



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS
DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES
EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES
ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE 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.

AUTORES:

Tuarez Vega Rosa Johanna

Vera Pizanan Richard Nixon

TUTOR:

Ing. MSc. Johnny Xavier Bajaña Zajia

**LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2022**

DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Nosotros Tuarez Vega Rosa Johanna y Vera Pizanan Richard Nixon, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, siendo el Ing. MSc. Johnny Xavier Bajaña Zajia, 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.

Tuarez Vega Rosa Johanna
C.I: 0503601007

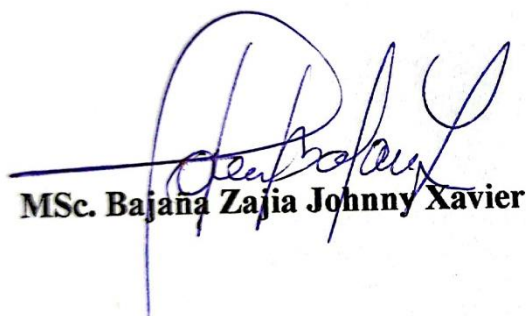
Vera Pizanan Richard Nixon
C.I: 1250061981

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ", de Tuarez Vega Rosa Johanna y Vera Pizanan Richard Nixon 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, 2 de febrero del 2022



MSc. Bajana Zajia Johnny Xavier

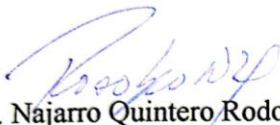
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


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: TUAREZ VEGA ROSA JOHANNA y VERA PIZANAN RICHARD NIXON con el título de Proyecto de Investigación “DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE 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.

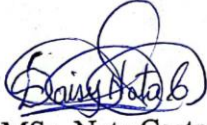
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 4 de Abril del 2022

Para constancia firman:


Ing. MSc. Najarro Quintero Rodolfo
C.I: 1725234569
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. MSc. Chicaiza Angamarca Doris Karina
C.I: 0502986508
LECTOR 2 (DELEGADO)


Ing. MSc. Nata Castro Daisy Judith
C.I: 1205124082
LECTOR 3 (SECRETARIA)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme de disfrutar de mi familia, agradecer a mis pilares fundamentales de mi vida en el apoyo académico. A mi padrastro Robert Zamora y a mi mamá Gladys Pizanan por su esfuerzo y apoyo incondicional, a mi hermana Milena Zamora por su paciencia en todo momento en este proceso académico como profesional en el servicio de la patria, por ustedes; ¡Gracias!

Richard

Gracias a Dios por protegerme y estar conmigo en cada paso que doy, por haber puesto en mi camino personas incondicionales en mi vida. A mis padres Jorge Enrique Figueroa Obando y Rosa Alfida Vega.; por su apoyo incondicional, a mis hermanas Paola Vélez y Arlena Vélez; muchas gracias por haberme apoyado en todo momento, a mi esposo Edison Carrasco por mi formación profesional y a mis hijas Allisson Carrasco y Keily Carrasco por la paciencia y a ver estado pendiente en cada paso que doy. ¡A ustedes, Gracias!

Johanna

DEDICATORIA

A Dios por ser la guía y dotarme de inteligencia, paciencia y esfuerzo, a mi padrastro Robert Zamora por su apoyo en todos estos años de mi vida, a mi madre Gladys Pizanan por su paciencia convirtiéndose en el pilar fundamental en mi formación disciplinaria, moral y ética, a mis hermanos Alberto Intriago y Milena Zamora por su confianza prestada, a mi vida Judith Arboleda, gracias por tu cariño y amor en todo momento; siendo uno de mis motivos para culminar la meta; A Mireya Arboleda por compartir los buenos y malos momentos conmigo, por su confianza prestada a cada instante, esto es dedicado para ti ¡Un fuerte abrazo a la distancia querida!. A la Universidad Técnica de Cotopaxi donde adquirí grandes conocimientos para ser excelente profesional en conjunto con los docentes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales ¡Este proyecto investigativo es por ustedes!

Richard

La realización de este proyecto de investigación lo dedico a la familia Figueroa, a mis padres Jorge Enrique Figueroa Obando y Rosa Alfida Vega que siempre estuvieron pendientes en mi formación académica, a mis hermanas Paola Vélez y Arlena Vélez por el apoyo, a mis hijas Allisson Carrasco y Keily Carrasco por su paciencia, A la Universidad Técnica de Cotopaxi donde forje el camino hacer profesional en conjunto con los docentes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, por guiarnos hacia una educación de calidad y excelencia al servicio de nuestra patria.

Johanna

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA CIYA

TÍTULO: “DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MEDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”

Autores:

Tuarez Vega Rosa Johanna

Vera Pizanan Richard Nixon

RESUMEN

La implementación y desarrollo de modelos basados en Deep Learning aplicados en el ámbito biomédico está obteniendo éxito en varios aspectos de la medicina, esto incluye la detección de enfermedades en el ser humano, para este alcance se requiere una correcta evaluación de procesos. Sin embargo, existe una gran variedad de enfermedades que causan cáncer; una de ellas *la infección cancerígena de los alveolos pulmonares*, lo cual se reproduce con mayor intensidad en la estructura orgánica pulmonar cuando existe una gran concentración de estas células cancerígenas. La presente investigación tiene como objetivo determinar la detección del cáncer pulmonar mediante su posicionamiento a través de imágenes *DICOM (Estándar De Transmisión De Imágenes)*. El desarrollo de un software biomédico con despliegue de modelos deep learning permitió la detección cancerígena en la evaluación del diagnóstico, aplicando el uso de métricas espaciales de imagenología como formato de intercambio de imágenes en la obtención de información y tratado especial mediante tamizaje y aplicación de gamma en escalas grises; complementando con el uso de entornos Matlab GUI basados en el lenguaje de programación de cálculo, permitiendo así implementar modelos artificiales y espectros de visión artificial computarizada como complementos en el tratado de cada imagen, obteniendo así los resultados esperados en base al posicionamiento y detección del cáncer en los pulmones.

