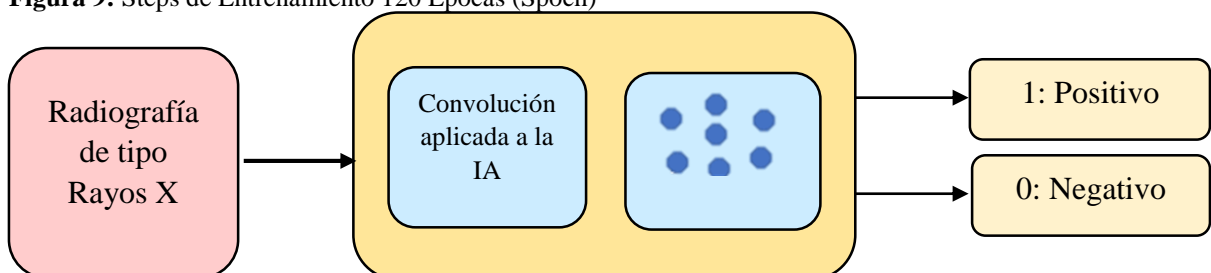
Fuente: ResearchGate, técnica de pooling en inteligencia artificial (2012)

Para medir el margen de error de los entrenamientos de la red convolucional basada en la predicción por rayos x del COVID-19, aplicamos una ecuación matemática llamada; Función Binary Cross-Entropy, lo que permitió que la compilación de la red neuronal convolucional aplique un proceso de optimización, minimizando la función de costo o error.

13.13. Entrenamiento de la Red Neuronal Convolucional

En el proceso de entrenamiento de la red neuronal convolucional de arquitectura DenseNet, se expondrá toda la recopilación de imágenes que se encuentran almacenados en los datasets; lo cual se cuenta con 7000 patrones para el proceso de entrenamiento, lo cual serán almacenados en variables de 1-0.

Figura 9: Steps de Entrenamiento 120 Épocas (Spoch)



Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Se proporcionará las 2333 imágenes divididas por lotes para que sean entrenadas y se ajustan los pesos de manera interna con una interacción de 40 veces, lo cual a esto se denomina épocas. Lo que permitirá es enviar las imágenes al modelo para que pueda asociar cada una de las imágenes; 1 para que el patrón sea detectado en estado positivo y 0 para que detecte que la afectación pulmonar padece de COVID-19.

Gráfico 11: Script de Steps de Entrenamiento 120 Épocas (epochs)

```

Compilar la Red Neuronal Convolutacional:

[ ] from keras.optimizers import SGD
    from keras.optimizers import Adam

    opt = SGD(lr=0.008, momentum=0.9)
    # opt = Adam(lr=0.008, beta_1=0.9, beta_2=0.999)

    # COMPILANDO la Red Neuronal Convolutacional
    model.compile(optimizer=opt, loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])

Entrenar la Red Neuronal convolutacional:

▶ %%time
epochs= 120

# Entrenar
history = model.fit_generator(training_set_imgs,
                             epochs=epochs,
                             steps_per_epoch=np.ceil(num_imgs_training/batch_size),
                             validation_data=testing_set_imgs,
                             validation_steps=np.ceil(num_imgs_testing/batch_size))
  
```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

El estado de preparación de la sintaxis para el entrenamiento neuronal corresponde a la compilación del modelo, lo cual se consigue mediante el método compile en base a una función de costo mediante a la medición del error de Binary crossentropy; haciendo referencia a la función de tipo binario. Los métodos de optimización utilizados en el entrenamiento de nuestra red neuronal convolutacional para la predicción del COVID-19 mediante rayos x se basan en los parámetros de optimizar mediante la gradiente descendiente en base a el coeficiente del aprendizaje del modelo de inteligencia artificial.

13.14. Evaluación del modelo IA

Dentro del proceso de evaluación del modelo IA consta que una vez el algoritmo ya está entrenado, se debe realizar procesos de evaluación para medir los resultados de su efectividad para realizar las predicciones adecuadas de imágenes que el modelo desconoce. Para ello aplicaremos una cantidad de entrada de 7000 imágenes que corresponden al datasets del testing para la prueba antes de su ejecución, este proceso permitirá realizar que el modelo pronostica

la predicción de los 1200 patrones recolectados para el test, lo cual tendremos un vector de 800 valores, como objetivo debemos validar si el modelo final realiza los pronósticos según lo esperado.

Tabla 8: Proceso de Evaluación

Patrones	Frecuencia	Porcentaje
Positivos	1	1
Negativos	0	1
Positivos	1	1
Negativos	1	0
Negativos	1	1
ESTADO	De tipo Real	De tipo Pronosticado

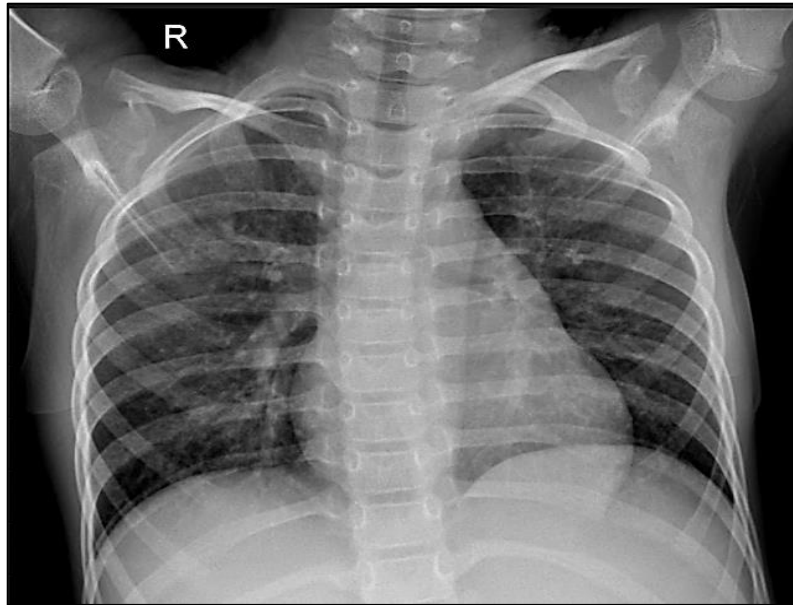
Elaborado por: Las investigadoras

Dentro de los procesos de la evaluación se encontrará con dos valores que son; pronósticos de valores reales y valores pronosticados debido al haber pasado las 1313 imágenes al modelo y que él mismo ha pronosticado su resultado, lo cual se debe medir su efectividad mediante una matriz de comparación de resultados en la que los números binarios 0-1 estarán almacenados en variables de test y predicción.

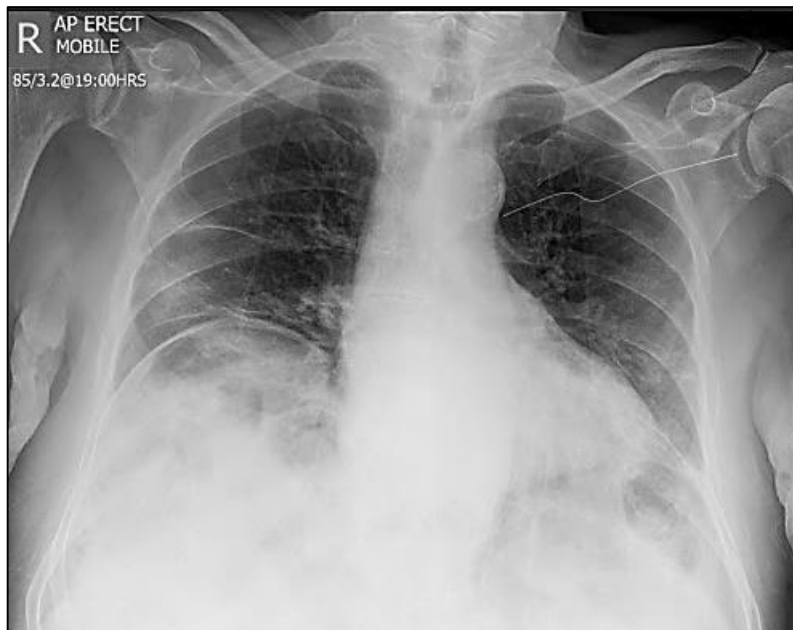
13.15. Gestión de la base de datos (Datasets)

Dentro de los aspectos del desarrollo de modelos de inteligencia artificial de tipo red convolucional, se debe tener en cuenta la ejecución de su implementación lo cual un tipo de red de clasificación debe cumplir con la calidad de datos utilizados en sus fases de planeación, creación, entrenamiento y testing del modelo final.

Dentro de la ejecución de pruebas de manera local se han seleccionado 300 imágenes en formato JPG, lo cual tiene como finalidad realizar las pruebas previamente ya definidas. Como se trata de un clasificador de imágenes y dentro del caso de estudio es determinar el estado pulmonar del paciente, deberán ser las imágenes fragmentadas en tomas que representen dicho estado de salud. La herramienta de TensorFlow recibirá la información del modelo puesto en producción, lo cual interpretará en un lenguaje de etiquetas como (“Positivo Covid”, “Falso Covid”), una especie de organización de directorios conectados mediante una API para una mayor optimización de los ficheros tenemos que basarnos en las etiquetas.

Gráfico 12: Covid Negativo

Fuente: Universidad de Cambridge, análisis y estudios de la pandemia COVID-19 (2020)

Gráfico 13: Covid Positivo

Fuente: Universidad de Cambridge, análisis y estudios de la pandemia COVID-19 (2020)

13.16. Implementación de la red convolucional entrenada por proceso de transfer learning

La técnica que se empleó en el proceso de desarrollo del modelo de inteligencia artificial es conocida como transferencia de aprendizaje o transfer learning. Lo cual este método es utilizado para utilizar modelos entrenados de manera previa en bases de datos distintas lo cual centra en modificar los restantes de la capa de salida de la red convolucional. Aplicar la técnica de transfer

learning ayuda al desarrollador a centrarse en sus datos más representativos del datasets, la cual puede formar conjuntos reducidos de datos gracias el método antes mencionado.

Una vez que se cumplieron las fases de entrenamiento, optimización y pruebas en el proceso de desarrollo de los modelos IA; como última fase se debe realizar las tasas de precisión donde se obtenga la solución que se busca, lo cual es necesario a la fase de optimización del modelo para así mejorar los resultados deseados.

Tabla 9: Argumentos

Sintaxis Argumentales	Descripción del argumento
--output_graph	Modelos de proceso de salida
--output_labels	Etiquetas de modelo
--learnig_rate	Tasa de aprendizaje neuronal
--validation_percentage	Número de imágenes de validación
--final_tensor_name	Nombre del tensor final en ejecución

Elaborado por: Las investigadoras

La tasa de aprendizaje marcará el valor que se utilizará para entrenar el modelo mediante la aplicación de algoritmos de tipo “Gradientes”. Esta técnica evita la perdida de los pesos mediante el cálculo de los parámetros condicionados de los datos obtenidos de los entrenamientos.

Tabla 10: Tasas de aprendizaje y cantidad En pasos

Nombre del modelo	Identificadores	Nivel de aprendizaje	Steps
Modelo 1 H5	LR_1_ST_400	1	40
Modelo 2 H5	LR_1_ST_425	1.8	40
Modelo 3 H5	LR_0.5_ST_1200	0,3	30

Elaborado por: Las investigadoras

Dentro de la dinámica de la optimización, considera parámetros previamente definidos, lo cual se procedió a insertar 3 modelos para medir distintos valores de learning rate o tasa de aprendizaje.

13.17. Modelos de inteligencia artificial

Los resultados obtenidos a lo largo de la presente investigación se enfocarán a las fases de la implementación de modelos de inteligencia artificial dentro de su estado inicial hasta el final.

La fase de entrenamientos, donde se aplicó un reentrenamiento de los distintos modelos desarrollados, lo cual estos provienen de la arquitectura H5 paquete orientado a la ejecución en la web. Permitirá que estos resultados a analizar son especificaciones gráficas representativas de los modelos en cuanto al nivel de maduración neuronal.

13.18. Evaluación obtenidos dentro de la fase de entrenamientos

Dentro de la plataforma de TensorFlow dispone varias herramientas de visualización gráfica para la medición de presiones de datos. Esto permite aplicar gráficos de entrenamiento, generar medidas de tipo cuantitativas de la calidad de los modelos de inteligencia artificial hacer analizados.