Palabras claves: DEEP LEARNING, BIOMÉDICO, CÁNCER, ALVEOLOS, DICOM, GAMMA.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”

Authors:

Tuarez Vega Rosa Johanna

Vera Pizanan Richard Nixon

ABSTRACT

The implementation and development of models based on Deep Learning applied in the biomedical field is obtaining success in several aspects of medicine, this includes the detection of diseases in humans, for this scope a correct evaluation of the processes is required. However, there is a wide variety of diseases that cause cancer; one of them is the carcinogenic infection of the pulmonary alveoli, which reproduces with greater intensity in the pulmonary organic structure when there is a large concentration of these cancer cells. The present research aims to determine the detection of lung cancer through its positioning through DICOM (Image Transmission Standard) images. The development of biomedical software with the deployment of deep learning models allowed cancer detection in the evaluation of the diagnosis, applying the use of spatial image metrics as an image exchange format in obtaining information and special treatment through screening and application of gamma in grayscales; complementing with the use of MATLAB GUI environments based on the calculation programming language, thus allowing to implement artificial models and spectra of computerized artificial vision as complements in the treatment of each image, therefore obtaining the expected results based on the positioning and detection of cancer in the lungs.

Keywords: DEEP LEARNING, BIOMEDICAL, CANCER, ALVEOLI, DICOM, GAMMA.

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: **“DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”** presentado por: **Tuarez Vega Rosa Johanna y Vera Pizanan Richard Nixon**, egresados 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, Marzo del 2022

Atentamente,

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5



ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORIA.....	ii
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 FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
5.1. Formulación del problema.....	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivo general.....	6
6.2. Objetivos específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. MARCO CONCEPTUAL.....	8
8.1. Antecedentes de la investigación.....	8
8.2. Bioinformática.....	9
8.3. Biomédica.....	9

8.4.	Áreas donde se aplica la biomédica	10
8.5.	Oncología	11
8.5.1.	Tumor pulmonar.....	11
8.5.2.	Tipos histológicos	12
8.5.3.	Fibrosis pulmonar.....	12
8.5.4.	Causas de la fibrosis pulmonar.....	13
8.5.5.	Factores ocupacionales y ambientales.....	13
8.5.6.	Tratamientos con radiación	13
8.5.7.	Factores de riesgo.....	14
8.6.	Estructura del cáncer pulmonar	15
8.6.1.	Característica anatómica	15
8.6.2.	Patogenia	15
8.6.3.	Cambios morfológicos	15
8.6.4.	Carcinomas no microcíticos	16
8.6.5.	Adenocarcinoma pulmonar	16
8.6.6.	Carcinoma de células grandes	16
8.6.7.	Fases del tumor pulmonar	16
8.6.8.	Tumor primario	16
8.6.9.	Ganglios linfáticos locales (N).....	17
8.6.10.	Metástasis a distancia (M).....	18
8.7.	Inteligencia artificial	18
8.8.	Deep Learning	18
8.9.	Tipos de aprendizaje automático en inteligencia artificial.....	19
8.9.1.	Aprendizaje supervisado	19
8.9.2.	Aprendizaje no supervisado	20
8.9.3.	Aprendizaje semi-supervisado	20
8.9.4.	Aprendizaje por refuerzo.....	21

8.10.	Inteligencia artificial aplicada a la detección de tumores pulmonares.....	21
8.11.	Imágenes DICOM	22
8.11.1.	Fichero DICOM	23
8.11.2.	Preámbulo identificativo del fichero DICOM.....	23
8.12.	Modelo de imagen espectral.....	24
8.12.1.	Pre-Procesamiento de imagen	24
8.12.2.	Segmentación	25
8.12.3.	Extracción de características de imagen.....	25
8.12.4.	Descripción de contorno de extracción de imagen.....	26
8.12.5.	Descripción por región de extracción de imagen	26
8.13.	Matlab.....	26
8.13.1.	Características de Matlab	26
8.13.2.	Matlab GUI	27
8.14.	Axes2pix.....	27
8.15.	Imcrop.....	28
8.16.	Imcontrast	29
8.17.	Imdistline	30
8.18.	Getimage	30
8.19.	IptPoint Behavior.....	31
9.	HIPÓTESIS.....	31
9.1.	Hipótesis nula	31
9.2.	Hipótesis alternativa	31
10.	METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN.....	32
10.1.	Métodos de Investigación.....	32
10.1.1.	Metodología Documentada	32
10.1.2.	Método analítico sintético	32
10.1.3.	Método deductivo.....	32

10.2.	Tipos de investigación	32
10.2.1.	Investigación bibliográfica	32
10.2.2.	Investigación Aplicada	33
10.3.	Técnica de investigación	33
10.3.1.	Entrevista.....	33
10.3.2.	Encuesta	33
10.4.	Población y Muestra	33
10.4.1.	Población.....	33
10.4.2.	Muestra.....	34
10.4.3.	Distribución de la muestra.....	35
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	35
11.1.	Resultados de la entrevista Aplicada.....	36
11.1.1.	Resultados de la encuesta Aplicada	36
12.	DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA	39
12.1.	Arquitectura de red neuronal para el procesamiento de la imagen digital	39
12.1.1.	Obtención de datos para el entrenamiento neuronal	39
12.1.2.	Entrenamiento en base a píxeles DICOM.....	40
12.2.	Arquitectura DICOM.....	41
12.2.1.	Obtención de información de imagen DICOM	42
12.2.2.	Extracción de características de imágenes	44
12.3.	Binarizar imagen.....	45
12.3.1.	Conversión de imagen a materia gris	46
12.4.	Propiedades de la región mediante píxeles.....	48
12.4.1.	Preprocesamiento de imagen.....	49
12.4.2.	Segmentación de región en interés.....	49
12.4.3.	Ajuste de gamma de imagen DICOM pulmonar.....	50
12.4.4.	Selección del área de interés	51

12.4.5.	Barrido de densidad pulmonar en la detección del tumor	54
12.4.6.	Posicionamiento de patología detectada	55
12.5.	Resultados de entrenamiento de la red neuronal	57
12.5.1.	Validación de resultados cuantitativos	57
12.6.	UI de interfaz grafica.....	58
12.6.1.	Componentes Axes.....	59
12.6.2.	Componente Axes para la carga de imagen formato DICOM	60
12.6.3.	Axes en componente para la toma del área en trasmisión y área de interés	61
12.6.4.	Axes de imagen espectral mediante barrido de densidad detectado	62
12.6.5.	Axes de posicionamiento de la patología detectada.....	64
12.7.	Software Biomedico en producción	65
13.	IMPACTO DEL PROYECTO	66
13.1.	Impacto Técnico	66
13.2.	Impacto Social.....	66
14.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	67
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
15.1.	Conclusiones	68
15.2.	Recomendaciones.....	69
16.	BIBLIOGRAFÍA.....	70
17.	ANEXOS.....	73
18.	CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	98

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Beneficiarios Directos.....	4
Tabla 2: Beneficiarios Indirectos	4
Tabla 3: Tarea de actividades.....	7
Tabla 4: Etapas de metástasis.....	18
Tabla 5: Valores de objetos de una imagen	31
Tabla 6: Elementos bandera de un tipo de imagen	31
Tabla 7: Población.....	34
Tabla 8: Segmentación de población	35
Tabla 9: Personas que intervienen en el proyecto de investigación.....	35
Tabla 10: Resultados de análisis e interpretación de la encuesta aplicada	36
Tabla 11: Elementos de grafico por elementos	44
Tabla 12: Conectividad bidimensional Axes	52
Tabla 13: Resultados de aciertos y fallos de la evaluación cualitativa	58
Tabla 14: Valores de sensibilidad y especificad artificial.....	58
Tabla 15: Presupuesto para el desarrollo de la investigación	67
Tabla 16: tabulación de pregunta 1	81
Tabla 17: tabulación de la pregunta 2	81
Tabla 18: tabulación de pregunta 3	82
Tabla 19: tabulación de pregunta 4	83
Tabla 20: tabulación de pregunta 5	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ciclo Bioinformático	9
Gráfico 2: Flujo de control biomédico	10
Gráfico 3: Flujo Oncológico	11
Gráfico 4: Áreas de afectación provocadas por tumores pulmonares.....	11
Gráfico 5: Histología pulmonar	12
Gráfico 6: Proliferación de fibrosis pulmonar	13
Gráfico 7: Fibrosis muscular mediante rayos X.....	14
Gráfico 8: Displacia pulmonar	15
Gráfico 9: Tomografía de mamas en referencia a la detección del cáncer	17
Gráfico 10: Ganglios linfáticos mediante estudio IA.....	17
Gráfico 11: Redes neuronales de inteligencia artificial	19
Gráfico 12: Flujo del aprendizaje supervisado.....	20
Gráfico 13: Etapas del aprendizaje no supervisado	20
Gráfico 14: Elementos distribuidos no etiquetados	21
Gráfico 15: Estado y acción de un ciclo de entramiento artificial	21
Gráfico 16: Imagen DICOM	23
Gráfico 17: Estructura de imagen DICOM	24
Gráfico 18: Modelo de filtro Fourier aplicado en imagen DICOM.....	24
Gráfico 19: Segmentación en base a pixeles Fourier	25
Gráfico 20: Interfaz gráfica Matlab GUI	27
Gráfico 21: Compresión de imagen atraves del factor de pixeles.....	28
Gráfico 22: Indexación de imagen mediante una figura	29
Gráfico 23: Distancia de ejes X-Y	30
Gráfico 24: Definicion de clase de tipo varargout	41
Gráfico 25: Ciclos de entrenamiento del modelo deep learning	41
Gráfico 26: Arquitectura DICOM.....	42
Gráfico 27: Sintaxis para extracción de Data Elements.....	43
Gráfico 28: Características para la obtención de información	44
Gráfico 29: Codificación de extracción de características	45
Gráfico 30: Codificación para la binarizacion de la imagen Postprocesada.....	46
Gráfico 31: Codificación de conversión de imagen a materia gris RGB.....	47
Gráfico 32: Imagen convertida en formato Gris	48
Gráfico 33: Escalas de visualización de corrección de gamma	48