Gráfico 14: Clase de tipo Grafico Matplotlib

```
▶ # GRAFICANDO resultados
import matplotlib.pyplot as plt
fig = plt.gcf()
fig.set_size_inches(12, 8)
```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

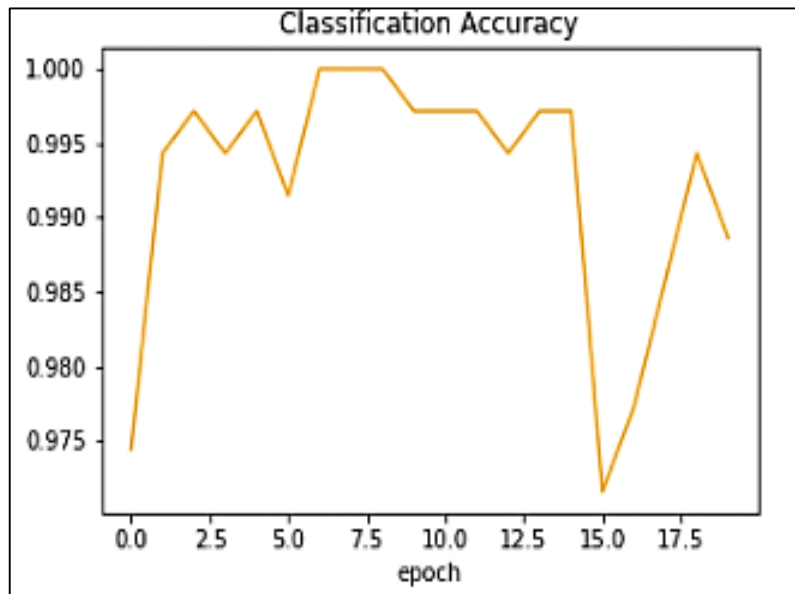
Los gráficos utilizados en los resultados se obtienen mediante un comando que se introduce en las celdas de codificación; antes de ejecutar el entrenamiento de la red neuronal, se debe tener en cuenta que consiste en crear contenido de forma periódica durante toda la fase de entrenamiento y finalizando el proceso dentro del mismo terminal. Se analizan los gráficos representativos de los distintos escenarios ejecutados en la fase de entrenamiento. Se resuelve analizar las características de la gráfica de precisión y gráfica de función de pérdida.

Gráfico 15: Número total de predicciones alcanzadas

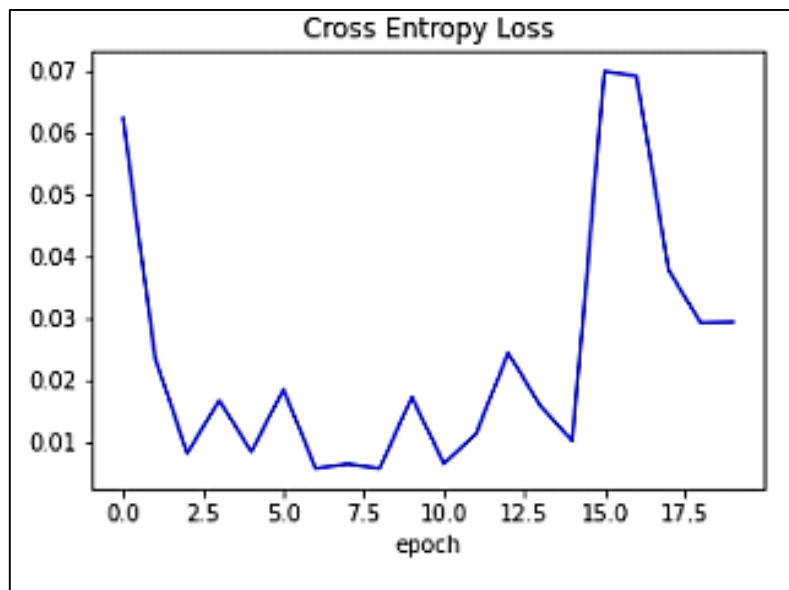
$$Accuracy = \frac{\text{Numero de predicciones correctas}}{\text{Numero total de predicciones hechas}}$$

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Dentro de la optimización de los algoritmos, esta función evaluará la solución lo cual se conoce como función de objetivo. Este tipo de función se basa en maximizar o minimizar valores para la obtención de un porcentaje alto o bajo. Dentro del procedimiento gráfico, se observa trazos distintos, divididos en grupos y colores.

Gráfico 16: Gráfico de precisión de época del Modelo IA

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Gráfico 17: Gráfico de disminución del error por época

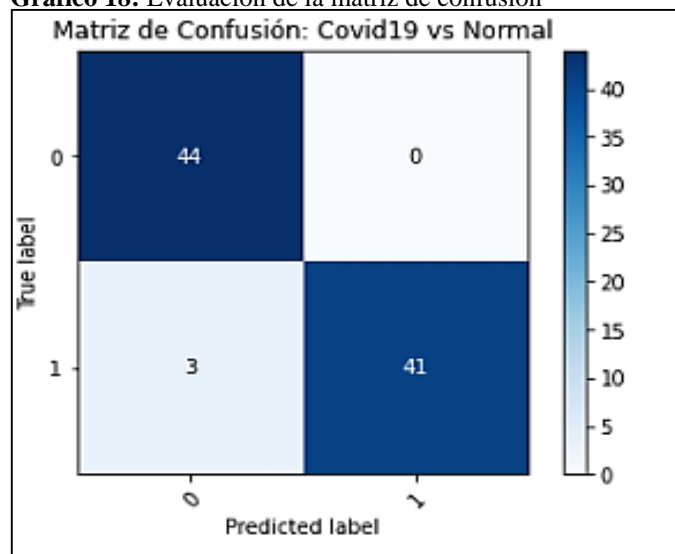
Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Dentro de la evaluación obtenidas en la fase de entrenamientos; el color amarillo hace referencia a la curva asociada al conjunto de datos de entrenamientos, mientras que las líneas azules hacen referencia a la muestra de validación de dicho modelo. El estado de las curvas transparentes representa la tendencia de curvas dispersas mencionadas anteriormente. Para obtener una comparación entre modelos distintos, se debe establecer rangos de visualización de los ejes de ordenadas para cada curva; la gráfica de precisión se trabaja en un intervalo de [0.9], mientras que el nivel de pérdida es de [0, 15].

13.19. Evaluación de la matriz de confusión

Para evaluar matriz de confusión tener en cuenta que el modelo tiene que estar previamente entrenado, lo cual este se almacenará en una variable llamada “modelo” que se representa en un formato de empaquetado H5, ya que permitirá medir los niveles de error en el conjunto de datos de testing. La matriz de confusión ejecutará el análisis entre los valores reales y los valores pronosticados elemento por elemento visualizado en una matriz de forma gráfica siendo su tamaño de 2X2.

Gráfico 18: Evaluación de la matriz de confusión



Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Como resultado obtenemos la lectura de los elementos entre el eje X y Y en valores de 0-1, lo cual el valor 44 significa que de los casos seleccionados para testing en 44 de los casos nuestro modelo pronostico un valor de 0, lo cual quiere decir que hizo un correcto pronostico. De la misma forma el valor 41 de 44 de los casos ha pronosticado como 1 cuando en realidad era 1 dentro del DataSet y el resultado es positivo. Dentro de la matriz de confusión también observamos que en 3 casos de 44 imágenes nuestro modelo pronostico como 0 cuando en realidad era 1, y de la misma forma en 0 casos pronostico como 1 cuando en realidad era 0 lo cual obtenemos las métricas de la matriz de confusión.

13.20. Resultado Obtenidos de la fase de pruebas de los modelos de inteligencia artificial CNN

Seleccionado los modelos cuya tasa de precisión es de manera elevada, se debe implementar en la aplicación que supone la culminación del aplicativo final. En esta fase se procede a evaluar

la calidad de la red neuronal desarrollada para la detección del COVID-19; pasada por el proceso de conversión y despliegue de los modelos en los servicios SaaS.

Tabla 11: Tasas de aprendizaje y cantidad en pasos

Métricas	Identificadores
Exactitud	96.59%
Sensitividad	93.18%
Especificidad	100.00%
Prevalencia	50.00%
AUCROC	96.59%

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 12: Resultados del Clasificador implementado en la nube

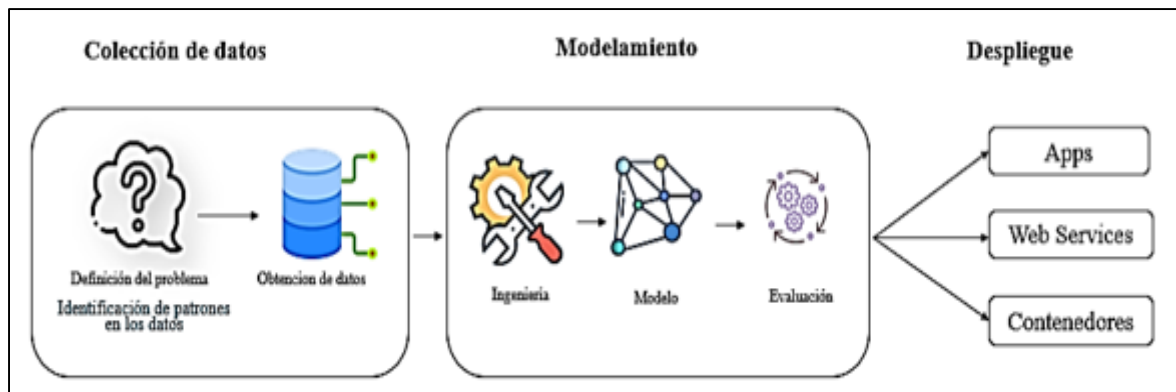
Argumentos	Precisión
“Covid Positivo”	95%
“Covid Negativo”	92%

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Dentro de los procesos de las evaluaciones métricas se encontrará con dos valores que son; pronósticos reales y valores pronosticados producto de haber pasado las 6000 imágenes al modelo evaluado y que él mismo ha pronosticado su resultado, esto se debe en su medición de efectividad mediante una matriz de comparación de resultados en la que los números están representados en enteros, estos se encuentran almacenados en variables de test y predicción. La aplicación de evaluaciones de modelos nos permitirá que la matriz logre determinar en donde el modelo se haya equivocado al predecir los argumentos y precisión del COVID-19, lo cual este tipo de análisis se puede aplicar en distintos procesos de testing e investigación en el desarrollo de modelos de inteligencia artificial; esto se debe también en que se puede aplicar mediante una matriz de confusión.

13.21. Despliegue del modelo de inteligencia artificial basado en deep learning

Una vez construido los modelos de deep learning para la predicción y clasificación del COVID-19 mediante rayos x, procederemos a que este modelo sea desplegado como uso compartido en tiempo real, por lo tanto, el modelo construido lo debemos trasladar a un ambiente de tipo nube que nos permita que otros usuarios o aplicaciones puedan hacer uso de este modelo mediante el flujo (End-to-End).

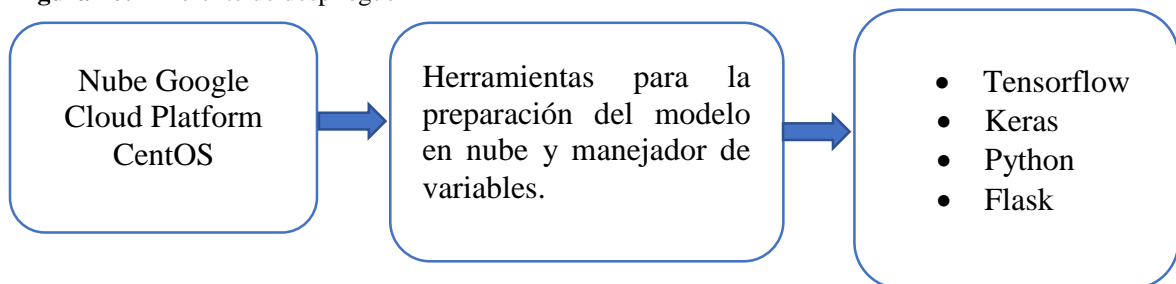
Gráfico 19: Flujo End-To-End

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Los modelos para la predicción y clasificación del COVID-19 recolecta los datos, en este caso las imágenes de rayos x; lo que se aplicaría un modelamiento que nos permite mediante una red neuronal DenseNet aplicando entrenamiento para obtener como resultado la ejecución del modelo construido; para que sea puesto en modo de producción, como servicio web en SaaS.

13.22. Ambiente de despliegue en CentOS

Preparado el modelo mediante el flujo (End-to-End) procede a que la inteligencia artificial sea almacenada en un software como servicio en nube SaaS, en este caso el modelo basado en inteligencia artificial para la clasificación y predicción del COVID-19 serán puestos en producción en los servicios de Google Cloud Platform.