Gráfico 34: Codificación para ejecución de figura por región en pixeles.....	49
Gráfico 35: Codificación de segmentación para la región de interés.....	50
Gráfico 36: Ajuste de gamma de imagen DICOM.....	51
Gráfico 37: Programación para general la selección del área de interés X.-Y	52
Gráfico 38: Axes para la selección de interés	53
Gráfico 39: Selección de alveolo pulmonar	54
Gráfico 40: Ajuste de gamma y umbralizacion de imagen espectral.....	54
Gráfico 41: Región a procesar mediante barrido de densidad segmentada	55
Gráfico 42: Barrido de densidad generado.....	55
Gráfico 43: Codificación de posicionamiento del tumor mediante score	56
Gráfico 44: Area del tumor detectada mediante score	57
Gráfico 45: Interfaz gráfica del software Biomedico.....	59
Gráfico 46: Axes o ejes de componentes para procesamiento.....	60
Gráfico 47: Componente Axes para la carga de imagen.....	61
Gráfico 48: Selección del Area de interés.....	61
Gráfico 49: Selección de área de interés mediante eje digital	62
Gráfico 50: Procesamiento hiperespectral de imagen.....	63
Gráfico 51: Barrido de imagen hiperespectral RGB de patología detectada	63
Gráfico 52: Componente Axes de posicionamiento.....	64
Gráfico 53: Alveolo pulmonar mediante barrido de imagen	65
Gráfico 54: Software para la detección de tumores pulmonares mediante inteligencia artificial. 65	
Gráfico 55: tabulación de pregunta 1	81
Gráfico 56: tabulación de la pregunta 2	81
Gráfico 57: tabulación de la pregunta 2	82
Gráfico 58: tabulación de pregunta 4	83
Gráfico 59: tabulación de pregunta 5	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arquitectura de red neuronal para el procesamiento de imagen.....	39
Figura 2: Flujo para la obtención y procesamiento de datos.....	40
Figura 3: Entrenamiento en base a pixeles DICOM.....	40
Figura 4: Estado de codificación de objeto.....	42
Figura 5: Extracción de características de imágenes.....	44
Figura 6: Pesos de un modelo de clasificación.....	45
Figura 7: Flujo de conversión de imagen a materia gris.....	47
Figura 8: Preprocesamiento de imagen.....	49
Figura 9: Flujo de segmentación de imagen.....	49
Figura 10: Parámetros para obtener el score.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Curriculum vitae docente tutor M.sc Johnny Xavier Bajaña Zajia.....	73
Anexo 2: Curriculum vitae de autora Tuarez Vega Rosa Johanna	76
Anexo 3: Curriculum vitae del autor Vera Pizanan Richard Nixon	78
Anexo 4: Formato de encuesta aplicada a la población a investigar	80
Anexo 5: Tabulación de los datos procesados mediante la encuesta aplicada	81
Anexo 6: Encuesta realizada a ciudadanos del Cantón La Maná sobre el proyecto de investigación	84
Anexo 7: Formato de la entrevista aplicada a la Dra. Mónica López.....	85
Anexo 8: Entrevista al departamento médico de la UTC	86
Anexo 9: Implementación del software biomedico en el departamento médico de la UTC	87
Anexo 10: Certificado de implementación por parte del departamento médico de la UTC.....	88
Anexo 11: Manual de usuario para el software biomedico en la detección de cáncer pulmonar ..	89

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Desarrollo de software biomédico mediante modelos deep learning para la detección de tumores pulmonares en la aplicación de procesamiento de imágenes espectrales para el departamento médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.”

Fecha de inicio:	Octubre 2021
Fecha de finalización:	Marzo 2022
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: Tuarez Vega Rosa Johanna
Correo: rosa.tuarez1007@utc.edu.ec.
Teléfono: 097 940 9470
Estudiante: Vera Pizanan Richard Nixon
Correo: richard.vera1981@utc.edu.ec
Teléfono: 096 725 4494
Tutor: MSc. Johnny Xavier Bajaña Zajia
Correo: johnny.bajana@utc.edu.ec
Teléfono: 099 617 9534

Área de conocimiento: Desarrollo de Software

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

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

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 basadas en inteligencia artificial e inteligencia de negocios.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto investigativo se orienta a la implementación de modelos de deep learning orientados a la biomedicina para la detección de tumores pulmonares en la aplicación y tratamiento hiperespectral de imágenes basadas en formato DICOM en base a modalidades radiológicas. El aprendizaje profundo permitirá que los modelos de inteligencia artificial ofrezcan un sistema de alta precisión y eficiente en la toma de información y diagnóstico.

Para valorar el diagnóstico a través del tratamiento de imágenes a la afectación de tumores pulmonares, se aplica el uso de herramientas especiales como MATLAB y MATLAB GUI en su lenguaje de programación de cálculo, permitirá en el desarrollo de la investigación a obtener los niveles y resultados de alta precisión basados en las propiedades de densidad y solidez en la proporción de píxeles del área afectada. Con el desarrollo del software orientado a la biomedicina mediante la implementación de modelos deep learning ayudaremos al análisis de los resultados, por lo tanto, el médico podrá manipular mediante interfaz gráfica las peticiones que se realicen al sistema y recibir breves respuestas desde la carga de imagen hasta los resultados del posicionamiento de la patología detectada en base a la predicción artificial.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los tumores pulmonares a principios del siglo XX, eran diagnósticos pocos frecuentes lo cual se desconocía su factor de riesgo en el ser humano, sus riesgos y efectos epidemiológicos. Con el paso de los años su casuística fue aumentando, lo cual generó preocupación e interés por comenzar a realizar los primeros pasos en la investigación de su comportamiento y morbimortalidad en la época moderna. Hoy en día este fenómeno está supervisado mediante el uso de las tecnologías de información mediante registros clínicos del paciente, atención remota y software orientados a proyectos biomédicos a nivel de inteligencia artificial para su detección y comportamiento en el ser humano.

En la actualidad, el desarrollo de modelos de inteligencia artificial basados en deep learning orientados a la biomedicina, ayuda a optimizar tareas predictivas de una determinada enfermedad. La implementación de estas técnicas generalmente son empleadas para obtener resultados mediante entornos de información como aplicativos móviles, aplicativos web, software de escritorio y sistemas de visión computarizada, por lo tanto se planea el uso de algoritmos de inteligencia artificial en base al lenguaje de programación en cálculo técnico, lo que permite obtener información en base a los resultados de la resonancia magnética previamente realizada como técnica de imagen de alta calidad DICOM (*Estándar de transmisión de imágenes*), en la estructura anatómica pulmonar del ser humano.

La finalidad del presente proyecto de investigación es asistir al área médica en la identificación del patógeno (Tumor) mediante el desarrollo de un software bioinformático, lo que permitirá facilitar el proceso de detección en base a la representación anatómica de valores diagnosticados por la clasificación automatizada y la precisión de las imágenes de resonancia magnética a través del uso de la inteligencia artificial. Mediante el desarrollo de la herramienta bioinformática se dará soporte al médico en poder obtener información en la detección de tumores pulmonares en tiempo real, lo cual este sistema responderá mediante la implementación de inteligencia artificial basada en el desarrollo de modelos deep learning en el uso de la selección del área de interés pulmonar como la patología detectada, posicionamiento y procesamiento de la imagen de forma hiperespectral; con el uso de este software orientado a la biomedicina contribuimos a la gestión médica.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos e indirectos del proyecto de investigación, se representan en las siguientes tablas de información, lo que ayudará a la implementación de soluciones bioinformáticas desarrolladas mediante inteligencia artificial en la salud pública.

Tabla 1: Beneficiarios Directos

Beneficiario Directos	Personal	Total
Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná	1978	1978

Fuente: Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná

Realizado por: Los investigadores

Tabla 2: Beneficiarios Indirectos

Beneficiarios Indirectos	Hombres	Mujeres	Total
Docentes	36	16	52
Estudiantes	1146	764	1910
Personal Administrativo y de servicio universitario.	10	6	16

Fuente: Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná

Realizado por: Los investigadores

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La inteligencia artificial orientada a la biomedicina, tiene la capacidad de ejecutar tareas de predicción y clasificación de elementos de lo cual fueron diseñadas. Esta tecnología conocida como modelos de deep learning tienen características importantes mediante algoritmos de aprendizaje profundo, por lo que su aplicación al estudio de la detección de tumores pulmonares permite confirmar diagnósticos de valoración y seguimiento de los pacientes, validando la utilidad real de estos algoritmos, inclusive llegar a una probabilidad de realizar diagnósticos completos en el futuro. Los tumores pulmonares tanto activos como pasivos figuran como una causa conocida en el ser humano, encontrándose una mayor incidencia entre las personas, unas de las razones por la cual los patógenos orientados al desarrollo del tumor se basan en el consumo del tabaquismo con una incidencia del 60% en 1 cada 5 mujeres y 5 de cada 12 hombres (MayoMedic, 2021).

El problema investigativo consiste en que la inteligencia artificial aplicada al estudio bioinformático y análisis de detección de tumores pulmonares aún no alcanza los niveles requeridos en base al posicionamiento y detección del patógeno, lo que tomará tiempo en obtener resultados de información precisa en la fibrilación de alveolos pulmonares en el barrido de densidades.

Mediante el desarrollo del proyecto de investigación, ayudará a optimizar la detección de los tumores pulmonares mediante el desarrollo de un software bioinformático en la utilización de radiografías basadas en formato DICOM (*Estándar de transmisión de imágenes*), lo que permitirá en el progreso de la investigación el desarrollo de la herramienta mediante modelos de inteligencia artificial, para lo cual el médico va a interactuar en base a los resultados obtenidos de la detección del patógeno y densidad de los tejidos pulmonares. Este tipo de herramientas es de suma importancia en la aplicación de la oncología médica.

5.1. Formulación del problema

¿Cómo se puede lograr la detección del tumor pulmonar y su posicionamiento mediante la implementación de modelos Deep Learning aplicados a la biomedicina?

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Desarrollar un software biomédico basado en modelos deep learning para la detección de tumores pulmonares en la aplicación de procesamiento de imágenes espectrales.

6.2. Objetivos específicos

- Investigar mediante documentos científicos sobre la implementación de la inteligencia artificial en el área de la oncología médica a través de imágenes.
- Implementar modelos de inteligencia artificial basada en deep learning para la obtención de fibrilación de alveolos pulmonares mediante imágenes espectrales DICOM (*Estándar de transmisión de imágenes*).
- Desarrollar software biomédico que permita la detección de tumores mediante imágenes espectrales en el posicionamiento del patógeno de alveolos pulmonares mediante la técnica de barrido de densidad.