Figura 10: Ambiente de despliegue

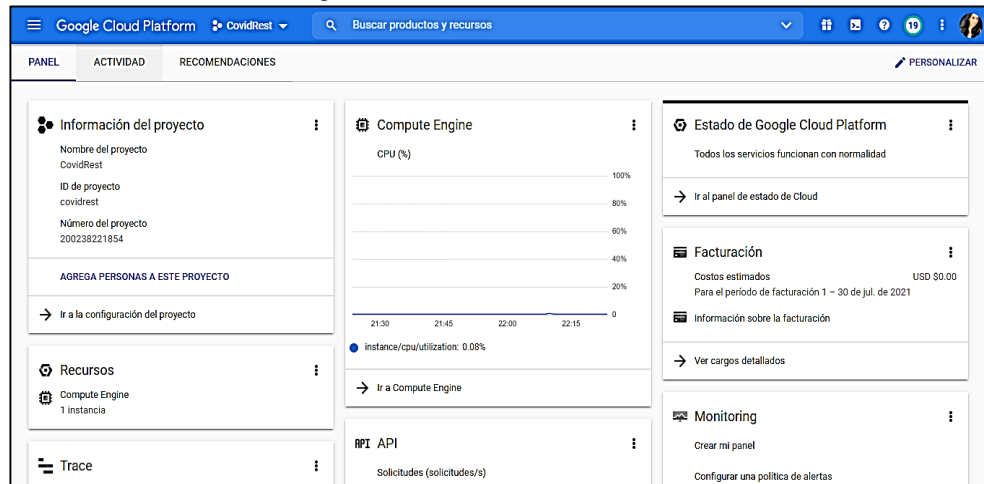
Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Para el correcto funcionamiento del sistema operativo y despliegue de los modelos de inteligencia artificial debemos instalar una serie de herramientas; lo cual nuestro modelo fue desarrollado en Python utilizando Tensorflow y Keras. Para implementar el web services aplicamos el uso de una API REST llamada Flask, nos permitirá ejecutar nuestros modelos mediante rutas físicas en un ambiente aislado de manejadores de variables.

13.23. Ambiente de despliegue en el servicio SaaS de Google Cloud Platform

Establecido el proceso de ambiente para el despliegue de los modelos de predicción, procederemos a configurar una máquina virtual dentro de los servicios de Google Cloud Platform, lo cual se prepara los entornos del sistema operativo y su configuración básica para que este se represente como compute Engine.

Gráfico 20: Consola de Google Cloud Platform



Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

13.24. Configuración VM de instancia CentOS

Configurado el ambiente se procede a crear un proyecto dentro de la consola de Google Cloud, para que la máquina se encuentre de forma operativa, lo cual se debe de tener en cuenta que las instancias creadas dentro de un servicio SaaS contienen varias opciones de configuración en base a las necesidades del rendimiento en nube lo cual son las siguientes:

- **Sistema Operativo:** Para el despliegue y almacenamiento de los modelos se optó por la máquina VM de CentOS 7, lo que nos permite dentro del proyecto de investigación obtener respuestas de los servicios de inteligencia artificial de manera más eficiente.
- **Núcleos de CPU:** Para la instancia VM de CentOS 7 se optó por aplicar la configuración n1-estándar-4, lo que se traduce al uso de 4 núcleos y 16 GB de memoria RAM.
- **Capacidad de Almacenamiento:** La capacidad dentro de una VM es de 10 GB, para la aplicación de nuestra máquina se aplicó un almacenamiento de 25 GB, lo que nos permitirá instalar de manera correcta los complementos para el almacenamiento de los modelos de inteligencia artificial.

Gráfico 21: Configuración de máquina virtual VM

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

13.25. Levantamiento del servicio de los modelos de inteligencia artificial en CentOS

Una vez configurada la máquina virtual y montada en el servicio SaaS en la nube, se ejecutan las variables de entorno y el levantamiento del servicio de los modelos de inteligencia artificial para la predicción del COVID-19 mediante rayos x a través de un entorno Shell o SHH, lo que nos permitirá mediante una variable de tipo DEV acceder a los modelos de formato H5.

Gráfico 22: Security Shell Protocolo SSH

```

maria_palacios9511@centos-7-1:~ - Google Chrome
ssh.cloud.google.com/projects/covidrest/zones/us-central1-a/instances/centos-7-1?authuser=1&hl=es_419&projectNumber=2002382...
Connected, host fingerprint: ssh-rsa 0 9B:A7:CD:33:7A:BD:F2:A5:71:FD:C1:60:ED:77
:F2:71:09:0B:1D:1B:FB:D9:B9:E2:DA:6E:11:D8:87:A0:7E:25
Last login: Fri Jul 30 12:23:49 2021 from 35.235.240.4
(base) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ conda activate DEV
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ ls -l
total 65148
drwxrwxr-x. 5 maria_palacios9511 maria_palacios9511    83 Jul 22 21:53 COVID19DEEPLARNING
drwxrwxr-x. 16 maria_palacios9511 maria_palacios9511   256 Jul 22 21:39 miniconda3
-rw-rw-r--. 1 maria_palacios9511 maria_palacios9511 66709754 Jul 22 21:37 Miniconda3-latest-Linux-x86_64.sh
drwxrwxr-x. 2 maria_palacios9511 maria_palacios9511    35 Jul 22 21:52 model
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ ls -l COVID19DEEPLARNING/scripts/
total 8
-rw-rw-r--. 1 maria_palacios9511 maria_palacios9511   551 Jul 22 21:53 model_loader.py
drwxrwxr-x. 2 maria_palacios9511 maria_palacios9511    41 Jul 22 22:05 pycache
-rw-rw-r--. 1 maria_palacios9511 maria_palacios9511  2880 Jul 22 21:53 service.py
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$

```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Una vez ingresado a la variable de entorno de tipo DEV procederemos a levantar los servicios mediante la verificación de los modelos de inteligencia artificial almacenados en la máquina virtual y procederemos a ejecutar el levantamiento del servicio dentro de la ruta mediante la sentencia `python service.py`; lo que nos permitirá llamar a `model loader` lo cual realiza la carga del backend de tensorflow en la reconstrucción del modelo construido en keras a partir del

modelo H5, lo cual automáticamente expondrá un servicio REST utilizando las librerías de flask al cual nuestro proyecto va acceder.

Gráfico 23: Security Shell Protocolo SSH del levantamiento del servicio

```

ssh.cloud.google.com/projects/covidrest/zones/us-central1-a/instances/centos-7-1?authuser=1&hl=es_419&projectNumber=2002382...
E2:71:09:0B:4D:1B:FB:D9:B9:E2:DA:6E:11:4D:87:A0:7E:25
Last login: Fri Jul 30 12:23:49 2021 from 35.235.240.4
(base) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ conda activate DEV
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ ls -l
total 65148
-rwxr-xr-x. 5 maria_palacios9511 maria_palacios9511 83 Jul 22 21:53 COVID19DEEPLARNING
-rwxr-xr-x. 16 maria_palacios9511 maria_palacios9511 256 Jul 22 21:39 miniconda3
-rw-rw-r--. 1 maria_palacios9511 maria_palacios9511 66709754 Jul 22 21:37 Miniconda3-latest-Linux-x86_64.sh
-rwxr-xr-x. 2 maria_palacios9511 maria_palacios9511 35 Jul 22 21:52 model
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ ls -l COVID19DEEPLARNING/scripts/
total 8
-rw-rw-r--. 1 maria_palacios9511 maria_palacios9511 551 Jul 22 21:53 model_loader.py
-rwxr-xr-x. 2 maria_palacios9511 maria_palacios9511 41 Jul 22 22:05 __pyscache__
-rw-rw-r--. 1 maria_palacios9511 maria_palacios9511 2880 Jul 22 21:53 service.py
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 ~]$ cd COVID19DEEPLARNING/scripts/
(DEV) [maria_palacios9511@centos-7-1 scripts]$ python service.py
Using TensorFlow backend.
Port recognized: 5000
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/tensorflow_core/python/ops/resource_variable_ops.py:1630: calling BaseResourceVariable.__init__ (from tensorflow.python.ops.resource_variable_ops) with constraint is deprecated and will be removed in a future version.
Instructions for updating:
If using Keras pass *constraint arguments to layers.
2021-07-31 04:21:38.304325: W tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:55] Could not load dynamic library 'libcuda.so.1'; dLError: libcuda.so.1: cannot open shared object file: No such file or directory
2021-07-31 04:21:38.304464: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_driver.cc:318] failed call to cuInit: UNKNOWN ERROR (303)
2021-07-31 04:21:38.304549: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:156] kernel driver does not appear to be running on this host (centos-7-1): /proc/driver/nvidia/version does not exist
2021-07-31 04:21:38.305301: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:142] Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to use: AVX2 FMA
2021-07-31 04:21:38.316579: I tensorflow/core/platform/profile_utils/cpu_utils.cc:94] CPU Frequency: 2299995000 Hz
2021-07-31 04:21:38.324221: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:168] XLA service 0x55bee906f0e0 initialized for platform Host (this does not guarantee that XLA will be used). Devices:
2021-07-31 04:21:38.324284: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176] StreamExecutor device (0): Host, Default Version
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/keras/backend/tensorflow_backend.py:4070: The name tf.nn.max_pool is deprecated. Please use tf.nn.max_pool2d instead.
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/keras/backend/tensorflow_backend.py:4074: The name tf.nn.avg_pool is deprecated. Please use tf.nn.avg_pool2d instead.

```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

13.26. Acceso de ruta física mediante REST API Flask de los modelos de inteligencia artificial

Realizada la carga y reconstrucción del modelo en keras, se procede de manera automática a exponer el servicio REST mediante flask al cual los hilos de comunicación van acceder mediante el entorno de variables configurados en la máquina virtual de CentOS en modo de producción reconocido como Serving Flask app; lo que menciona la ejecución del servicio mediante una ruta física predeterminada a una puerta de enlace `http://0.0.0.0:5000` como servidor en nube lo cual indica que se debe acceder por el puerto 5000 a los servicios para establecer la comunicación entre los modelos de inteligencia artificial y el aplicativo para la predicción del COVID-19 mediante rayos x.

Gráfico 24: Consola Shell del Serving flask app

```

Instructions for updating:
If using Keras pass * constraint arguments to layers.
2021-07-31 04:21:38.304325: W tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:55] Could not load dynamic
library 'libcuda.so.1'; dLError: libcuda.so.1: cannot open shared object file: No such file or directory
2021-07-31 04:21:38.304464: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_driver.cc:318] failed call to cuInit: UNKNOWN ER
ROR (303)
2021-07-31 04:21:38.304549: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:156] kernel driver does not appea
r to be running on this host (centos-7-1): /proc/driver/nvidia/version does not exist
2021-07-31 04:21:38.305301: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:142] Your CPU supports instructions tha
t this TensorFlow binary was not compiled to use: AVX2 FMA
2021-07-31 04:21:38.316579: I tensorflow/core/platform/profile_utils/cpu_utils.cc:94] CPU Frequency: 2299995000 Hz
2021-07-31 04:21:38.324221: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:168] XLA service 0x55bee906f0e0 initializ
ed for platform Host (this does not guarantee that XLA will be used). Devices:
2021-07-31 04:21:38.324284: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176] StreamExecutor device (0): Host, De
fault Version
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/keras/backend/tens
orflow_backend.py:4070: The name tf.nn.max_pool is deprecated. Please use tf.nn.max_pool2d instead.
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/keras/backend/tens
orflow_backend.py:4074: The name tf.nn.avg_pool is deprecated. Please use tf.nn.avg_pool2d instead.
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/tensorflow_core/py
thon/ops/nn_impl.py:183: where (from tensorflow.python.ops.array_ops) is deprecated and will be removed in a future
version.
Instructions for updating:
Use tf.where in 2.0, which has the same broadcast rule as np.where
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/miniconda3/envs/DEV/lib/python3.6/site-packages/keras/backend/tens
orflow_backend.py:422: The name tf.global_variables is deprecated. Please use tf.compat.v1.global_variables instea
d.
Modelo cargado de disco << <keras.engine.sequential.Sequential object at 0x7fe4bb40a4e0>
WARNING:tensorflow:From /home/maria_palacios9511/COVID19DEEPLARNING/scripts/model_loader.py:18: The name tf.get_de
fault_graph is deprecated. Please use tf.compat.v1.get_default_graph instead.

* Serving Flask app 'service' (lazy loading)
* Environment: production
  WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
  Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: off
* Running on all addresses.
  WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
* Running on http://10.128.0.2:5000/ (Press CTRL+C to quit)

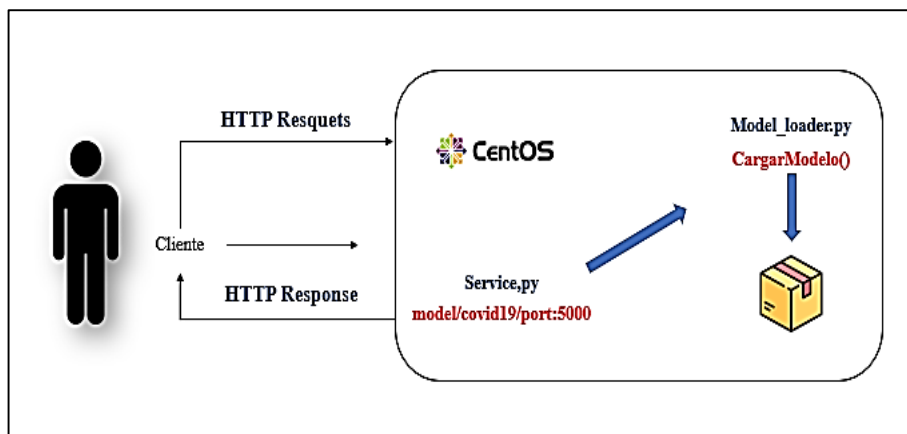
```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

13.27. Disponibilización de servicio web mediante REST API en modelos de Deep Learning

Para la Disponibilización del servicio web se implementan los scripts de carga de la ruta física en el archivo model_loader.py, ya que el proceso que ejecuta es al activar la ruta del puerto físico en la aplicación complementada por la entrada 5000 conectándose a su vez con el script model_loader, el cual recibe la carga del modelo covid19_model_full.h5 que contiene todo el paquete la inteligencia artificial.