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

Tabla 3:Tarea de actividades

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
<p>Objetivo Especifico 1: Investigar mediante documentos científicos sobre la implementación de la inteligencia artificial en el área de la oncología médica a través de imágenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Recopilación y análisis de artículos bibliográficos para el desarrollo del software. * Emplear el uso fuentes bibliográficas como libros, páginas web y artículos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Referenciar listado bibliográfico de libros, artículos científicos y recursos web. * Obtener conocimientos sobre la recopilación bibliográfica. 	<ul style="list-style-type: none"> * Definiciones técnicas mediante la investigación realizada en base a referencias bibliográficas.
<p>Objetivo Especifico 2: Implementar modelos de inteligencia artificial basada en deep learning para la obtención de fibrilación de alveolos pulmonares mediante imágenes espectrales DICOM (<i>Estándar de transmisión de imágenes</i>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Desarrollo de modelos deep learning basados en inteligencia artificial. * Aplicación de conversión de escalas de grises para la obtención de fibrilación de alveolos pulmonares. 	<ul style="list-style-type: none"> * Obtención de resultados de los modelos deep learning en base a la utilización de almacenes de datos mediante transferencia de aprendizaje artificial. 	<ul style="list-style-type: none"> * Desarrollo de la propuesta técnica de investigación orientada al software biomédico para la detección de tumores pulmonares.
<p>Objetivo Especifico 3: Desarrollar software biomédico que permita la detección de tumores mediante imágenes espectrales en el posicionamiento del patógeno de alveolos pulmonares mediante la técnica de barrido de densidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Prueba de integración de los elementos del software biomédico para la medición de performance. 	<ul style="list-style-type: none"> * Elementos gráficos mediante los patrones de diseño UI. * Ejecución de elementos del software biomédico para su implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> * Desarrollo de software biomédico orientado a la detección de tumores pulmonares.

Realizado por: Los investigadores

8. MARCO CONCEPTUAL

8.1. Antecedentes de la investigación

En su investigación aplicada propone como tema de implementación realizar un análisis bioinformático orientado a la recolección de datos de transcriptómica del cáncer gástrico, lo cual hace que su investigación genere información de dominio público mediante un software como herramienta de recolección de información generado por técnicas de Genes (Serial Analysis of Gene Expressions o SAGE), representada como una técnica de alto costo, pero a su vez proporciona resultados de provecho para el estudio del cáncer (Ossandón, 2011).

Mediante la propuesta de tesis doctoral, el autor de la investigación propone aplicar algoritmos de inteligencia artificial mediante la representación de un software biomédico aplicado al estudio de la genómica funcional, esta propuesta tecnología permite recopilar el análisis de actividades de los genes como factor que regulan e influyen en el desarrollo del cáncer, lo que permitirá que los algoritmos aplicados al software realicen el análisis de muestras humanas de pacientes mediante imágenes con alta densidad, así como la integración e interpretación de detectar los genes y procesos biológicos de dicha patología (Fontanillo, 2013) .

En su propuesta del desarrollo de tesis bioinformática titulada “Segmentación y análisis de imágenes termográficas mediante descriptores de textura simples” desarrolla un estudio mediante inteligencia artificial aplicando el análisis de imágenes termográficas mediante técnicas de gradientes, permitiendo observar y obtener información veraz y precisa en las regiones afectadas de los pacientes que padecen de cáncer al pulmón (Mejía, 2015).

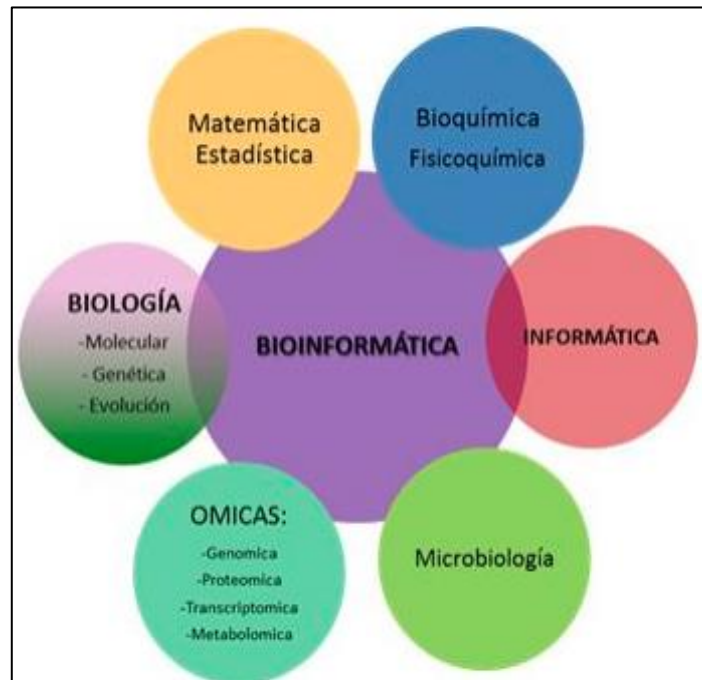
En su tesis doctoral pretende estudiar a profundidad los genes desregulados como consecuencia del proceso tumoral NSCLC mediante su propuesta “Análisis bioinformático de los perfiles de expresión genética en cáncer del pulmón”, lo que permitirá dentro del proceso investigativo llevar el control mediante software en la diferenciación de los fenotipos pulmonares validados por qPCR, lo cual se obtiene muestras mediante imágenes del control no tumoral incluyendo grados de análisis para una mejor clasificación molecular del cáncer del pulmón (Boyero, 2016).

Su propuesta investigativa doctoral titulada “Bioinformática funcional y su aplicación en Genómica, Proteogenómica y reposicionamiento de fármacos”, se orienta a la aplicación de la bioinformática mediante el desarrollo de un software en el procesamiento técnico de los mecanismos biológicos que gira en torno a la bioinformática funcional en relación del estudio molecular mediante los procesos nucleicos de replicación, fase de transcripción y traducción mediante los problemas biológicos del ser humano (Sarto, 2019).

8.2. Bioinformática

La bioinformática es la rama del análisis computacional mediante el estudio del ADN, lo que hace referencia a las secuencias biológicas mediante la aplicación de la bioinformática estructural, permitiendo así que los procesos informáticos generen modelos orientados a la simulación en el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial aplicados en distintas disciplinas científicas, para lo cual se aplican métodos clásicos como la visión computarizada y el análisis de datos para la obtención de resultados con alta precisión (Roldan,2015).