Gráfico 25: Servicio web en CentOS



Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

En la definición de métodos en base al modelo de inteligencia artificial en la programación agregamos por defecto la clase CargarModelo(), lo cual nos devuelve un modelo en keras cargado a partir del archivo H5. Para cargar el modelo a partir del archivo H5 lo que se aplica es el uso de un método de keras llamado load_model para que ejecute la carga RNA desde el disco en la nube.

Comunicándose entre rutas mediante path relativos en donde se encuentra ese archivo lo que nos devuelve el modelo cargado en base al retorno de objeto mediante la variable graph que va contener referencias de keras para poder recargar los modelos de inteligencia artificial utilizando treads o hilos de comunicación.

Gráfico 26: Métodos en base al modelo de inteligencia artificial

```
# Desarrollado por Palacios Maria Belen y Ayleen Tomala

# -----
# Cargando modelo de disco
# -----
import tensorflow as tf
from keras.models import load_model

def cargarModelo():

    FILENAME_MODEL_TO_LOAD = "covid19_model_full.h5"
    MODEL_PATH = "../..model"

    # Cargar La RNA desde disco
    loaded_model = load_model(MODEL_PATH + "/" +
    FILENAME_MODEL_TO_LOAD)
    print("Modelo cargado de disco << ", loaded_model)

    graph = tf.get_default_graph()
    return loaded_model, graph
```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Una vez definida la clase para cargar los modelos en base al archivo donde se representa como covid19_model_full.h5, procedemos a desarrollar la definición la cual mediante la importación de la librería de Flask para la ejecución de los treads en una REST API nos permitirá cargar el modelo en el aplicativo mediante una ruta como servicio activo; tomará el número de puerto la cual se define por defecto como puerta de enlace port:5000.

Gráfico 27: Treads de comunicación REST API

```

#Import Flask
from flask import Flask, request, jsonify, redirect
from flask_cors import CORS

#Import Keras
from keras.preprocessing import image

#Import python files
import numpy as np

import requests
import json
import os
from werkzeug.utils import secure_filename
from model_loader import cargarModelo

UPLOAD_FOLDER = '../images/uploads'
ALLOWED_EXTENSIONS = set(['png', 'jpg', 'jpeg'])

port = int(os.getenv('PORT', 5000))
print ("Port recognized: ", port)

```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Para inicializar el servicio mediante programación, se aplica la definición de las variables globales para contener los modelos de inteligencia artificial dentro de `loaded_model` y `graph`, ya que el valor de ambas variables van hacer del método `cargarModelo()` que se definió en los anteriores scripts y lo tenemos importado a la clase del servicio. Por lo tanto, se está llamando a los otros métodos del script lo cual guardan su resultado en las respectivas variables mediante la validación de archivos para ser procesados con sus respectivas extensiones permitidas.

Gráfico 28: Variables globales de validación

```

app = Flask(__name__)
CORS(app)
global loaded_model, graph
loaded_model, graph = cargarModelo()
app.config['UPLOAD_FOLDER'] = UPLOAD_FOLDER

def allowed_file(filename):
    return '.' in filename and filename.rsplit('.', 1)[1]
    .lower() in ALLOWED_EXTENSIONS

```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Inicializado el servicio procedemos a establecer una ruta de comunicación mediante la REST API, para que el servicio acceda a la carpeta o ruta definida llamada `/model/covid19/` como IP publica y su puerto 5000 mediante los métodos de GET y POST.

Gráfico 29: Referencias de ruta

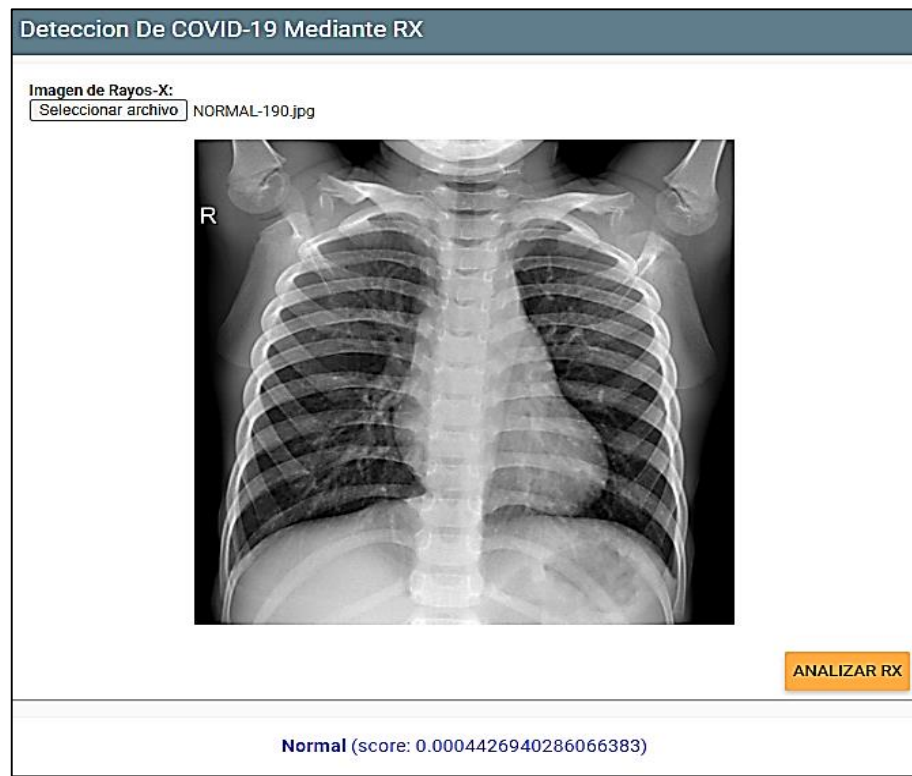
```

@app.route('/model/covid19/', methods=['GET', 'POST'])
def default():
    data = {"success": False}
    if request.method == "POST":
        if 'file' not in request.files:
            print('No file part')
        file = request.files['file']
        if file.filename == '':
            print('No selected file')
        if file and allowed_file(file.filename):
            filename = secure_filename(file.filename)
            file.save(os.path.join(app.config[
'UPLOAD_FOLDER'], filename))
            filename = UPLOAD_FOLDER + '/' + filename
            print("\nfilename:", filename)
            image_to_predict = image.load_img(filename,
target_size=(224, 224))
            test_image = image.img_to_array
(image_to_predict)
            test_image = np.expand_dims(test_image, axis
= 0)
            test_image = test_image.astype('float32')
            test_image /= 255
            with graph.as_default():
                result = loaded_model.predict
(test_image)[0][0]

```

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

Establecidos los procesos de comunicación entre los servicios SaaS de Google Cloud y los modelos almacenados y ejecutados dentro del sistema operativo CentOS como servidor, procedemos a construir un componente HTML que interactúe con el servicio web para enviar las imágenes y recibir la predicción de las mismas mediante las librerías de Angular y Ajax para poder llamar al servicio web mediante la IP; donde se encuentran alojados los modelos de inteligencia artificial mediante ruta física

Gráfico 30: Aplicativo para la predicción de COVID-19 Positivo y Negativo

Fuente: Realizado por las investigadoras (2021)

14. IMPACTO DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación como desarrollo tecnológico genera un gran impacto a nivel del uso de la inteligencia artificial basada en los modelos de deep learning aplicados en la medicina, generando gran importancia a través del uso de un software para la para la predicción del COVID-19 mediante imágenes de rayos x, esta aplicación brindará soluciones a las entidades médicas, educativas y de quienes adopten dicha solución; lo cual es un proyecto open source.

15. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 13: Presupuesto del proyecto

RECURSOS			
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Sistemas electrónicos			
Laptop	1	400,00	400,00
Internet	6 meses	22,00	132,00
Sub- total			532,00
Software			
Google Cloud	24 meses	80,00	1920,00
Sistema Operativo CentosOs Cloud	24 meses	32,65	783,60
Visual Studio Code	1	00,00	00,00
Angular Framework	1	00,00	00,00
Google Colab	1	00,00	00,00
Sub-total			2703,60
Gastos Indirectos			
Transporte	30 días	2	60,00
Alimentación	30 días	2	60,00
Sub-total			120,00
TOTAL		3,355.60	

Elaborado por: Las Investigadoras

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

16.1. Conclusiones

- Mediante la indagación del proyecto de investigación y material bibliográfico sobre las redes neuronales convolucionales y modelos de deep learning permitió aplicar el desarrollo de la inteligencia artificial, obteniendo resultados esperados del proceso de entrenamiento para que dichas redes neuronales sean implementadas en el aplicativo web.
- Los modelos deep learning basados en la construcción de redes neuronales convolucionales permitieron obtener los patrones de construcción bajo el número de

pixeles establecidos en la programación de dicha red; ya que cada capa cumple con la función de clasificación de la imagen de las radiografías y a esto adicionamos el mapeo de extracción de características como el tamaño espacial de datos y la obtención de información mediante la entrada y salida de datos de la red neuronal.

- Mediante los modelos deep learning basados en las redes convolucionales desarrolladas e implementadas en la aplicación web, logramos realizar la evaluación y los tiempos de respuesta de las peticiones; lo cual se obtuvo resultados de manera óptima.

16.2. Recomendaciones

- Es importante generar identificaciones de aspectos que median en la clasificación de imágenes de tipo radiografía de rayos x en el área médica, ya que permitirá que dentro del proceso de desarrollo de software obtengamos las técnicas de inteligencia artificial y metodología que apliquemos al desarrollo del modelo IA.
- En las redes neuronales convolucionales de clasificación de imágenes se debe tener en cuenta que los niveles de distancia focal se aplican en detecciones más precisas y para ello es necesario gestionar la base de datos de los datasets de manera adecuada con un gran volumen de información como parte del proceso de desarrollo.
- En el desarrollo de futuras investigaciones aplicadas a la inteligencia artificial en el campo de la medicina se recomienda aplicar entrenamientos de redes neuronales en aprendizaje no supervisado; para así evitar fragilidades en la recolección de determinados patrones.

17. BIBLIOGRAFIA

- Huang, K. (2007). Application of artificial neural network for detecting Phalaenopsis seedling diseases using color and texture features. *Computers and Electronics in agriculture*, 3-11.
- Keras Team. (18 de Noviembre de 2020). Keras: the Python deep learning API. Obtenido de <https://keras.io/?fbclid=IwAR1MRgTu1cqj7T3Ao5uN9yKRxKtgvPQzZi9TKe2rgWFhrTRUPRaNh3UpcFc>
- Martínez, J., & De Guevara, L. (2017). *Fundamentos de programación en Java*. EM. Obtenido de <https://www.tesuva.edu.co/phocadownloadpap/Fundamentos%20de%20programacion%20en%20Java.pdf>
- Nagar, S. (2018). *Python*. Springer, Cham.
- Prieto, A. (2012). Desarrollan un sistema informático que ayuda al diagnóstico precoz del Alzheimer. Obtenido de [www.saludymedicina.org: http://www.saludymedicina.org/web/ventana_del_paciente/desarrollan-un-sistemainformatico-que-ayuda-al-diagnostico-precoz-del-alzheimer](http://www.saludymedicina.org/web/ventana_del_paciente/desarrollan-un-sistemainformatico-que-ayuda-al-diagnostico-precoz-del-alzheimer)
- Wilmer H. R. y J. F. (2007). Análisis y Supervisión de la Señal Cardíaca con Transmisión. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica*, 151-156.
- Contreras, E. O. (2011). Implementación de una Red Neuronal para la Detección de eventos de Apneas-Bradycardias en Neonatos. *Maestría en ingeniería Biomédica - Universidad Simón Bolívar*.
- Moreno Villamil, E. (-M. (S.F.). *Un Modelo Para Diagnostico De Pielonefritis Aguda En Niños Basados En Redes Neuronales: Un Acercamiento Al Futuro De Las Herramientas De Apoyo En El Diagnostico Clínico*. 24th International 91 Congress Of Pediatrics Cancun, Mexico August 15 – 20, 2004 Research Paper. Universidad de El Bosque, Fundación Cardioinfantil.
- Méndez, D. G. (2008). *Modelado y Simulación del comportamiento Neurológico del Tracto Urinario Inferior. Sistema de Ayuda al diagnóstico*. Tesis Doctoral Universidad de Alicante. Departamento de Tecnología informática y Computación.
- Arrabales, R. (2016). *Deep Learning: qué es y por qué va a ser una tecnología clave en el futuro de la inteligencia artificial*. 01-05-2021, de Xataka Sitio web:

<https://www.xataka.com/robotica-e-ia/deep-learning-que-es-y-por-que-va-a-ser-una-tecnologia-clave-en-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial>

- Estampé,N.. (2020). ¿Cuál es la diferencia entre el machine learning y el deep learning?. 01-05-2021, de biSmart Sitio web: <https://blog.bismart.com/es/diferencia-machine-learning-deep-learning>
- Amara, Bouaziz, & Algergawy, 2017. (2020). Inteligencia Artificial, el as bajo la manga contra el Covid-19. 01-05-2021, de Universidad Internacional Del Ecuador Sitio web: <https://www.uide.edu.ec/inteligencia-artificial-el-as-bajo-la-manga-contra-el-covid-19/>
- Marqués, F. (2019). ¿Qué son los servicios en la nube?. 01-05-2021, de CliniCloud Sitio web: <https://clinic-cloud.com/blog/servicios-en-la-nube-tipos-ejemplos/#:~:text=Los%20servicios%20en%20Internet> .
- Benito,A.(2019). servicios que existen dentro del cloud computing en las empresas. 01-05-2021, de viaFirma Sitio web: <https://www.viafirma.com/blog-xnoccio/es/tipos-servicios-cloud-computing-empresas/>
- Richardson P et al. Baricitinib as potential treatment for 2019-nCoV acute respiratory disease - The Lancet. 2020; 395(10223): PE30-PE31. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30304-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30304-4)
- Ohannessian R, Duong TA Odone A. Global Telemedicine Implementation and Integration Within Health Systems to Fight the COVID-19 Pandemic: A Call to Action. JMIR Public Health Surveill. 2020;6(2):e18810. DOI: 10.2196/18810.
- Diaz,F., & Toro,A.(2019). SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia.Colombia: bvsalud.<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/05/1096519/covid-19.pdf>
- Google. (2018). Google Cloud. 02-05-2021, de Google Sitio web: <https://cloud.google.com/docs/overview?hl=es>
- Alborno, A. (2019). Amazon Web Services. 02-05-2021, de tic.Portal Sitio web: <https://www.ticportal.es/temas/cloud-computing/amazon-web-services>
- Microsoft. (2019). Azure Cloud. 02-05-2021, de Microsoft Sitio web: https://azure.microsoft.com/esmx/free/search/?&ef_id=CjwKCAjwm7mEBhBsEiwA_of

- Deyimar,A. (2020). Que es angular. 02-05-2021, de Hostinger Sitio web:
<https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-angular>

18. ANEXOS

Anexo 1: Curriculum Vitae Docente tutor MSc. Cusco Vinueza Víctor

HOJA DE VIDA

1. DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: Víctor Alfonso Cusco Vinueza
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 180464775-6
FECHA DE NACIMIENTO: 14 de marzo de 1991
ESTADO CIVIL: Casado
DIRECCIÓN: La Península – Ambato
TELÉFONO: 022491211 - 0998869267
E-MAIL: cuscovictor@gmail.com



2. FORMACIÓN ACADÉMICA

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Colegio Nacional Técnico Cayambe
ESTUDIOS SUPERIORES: Universidad Técnica de Ambato
ESTUDIOS SUPERIORES: Universidad Técnica de Cotopaxi

3. TÍTULOS

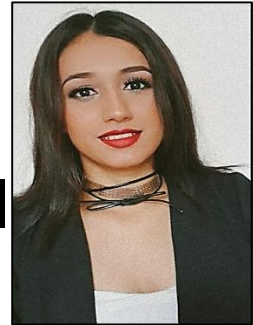
PREGRADO: Ingeniero en Sistemas Computacionales e Informáticos
POSGRADO: Magister en Sistemas de Información

4. EXPERIENCIA LABORAL

Prácticas Pre-profesionales como asistente del departamento de sistemas en la Constructora Alvarado S.A. de la ciudad de Ambato.
Prácticas Pre-profesionales como asistente del departamento de Informática en la empresa INAVECA de la ciudad de Ambato.
Operador de Escáner, en el Consejo Nacional Electoral delegación provincial Tungurahua, elecciones generales, primera y segunda vuelta (Enero – Abril 2017).
Analista de Sistemas / Soporte en sitio, PepsiCo Alimentos Ecuador CIA. LTDA (Mayo – Agosto 2017).
Analista de Sistemas / Soporte técnico INAMES (Agosto – Diciembre 2017).
Analista de Sistemas / Soporte técnico Help Desk, AKROSCORP / Consejo Provincial de Pichicha (Enero – Junio 2018).
Analista de Sistemas / Soporte técnico Help Desk, GALA IMPORTACIONES (Octubre – Diciembre 2018).
Docente capacitador en el Instituto SECAP Ambato.
Analista de Sistemas / Soporte técnico y manejo de ERP, Andes TI.
Analista de soporte N1 / Sonda del Ecuador – Petroecuador.

Anexo 2: Curriculum Vitae Autora Palacios María Belén

CURRICULUM VITAE



INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres y Apellidos:	María Belén Palacios De La Cruz
Cédula de Identidad:	125024951-1
Lugar y fecha de nacimiento:	Sto. Domingo Tsáchilas/17-09-1996
Estado Civil:	Soltera
Tipo de Sangre:	A-
Domicilio:	Valencia - Cantón Valencia
Teléfonos:	0992569612
Correo electrónico:	maria.palacios9511@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

- Primer Nivel:** Escuela de Educación Básica “Víctor Manuel Rendón”
- Segundo Nivel:** Unidad Educativa “Cuidad De Valencia”
- Tercer Nivel:** Universidad Técnica De Cotopaxi- Extensión La Maná

TÍTULOS

- Bachiller Ciencias de Comercio y Administración

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Certificación Suficiencia en el Idioma Inglés

EXPERIENCIA LABORAL

- **2015 TIENDAS INDUSTRIALES ASOCIADAS S.A**
Cargo: Cajera

REFERENCIAS PERSONALES

- Ing. María Angelica De La Cruz Fuentes, Jefa de Almacén TIA S.A. Valencia, Telf. 0982257491
- Verónica Del Carmen Enríquez Villafuerte, Telf. 0982631365

Anexo 3: Curriculum Vitae Autora Tomalá Ayleen

CURRICULUM VITAE



INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos:	Ayleen Dayana Tomalá Pinargote
Cédula de Identidad:	1205532623
Lugar y fecha de nacimiento:	Quevedo, 6 de Abril de 1997
Estado Civil:	Soltera
Tipo de Sangre:	A+
Domicilio:	San Camilo Argentina y Unidad Nacional
Teléfonos:	0979943371
Correo electrónico:	ayleen.tomala2623@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

- Primer Nivel:** Escuela de Educación Básica “Nuestra Sra. de Fátima”
- Segundo Nivel:** Unidad Educativa “República del Ecuador”
- Tercer Nivel:** Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

TITULOS

- Bachiller en Contabilidad y Administración

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

REFERENCIAS PERSONALES

- Ing. ANGEL ROSADO NUÑEZ
Teléfono: 0990762442 **E-mail:** fabricio_rosado_n@hotmail.com
- Ing. DEYSI DAZA PINARGOTE
Teléfono: 0986519052 **E-mail:** mariadazapi@hotmail.es

Anexo 4: Formato de la encuesta realizada a las clínicas privadas y a la población del cantón La Maná



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN - LA MANÁ**

**ENCUESTA DIRIGIDA A MÉDICOS ESPECIALISTAS Y CIUDADANIA EN
GENERAL**

Instrucciones:

En los siguientes enunciados responda según su criterio y marque con una (X).

1.- ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial al área médica?

Si No

2.- ¿Ha escuchado sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina?

Sí No

3.- ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas tecnológicas?

Buena Regular Mala

4.- ¿Conoce usted sobre servicios web que scanean rayos X para detectar el nivel de afectación pulmonar por el COVID-19?

Sí No

5.- ¿Considera usted que se implemente una aplicación web con inteligencia artificial para la detección del nivel de afectación pulmonar por el COVID-19 mediante radiografía?

Sí No

Anexo 5: Resultados de la tabulación de los datos de la encuesta

TABLA DE ENCUESTAS

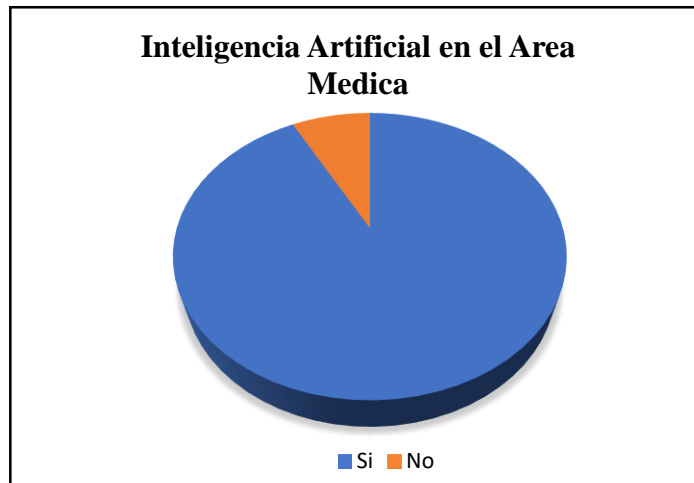
1. ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial al área médica?

Tabla 14: Tabulación pregunta No 1

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	83	65%
No	7	35%
TOTAL	90	100%

Elaborado Por: Las Investigadoras

Gráfico: Tabulación pregunta N° 1



Fuente: Encuesta

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 65% menciona que si es necesario aplicar inteligencia artificial en el área médica para poder realizar detección de enfermedades; mientras que el 35% manifiesta que no es necesario aplicar inteligencia artificial en la medicina. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población está de acuerdo que se implemente soluciones basadas en inteligencia artificial en el área médica, lo que determina la importancia de su aplicación.

2. ¿Ha escuchado sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina?

Tabla 15: Tabulación pregunta No 2

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	31	35%
No	59	65%
TOTAL	90	100%

Elaborado Por: Las Investigadoras

Gráfico: Tabulación pregunta N° 2



Fuente: Encuesta

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 35% menciona que ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina; mientras que el 65% manifiesta que no ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones web orientadas a la medicina. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran desconocimiento de la población sobre tecnologías aplicadas en base a los aplicativos webs.

3. ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas tecnológicas?

Tabla 16: Tabulación pregunta No 3

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Buena	60	77%
Regular	29	22%
Mala	1	1%
TOTAL	90	100%

Elaborado Por: Las Investigadoras

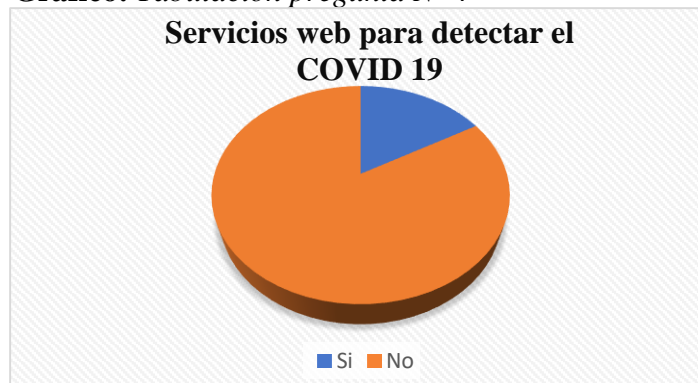
Gráfico: Tabulación pregunta N° 3**Fuente:** Encuesta

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 77% menciona que su experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad es buena; el 22% manifiesta que su experiencia con el uso de las herramientas tecnológicas fue regular; mientras el 1% manifiesta que su experiencia fue mala. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran avance en el uso e implementación de las herramientas tecnológicas en la actualidad.

4. ¿Conoce usted sobre servicios web que scanean rayos X para detectar el nivel de afectación pulmonar por el COVID-19?

Tabla 17: Tabulación pregunta No 4

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	43%
No	75	57%
TOTAL	90	100%

Elaborado Por: Las Investigadoras**Gráfico: Tabulación pregunta N° 4****Fuente:** Encuesta

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 43% menciona que conoce sobre los servicios en la nube que realizan detección del COVID-19 mediante herramientas tecnológicas; mientras el 57% manifiesta su desconocimiento sobre los servicios en nube para detección del nivel del COVID-19. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran desconocimiento sobre el uso de servicios y aplicativos webs basados scanear rayos X para detectar el nivel de afectación pulmonar por el COVID-19, lo cual se debe tener en cuenta que se debe capacitar a la población sobre el uso de herramientas TICS; lo cual es de gran importancia su uso en la actualidad.

5. ¿Considera usted que se implemente una aplicación web con inteligencia artificial para la detección del nivel de afectación pulmonar por el COVID-19 mediante radiografía?