Gráfico 1: Ciclo Bioinformático

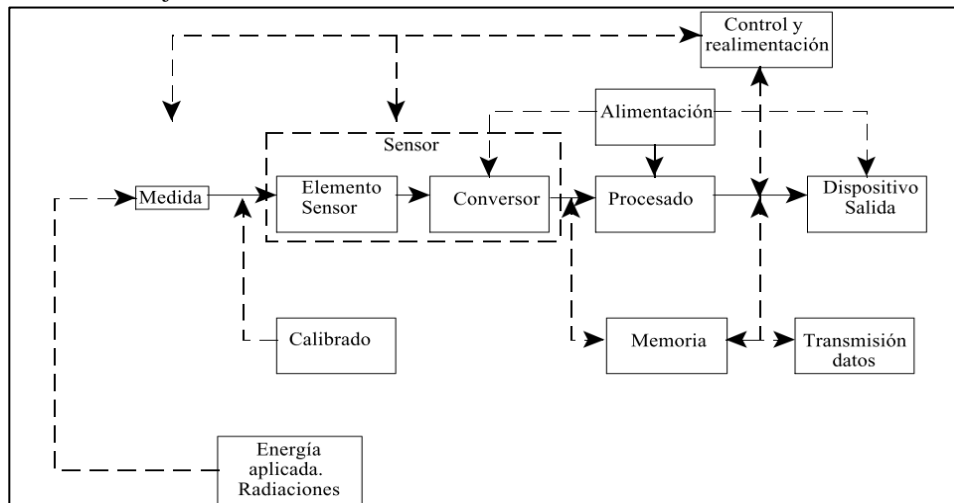


Fuente: Biocat, ciclos de la bioinformática (2015)

8.3. Biomédica

La biomédica es una disciplina que integra la matemática, física, química e informática para la aplicación en la solución de problemas en la medicina, es decir que desarrolla e implementa la tecnología en el desarrollo y gestión de información para mejorar la salud de las personas. La biomedicina es conocida como la rama del futuro debido al gran crecimiento en la última década en políticas de salud mundial (Torrejón, 2020).

Gráfico 2: Flujo de control biomédico



Fuente: Redacly, flujo de control de la biomedicina (2015)

8.4. Áreas donde se aplica la biomédica

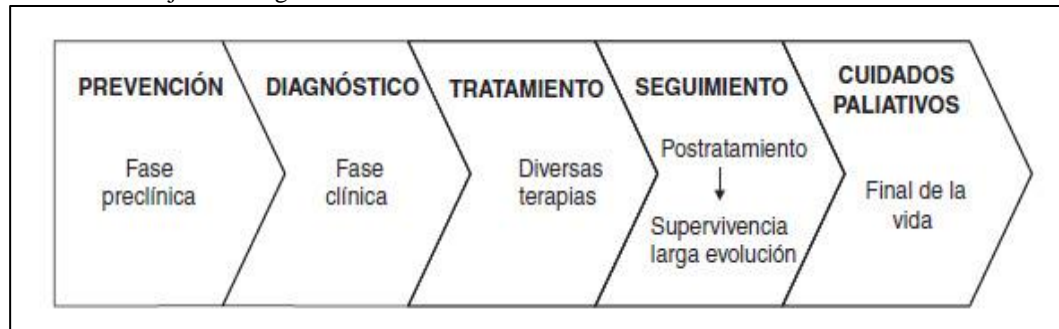
La biomédica tiene varias áreas donde se aplica, comúnmente en el ámbito industrial, ocupacional y médico mediante la aplicación de técnicas y conocimientos biomecánicos y bioinformáticos con el fin de comprender el actuar del ser humano y proponer determinadas soluciones mediante inteligencia artificial para resolver esos problemas (Torrejón, 2020).

- **Implantes médicos:** Los implantes médicos son dispositivos que se colocan dentro del cuerpo humano, lo cual brindan soporte a órganos y tejidos que controlan las funciones corporales. Estos implantes se pueden retirar una vez cuando ya no sean necesarios.
- **Prótesis:** Es un sustituto artificial que reemplaza a una parte del cuerpo humano ausente, en base a los materiales biocompatibles como cálculos y análisis previos de una extremidad, teniendo así amplio desarrollo en avances tecnológicos para el diseño y funcionamiento a la similitud de una extremidad.
- **Órganos Artificiales:** Son dispositivos artificiales diseñados para el análisis de características médicas, esto se implementan con el fin de sustituir alguna parte afectada del organismo, permitiendo así que las células y moléculas sean funcionales mediante la creación de tejidos artificiales.
- **Inteligencia artificial y detección de patógenos mediante imágenes:** Esta técnica permite el análisis y evaluación de características mediante el uso de recursos informáticos en base a la obtención de una imagen orientado a un patógeno a estudiar del paciente.

8.5. Oncología

La oncología es una disciplina que estudia la detección de tumores o cáncer, en base al diagnóstico especializado mediante el uso de la quimioterapia, como procesos del uso hormonal. El plan de estudio de la oncología se deriva si el paciente con cáncer o tumores pulmonares es integral, lo cual dependería de cada caso de uso como; síntoma y tipo de tumor que tenga (Suportamed, 2021).