Tabla 18: Tabulación pregunta No 5

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	68	57%
No	22	43%
TOTAL	90	100%

Elaborado Por: Las Investigadoras

Gráfico: Tabulación pregunta N° 5



Fuente: Encuesta

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 57% menciona que está de acuerdo en la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la detección del nivel de afectación pulmonar del COVID-19 mediante radiografía; mientras el 43% manifiesta que no es necesario la implementación de dicha solución. Tras conocer los resultados

esto refleja que es necesario implementar una solución de inteligencia artificial mediante un aplicativo web para la detección del nivel de afectación pulmonar del COVID-19, dirigido a la sociedad para el uso del mismo.

Anexo 6: Formato de la entrevista Aplicada



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN - LA MANÁ

Entrevistadores: Palacios De La Cruz María Belén y Tomalá Pinargote Ayleen Dayana

Entrevistado: Dr. Freddy Sevillano

Cargo: Medico

Lugar: La Maná

1.- ¿Desde su perspectiva, como influye la tecnología aplicada a la medicina?

.....

2.- ¿Cuál importante es la inteligencia artificial en el área médica?

.....

3.- ¿En la actualidad es necesario realizar análisis de resultados de una determinada enfermedad?

.....

4.- ¿Se debe tener en cuenta la evolución del COVID-19 antes de ser analizado por procesos de inteligencia artificial?

.....

5.- ¿Las aplicaciones web para la detección del COVID-19 serán de gran importancia?

.....

Anexo 7: Entrevista realizada al Dr. Freddy Sevillano

Descripción: Socialización al médico Freddy Sevillano con el tema “Implementación De Una Aplicación Web Para El Reconocimiento De Patrones De Diagnóstico Del COVID 19 En Rayos X Mediante Una Red Neuronal Convolutiva Para La Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná.”.

Anexo 8: Encuesta aplicada al personal médico hospital del IEES

Descripción: Socialización de la encuesta aplicada al personal médico sobre los procesos analizados con inteligencia artificial en la actualidad.

Anexo 9: Encuesta realizada a los jóvenes del cantón La Maná



Descripción: Encuesta realizada a un grupo de jóvenes mediante la aplicación de un cuestionario, lo cual aborda preguntas como; sobre la implementación de la inteligencia artificial en la medicina y si consideran que es necesario implementar una solución de inteligencia artificial para la detección del nivel de afectación pulmonar por el COVID-19 mediante radiografía.

Anexo 10: Importación de Tensorflow

```
Importacion Tensorflow 1.x:
%tensorflow_version 1.x
TensorFlow 1.x selected.

Montando Google Drive:
[ ] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount, call drive.mount("/content/drive", force_remount=True).
```

Descripción: Importación de librerías de TensorFlow en el entorno de Google Colab.

Anexo 11: Visualización de imágenes a través de la base de datos.

```

Visualizando imágenes de la base de datos:

[ ] import os
import shutil
import glob
import numpy as np
from random import randrange

from keras.preprocessing import image
import matplotlib.pyplot as plt

# Folder del proyecto
project_folder = "/content/drive/MyDrive/covid-rx-proyecto"

files_train_covid19 = glob.glob(project_folder+"/dataset/train/covid19/*.jpg")
files_test_covid19 = glob.glob(project_folder+"/dataset/test/covid19/*.jpg")
files_train_normal = glob.glob(project_folder+"/dataset/train/normal/*.jpg")
files_test_normal = glob.glob(project_folder+"/dataset/test/normal/*.jpg")

# Obteniendo imágenes al azar de cada folder
file_train_covid19 = files_train_covid19[randrange(len(files_train_covid19))]
image_train_covid19 = image.load_img(file_train_covid19)

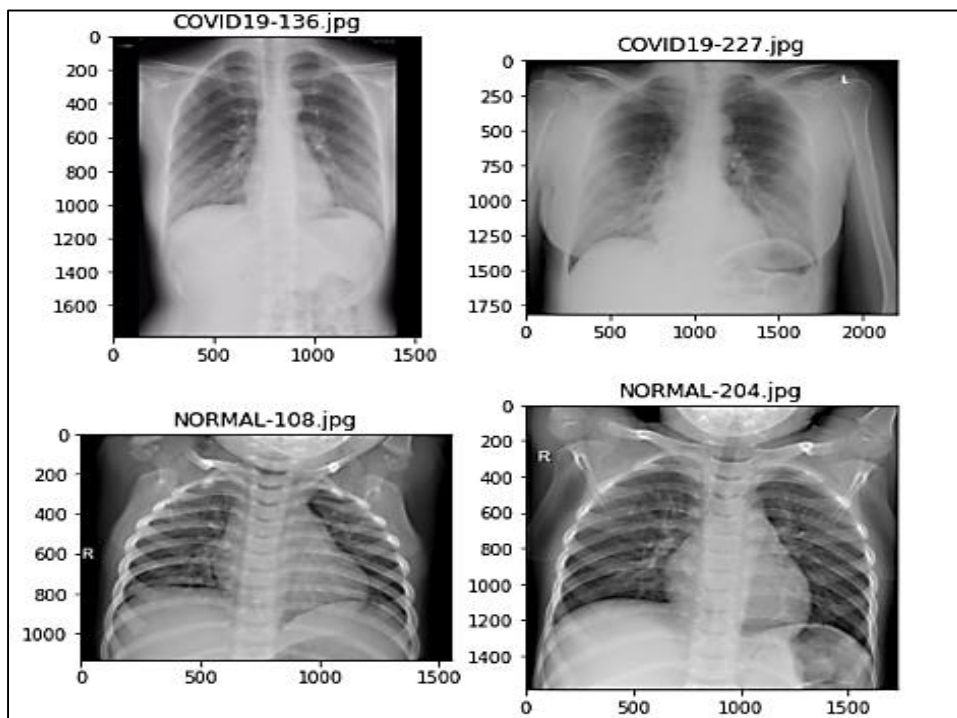
file_test_covid19 = files_test_covid19[randrange(len(files_test_covid19))]
image_test_covid19 = image.load_img(file_test_covid19)

file_train_normal = files_train_normal[randrange(len(files_train_normal))]
image_train_normal = image.load_img(file_train_normal)

```

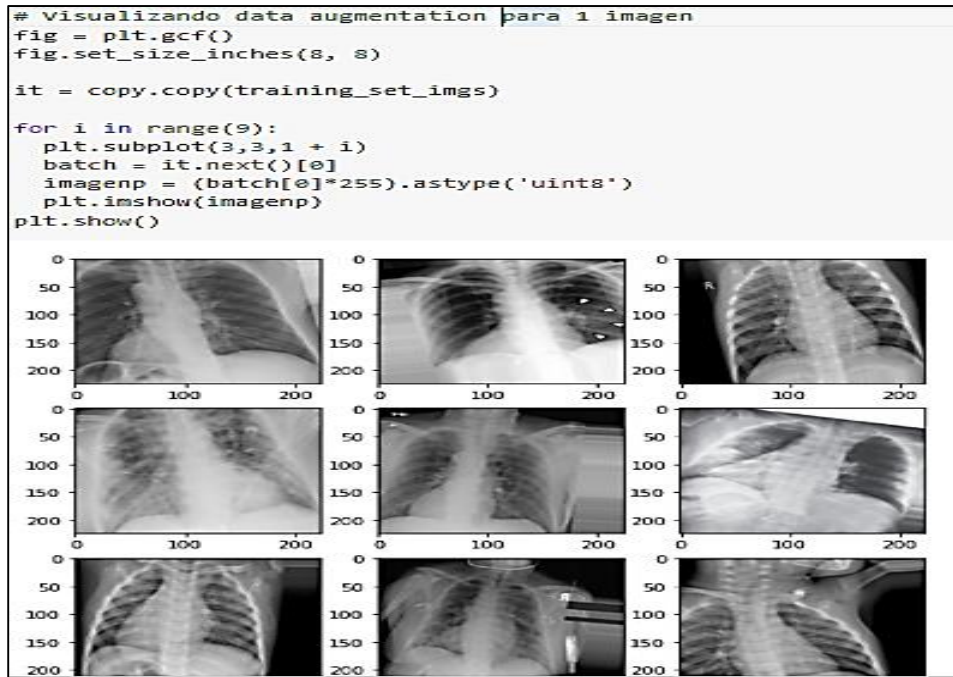
Descripción: Datasets de las imágenes en formato jpg lo cual contienen la estructura image_train_covid19 en base a los resultados positivos y negativos.

Anexo 12: Obtención de la respuesta del backend de tensorflow.



Descripción: Respuesta del servidor al momento de obtener las imágenes de tipo radiografías para la detección del COVID-19 antes de llevar el proceso de entrenamiento.

Anexo 13: Mostrando los resultados de la base de datos mediante la aplicación de dataAugmentation.



Descripción: Respuesta del servidor en la obtención de la base de datos de las imágenes mediante la aplicación de la técnica DataAugmentation para la multiplicación de patrones infectados por COVID-19 de manera al azar.

Anexo 14: Base de datos sin aplicar la técnica de DataAugmentation.

```
Cargar dataset TEST sin aplicar Data Augmentation:

# Data Normalization
datagen_test = ImageDataGenerator(rescale=1.0/255.0)

# Leer imagenes del folder dataset/train
testing_set_imgs = datagen_test.flow_from_directory(project_folder+"/dataset/test",
                                                    target_size = (img_width, img_height),
                                                    class_mode = 'binary',
                                                    classes = ['normal','covid19'],
                                                    batch_size = batch_size,
                                                    shuffle=False)

# Mostrando resultados
num_imgs_testing = len(testing_set_imgs.filesnames)

print("\n")
print("Núm. de imgs TEST:", num_imgs_testing)
print("Classes:", testing_set_imgs.class_indices)
print("Núm. Classes [0]:", np.sum(testing_set_imgs.labels == 0, axis=0))
print("Núm. Classes [1]:", np.sum(testing_set_imgs.labels == 1, axis=0))

Found 88 images belonging to 2 classes.

Núm. de imgs TEST: 88
Classes: {'normal': 0, 'covid19': 1}
Núm. Classes [0]: 44
Núm. Classes [1]: 44
```

Descripción: Numero de imágenes obtenidas del servidor lo cual no se aplicó la técnica de DataAugmentation lo cual su representación es en base numérica.

Anexo 15: Implementación de modelos DenseNet entrenados antes del entrenamiento manual.

Cargar Modelo pre-entrenado DenseNet:

```
# DenseNet https://keras.io/api/applications/densenet/
# https://towardsdatascience.com/paper-review-densenet-densely-connected-convolutional-networks-acf9065dfefb
from keras.applications import DenseNet201
# ResNet https://keras.io/api/applications/resnet/
# from keras.applications import ResNet152V2

# Cargando modelo DenseNet
pretrained_model = DenseNet201(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=(img_width, img_height, 3))
pretrained_model.summary();
```

conv5_block26_0_bn (BatchNormal (None, 7, 7, 1696))	0	conv5_block26_concat[0][0]
conv5_block26_0_relu (Activatio (None, 7, 7, 1696))	0	conv5_block26_bn[0][0]
conv5_block26_1_conv (Conv2D) (None, 7, 7, 128)	217088	conv5_block26_0_relu[0][0]
conv5_block26_1_bn (BatchNormal (None, 7, 7, 128))	512	conv5_block26_1_conv[0][0]
conv5_block26_1_relu (Activatio (None, 7, 7, 128))	0	conv5_block26_1_bn[0][0]
conv5_block26_2_conv (Conv2D) (None, 7, 7, 32)	36864	conv5_block26_1_relu[0][0]
conv5_block26_concat (Concatena (None, 7, 7, 1728))	0	conv5_block25_concat[0][0]
conv5_block27_0_bn (BatchNormal (None, 7, 7, 1728))	6912	conv5_block26_2_conv[0][0]
conv5_block27_0_relu (Activatio (None, 7, 7, 1728))	0	conv5_block26_concat[0][0]
		conv5_block27_0_bn[0][0]

Descripción: Aplicación de librerías pre entrenadas para el previo entrenamiento manual de los modelos de inteligencia artificial para la detección del COVID-19.

Anexo 16: Implementación de parámetros de extracción.

Congelar (freeze) los params en el Feature Extractor:

```
for layer in pretrained_model.layers:
    layer.trainable = False

pretrained_model.summary();
```

conv5_block29_1_relu (Activatio (None, 7, 7, 128))	0	conv5_block29_1_bn[0][0]
conv5_block29_2_conv (Conv2D) (None, 7, 7, 32)	36864	conv5_block29_1_relu[0][0]
conv5_block29_concat (Concatena (None, 7, 7, 1824))	0	conv5_block28_concat[0][0]
		conv5_block29_2_conv[0][0]
conv5_block30_0_bn (BatchNormal (None, 7, 7, 1824))	7296	conv5_block29_concat[0][0]
conv5_block30_0_relu (Activatio (None, 7, 7, 1824))	0	conv5_block30_0_bn[0][0]

Descripción: Aplicación de extracción para la implementación de bloques convblock dentro del modelo de inteligencia artificial.

Anexo 17: Agregando clasificador manual propio previo al entrenamiento de las redes neuronales convolucionales.

```
# Clasificador propio
model.add(GlobalAveragePooling2D()) # GlobalAveragePooling2D
model.add(Dense(1000, activation='relu'))
model.add(Dropout(rate=0.2))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

print("Arquitectura final:")
model.summary()
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
densenet201 (Model)	(None, 7, 7, 1920)	18321984
global_average_pooling2d_1 ((None, 1920)	0
dense_1 (Dense)	(None, 1000)	1921000
dropout_1 (Dropout)	(None, 1000)	0
dense_2 (Dense)	(None, 1)	1001

```
Total params: 20,243,985
Trainable params: 1,922,001
Non-trainable params: 18,321,984
```

Descripción: Aplicación de extracción para la implementación de bloques convblock dentro del modelo de inteligencia artificial.

Anexo 18: Compilación de la red neuronal convolucional

```
Compilar la Red Neuronal Convolucional:
```

```
from keras.optimizers import SGD
from keras.optimizers import Adam

opt = SGD(lr=0.008, momentum=0.9)
# opt = Adam(lr=0.008, beta_1=0.9, beta_2=0.999)

# COMPILANDO la Red Neuronal Convolucional
model.compile(optimizer=opt, loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])
```

```
WARNING:tensorflow:From /tensorflow-1.15.2/python3.7/tensorflow_core/python/ops/nn_impl.py:183
Instructions for updating:
Use tf.where in 2.0, which has the same broadcast rule as np.where
```

Descripción: Implementación de librerías para la ejecución de los ciclos de entrenamiento de las redes neuronales convolucionales.

Anexo 19: Entrenamiento de la red neuronal convolucional

```

%%time

epochs= 120

# Entrenar
history = model.fit_generator(training_set_imgs,
                              epochs=epochs,
                              steps_per_epoch=np.ceil(num_imgs_training/batch_size),
                              validation_data=testing_set_imgs,
                              validation_steps=np.ceil(num_imgs_testing/batch_size))

... WARNING:tensorflow:From /tensorflow-1.15.2/python3.7/keras/backend/tensorflow_backend.py:422: The name tf.global_variables is deprecated. Ple

Epoch 1/120
9/9 [=====] - 33s 4s/step - loss: 0.4944 - accuracy: 0.7812 - val_loss: 0.2586 - val_accuracy: 0.9773
Epoch 2/120
9/9 [=====] - 5s 591ms/step - loss: 0.1581 - accuracy: 0.9631 - val_loss: 0.0766 - val_accuracy: 0.9773
Epoch 3/120
9/9 [=====] - 15s 2s/step - loss: 0.1025 - accuracy: 0.9744 - val_loss: 0.1784 - val_accuracy: 0.9545
Epoch 4/120
9/9 [=====] - 15s 2s/step - loss: 0.0713 - accuracy: 0.9744 - val_loss: 0.1985 - val_accuracy: 0.9318
Epoch 5/120
9/9 [=====] - 15s 2s/step - loss: 0.0578 - accuracy: 0.9830 - val_loss: 0.1203 - val_accuracy: 0.9659
Epoch 6/120
1/9 [=>>.....] - ETA: 8s - loss: 0.0235 - accuracy: 1.0000

```

Descripción: Código en ejecución dentro del proceso de entrenamiento lo cual definirá la precisión de la red neuronal convolucional al momento de clasificar tanto el COVID-19 positivo como negativo.

Anexo 20: Guardando la red neuronal artificial en disco

```

[ ] # Guardando Arquitectura y Pesos como archivos diferentes
model_json = model.to_json()
with open(project_folder + "/output/covid19_model_config.json","w") as json_file:
    json_file.write(model_json)

model.save_weights(project_folder + "/output/covid19_model_weights.h5")
print("Modelo guardado en disco ...")

[ ] # Guardando como un único archivo
model.save(project_folder + "/output/covid19_model_full.h5")
print("Modelo guardado en disco ...")

```

Descripción: Procedimiento de división de código para guardar el archivo de arquitectura, lo cual se aplica una división bajo el método JSON en base a modelos model_json para escribir archivos en ruta y proceder a guardar los pesos a partir del modelo mediante los parámetros como único archivo full.h5.

Anexo 21: Predicciones de la red neuronal artificial

```

# Procesando la imagen
test_image = image.img_to_array(image_to_predict) # Imagen como NumPy array
test_image = np.expand_dims(test_image, axis = 0) # Reshaping de (w,h,c) --> (1,w,h,c)
test_image = test_image.astype('float32') # Valores de [0-255] --> [0.0-255.0]
test_image /= 255 # Valores en [0.0-1.0]

# Prediction
output = loaded_model.predict(test_image)[0][0]
print(output)

# Resultados
prediction = 1 if (output >= THRESHOLD) else 0

CLASSES = ['Normal', 'Covid19+']

ClassPred = CLASSES[prediction]
ClassProb = output

print("Pedicción:", ClassPred)
print("Prob: {:.2%}".format(ClassProb))

```

Descripción: Utilizamos el modelo que utilizamos en disco h5.full basándonos con imágenes totalmente nuevas que no pertenezcan al training ni al test, ya que debemos cargar los modelos en la nube, lo cual este modelo cargado realizara su pronóstico en base a la respuesta de las redes neuronales como COVID Positivo o Normal.

Anexo 22: Respuesta de predicciones en el servidor Centos7

```

* Serving Flask app 'service' (lazy loading)
* Environment: production
  WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
  Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: off
* Running on all addresses.
  WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
* Running on http://10.128.0.2:5000/ (Press CTRL+C to quit)
131.196.60.117 - - [20/Jul/2021 23:53:23] "GET / HTTP/1.1" 200 -
131.196.60.117 - - [20/Jul/2021 23:53:24] "GET /favicon.ico HTTP/1.1" 404 -

filename: ../images/uploads/COVID19-006.jpg
Pedicción: Normal
Prob: 36.37%
45.71.37.86 - - [20/Jul/2021 23:57:18] "POST //model/covid19/ HTTP/1.1" 200 -

filename: ../images/uploads/COVID19-005.jpg
Pedicción: Covid19+
Prob: 88.49%
45.71.37.86 - - [20/Jul/2021 23:57:59] "POST //model/covid19/ HTTP/1.1" 200 -

filename: ../images/uploads/COVID19-005.jpg
Pedicción: Covid19+
Prob: 88.49%
45.71.37.86 - - [20/Jul/2021 23:58:09] "POST //model/covid19/ HTTP/1.1" 200 -

filename: ../images/uploads/COVID19-006.jpg
Pedicción: Normal
Prob: 36.37%
45.71.37.86 - - [21/Jul/2021 00:05:56] "POST //model/covid19/ HTTP/1.1" 200 -

filename: ../images/uploads/COVID19-002.jpg
Pedicción: Covid19+
Prob: 52.73%
45.71.37.86 - - [21/Jul/2021 00:06:43] "POST //model/covid19/ HTTP/1.1" 200 -

```

Anexo 23: Instalación del aplicativo para la predicción del COVID-19, en el departamento médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.



Anexo 24: Certificación de instalación del aplicativo.

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



DISPENSARIO
MÉDICO
LA MANÁ

La Mana, 30 de Julio del 2021

CERTIFICACIÓN

El suscrito Dra. Mónica López Huayamabe Médico de Bienestar Universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, Certifico que la Srta. Palacios De La Cruz María Belén, con cedula de identidad N° 125024951-1 y la Srta. Tomalá Pinargote Ayleen Dayana , con cedula de identidad N° 120553262-3 estudiantes de decimo ciclo de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, desarrollaron el proyecto de tesis con el tema, "IMPLEMENTACION DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DIAGNOSTICO DEL COVID 19 EN RAYOS X MEDIANTE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ", el mismo que cumple con todos los parámetros establecidos en su aplicación.

ATENTAMENTE

"POR LA VINCULACION DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO"

Dra. Mónica López Huayamabe
Dra. R. Mónica López H.
C.I. 0910-72693
FOLIO 2-123-1231



Dra. Mónica López Huayamabe

Médico de Bienestar Universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Extensión- La Maná

Anexo 25: Manual de usuario.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES

**MANUAL DE USUARIO PARA EL USO DEL APLICATIVO PARA LA
DETECCION DEL COVID 19 MEDIANTE RAYOS X**

Versión 1.0

AUTORAS:

Palacios De La Cruz María Belén
Tomalá Pinargote Ayleen Dayana

TUTOR:

Ing. MSc. Cusco Vinueza Víctor

LA MANÁ – ECUADOR

AGOSTO 2021

MANUAL DE USUARIO

Objetivo

Otorgar el soporte necesario a los usuarios del aplicativo, teniendo el control de sus funcionalidades.

Requerimientos del sistema

- Navegador Web (Google Chrome o Mozilla Firefox).
- 4GB de memoria RAM.
- Conexión a internet.

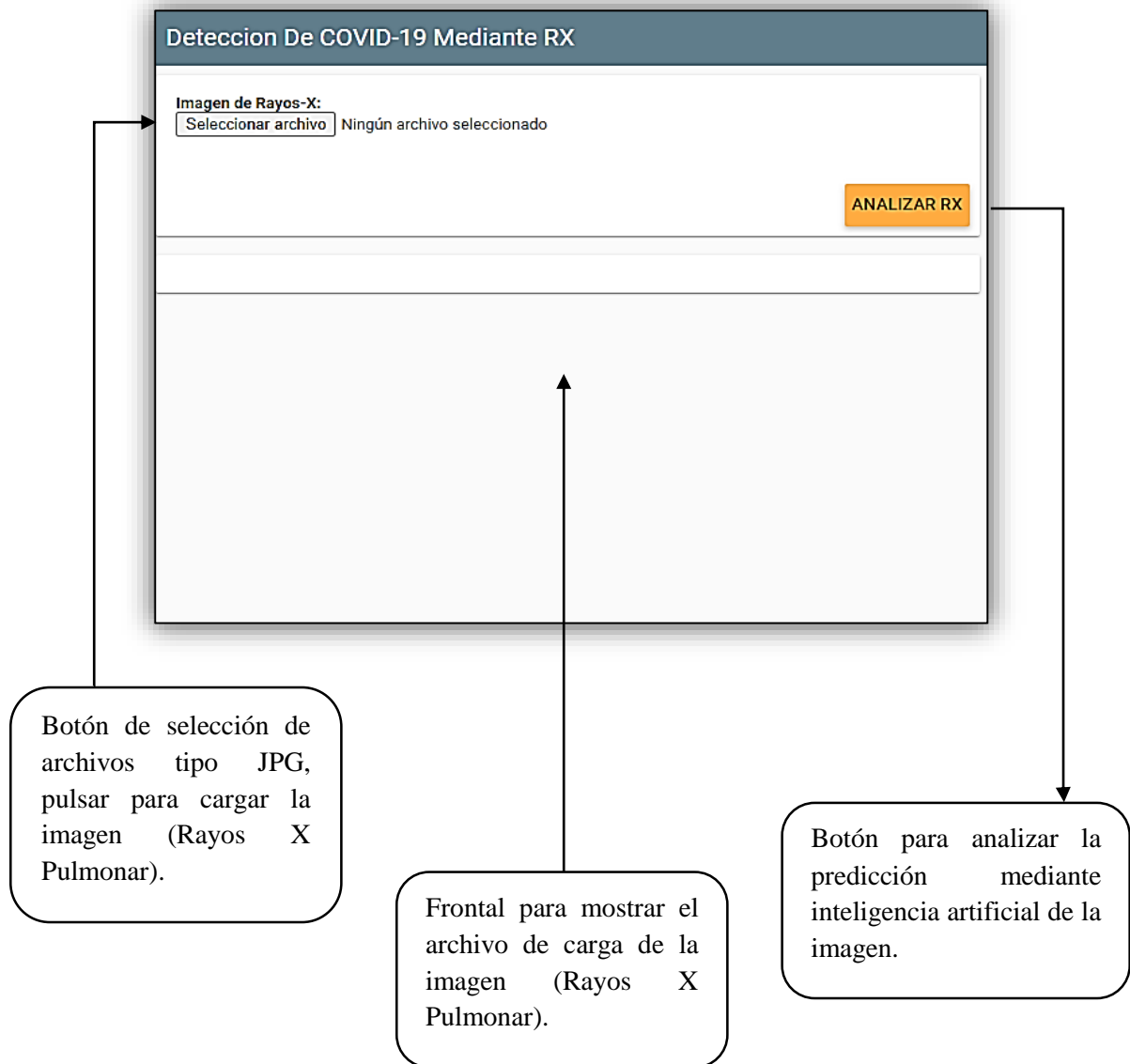
Opciones del aplicativo

El presente manual de usuario contempla la secuencia de uso de la siguiente manera:

1. FrontEnd de la aplicación web.
2. Botón de insertar Rayos X.
3. Carga de imagen en el FrontEnd de la aplicación.
4. Predicción Positiva del COVID-19
5. Predicción Negativa del COVID-19

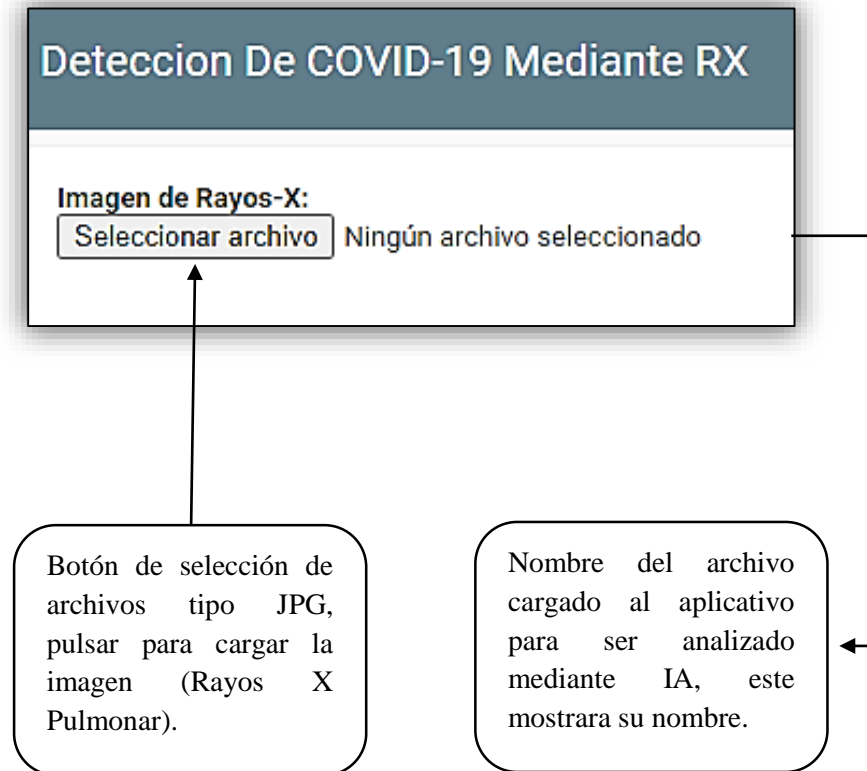
FrontEnd de la aplicación web

El FrontEnd de la aplicación web para la detección del COVID-19 nos permitirá de manera sencilla ingresar archivos JPG haciendo referencia a una imagen (Rayos X) del paciente afectado por dicha enfermedad.



Carga de imagen en el FrontEnd de la aplicación

Nos permitirá activar la ruta de carga de un archivo, en este caso es una imagen de Rayos X, lo cual va ser analizada mediante los modelos de inteligencia artificial mediante las peticiones de tipo archivo GET, obteniendo la ruta desde el computador y ser cargada en el aplicativo web.

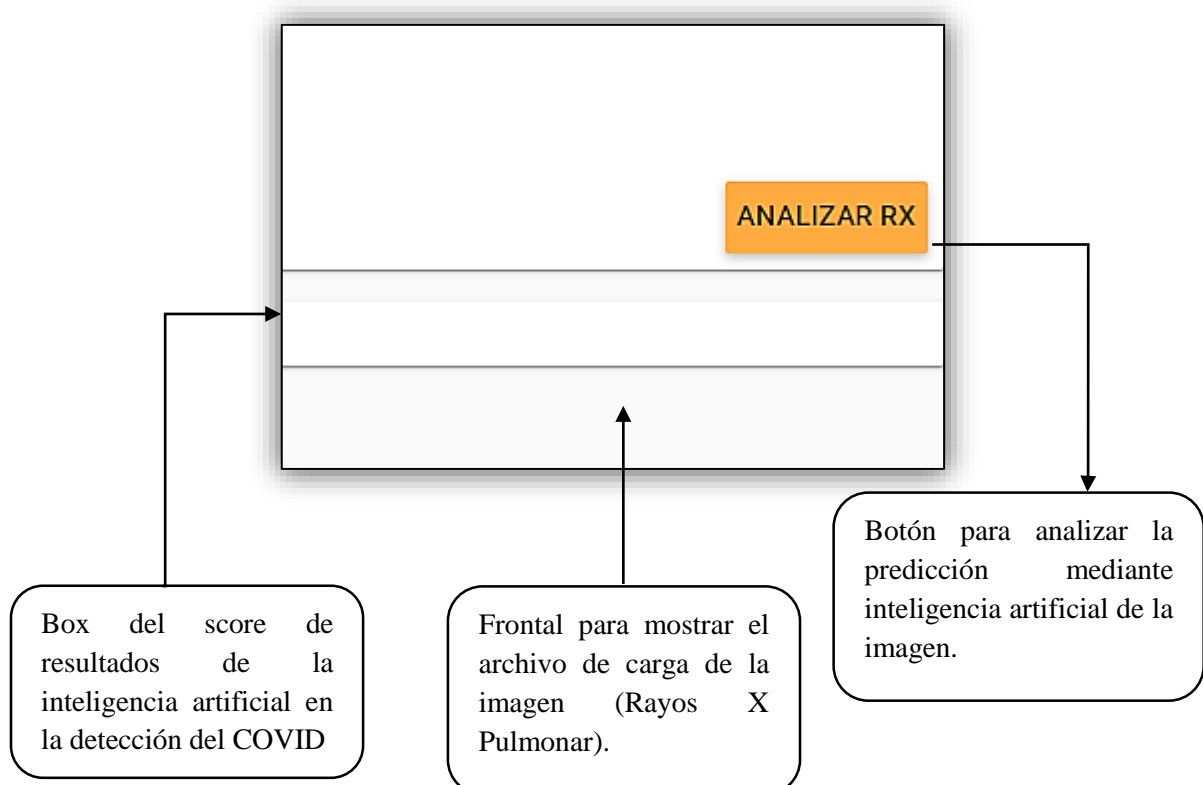


Botón de insertar Rayos X

El botón de predicción nos permite analizar los resultados que muestra la inteligencia artificial al procesar determinada imagen en base al proceso de peticiones mediante la conexión de servidores y servicios en la nube como CentOS OS7 y la plataforma de Google Cloud, estos servicios serán parte de la comunicación REST API de la consola de la nube y el empaquetado de la inteligencia artificial para así mostrar dichos resultados tanto como Covid positivo y negativo.

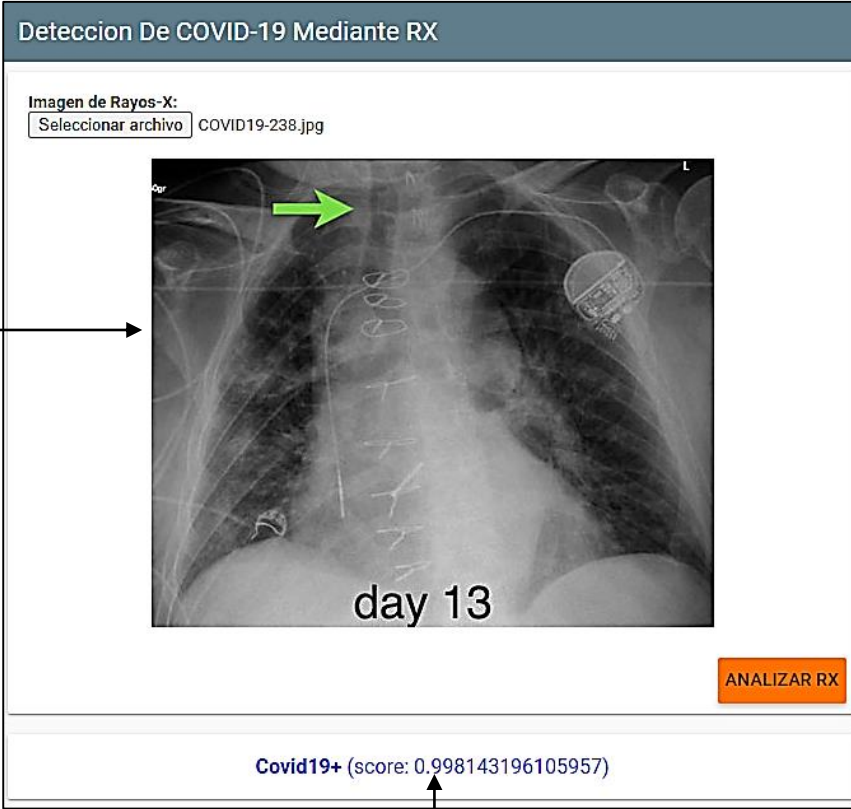
Puntos a considerar:

- Tiempo de respuesta de la predicción depende de la conexión del internet.
- Las imágenes admitidas en el siguiente formato son JPG.
- El tamaño de la imagen variara ya se debe obtener recorte automatizado dentro del proceso de lectura.



Predicción Positiva del COVID-19

La predicción positiva nos indicara los resultados de la inteligencia artificial sobre la imagen, en este aspecto es un anexo de tipo Rayos X lo cual va ser sometida a la detección de los modelos predictivos y mostrar el score del resultado si es Covid Positivo.



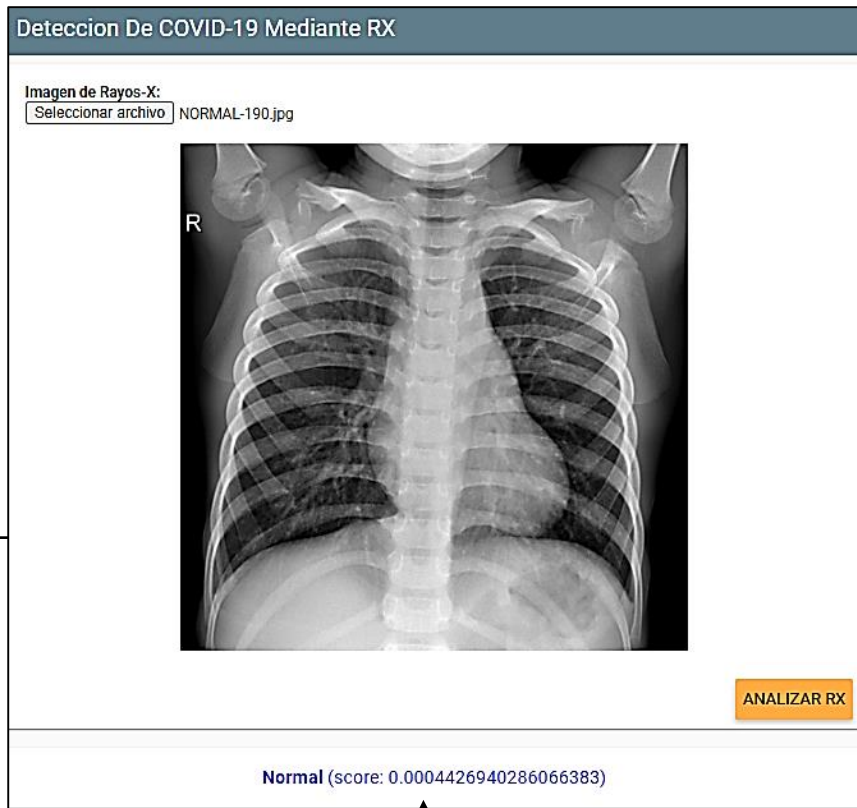
The screenshot displays a web interface titled "Deteccion De COVID-19 Mediante RX". It features a file upload section labeled "Imagen de Rayos-X:" with a "Seleccionar archivo" button and the filename "COVID19-238.jpg". The main area shows a chest X-ray image with a green arrow pointing to a specific area in the upper lung field. The text "day 13" is overlaid at the bottom of the image. An orange button labeled "ANALIZAR RX" is positioned at the bottom right of the image area. Below the image, the prediction result is shown as "Covid19+ (score: 0.998143196105957)".

Rayos X procesado por la inteligencia artificial predictiva, lo que permite obtener los resultados del COVID positivo.

Box del score de resultados de la inteligencia artificial en la detección del COVID positivo.

Predicción Negativa (Normal) del COVID-19

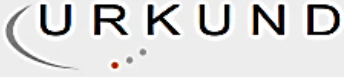
La predicción negativa o estado pulmonar normal nos indicara los resultados de la inteligencia artificial sobre la imagen, en este aspecto es un anexo de tipo Rayos X lo cual va ser sometida a la detección de los modelos predictivos y mostrar el score del resultado si es Covid Negativo.



Rayos X procesado por la inteligencia artificial predictiva, lo que permite obtener los resultados del COVID negativo.

Box del score de resultados de la inteligencia artificial en la detección del COVID negativo.

19. CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PALACIOS MARÍA-TOMALÁ AYLEEN.docx (D111688627)
Submitted: 8/26/2021 3:14:00 AM
Submitted By: johnny.bajana@utc.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

PDF - BUSTAMANTE MARIA - GARCIA MARIA.pdf (D97756071)
thesis.pdf (D54440310)
<https://lahrs.org/necesaria-reorganizacion-de-los-servicios-de-electrofisiologia-ante-la-pandemia-de-covid-19/>
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7289/1/UTC-PIM-000300.pdf>

Instances where selected sources appear:

4