Gráfico 3: Flujo Oncológico



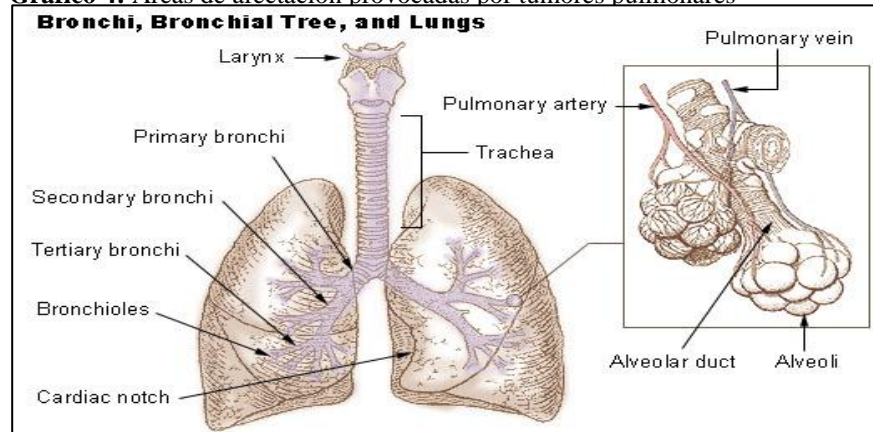
Fuente: ScienceDirect, diagrama de oncología basado en etapas (2013)

8.5.1. Tumor pulmonar

El cáncer (Tumor Pulmonar) es una enfermedad poco frecuente, pero a partir del año 1930 su frecuencia aumentó y en la actualidad es el tumor maligno con más frecuencia en el mundo. El progreso del cáncer se basa en que las células de cuerpo humano comienzan a multiplicarse sin control, lo cual estos desencadenan a los ganglios linfáticos y a otros órganos lo cual pueden diseminan al pulmón. Cuando estas células son cancerígenas también se las conoce como metástasis (Moctezuma & Patiño, 2009).

La incidencia de los tumores pulmonares es alta y debido a su letalidad, la cifra de mortalidad es muy cercana a la incidencia y esta se espera que aumenten con los años. El cáncer del pulmón (Tumor Pulmonar) se considera una enfermedad centinela, lo cual consideramos sus causas.

Gráfico 4: Áreas de afectación provocadas por tumores pulmonares



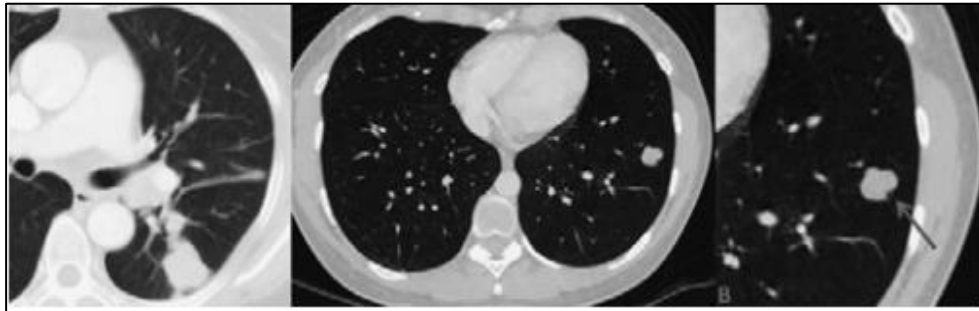
Fuente: Instituto Nacional Del Cáncer, alveolos pulmonares (2019)

8.5.2. Tipos histológicos

El cáncer pulmonar es un tumor maligno que se desarrolla a partir de células, tanto pulmonares como bronquiales. Existen dos categorías de cáncer pulmonar clínicamente importantes considerando el origen y el comportamiento de las células cancerosas:

- **Cáncer pulmonar de células pequeñas (CPCP):** El cáncer pulmonar (Tumor Pulmonar) de células no pequeñas representa el 25% de cánceres pulmonares y es de un comportamiento agresivo, proliferando rápidamente, lo cual muestra relación con el tabaquismo, representando el 98% de los casos presentan una historia clínica en base al consumo del tabaquismo.
- **Cáncer pulmonar de células no pequeñas (CPCNP):** El cáncer pulmonar (Tumor Pulmonar) de células no pequeñas se constituye en la representación del 75% de los casos en base a una historia clínica familiar.

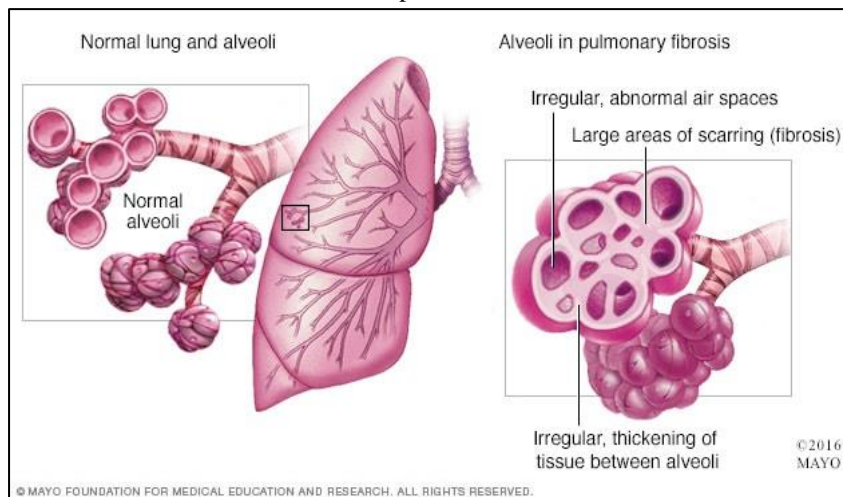
Gráfico 5: Histología pulmonar



Fuente: Alamy, histología pulmonar mediante imagen espectral (2004)

8.5.3. Fibrosis pulmonar

La fibrosis pulmonar deriva de los tumores cancerígenos, lo cual cada tejido pulmonar se daña y esto produce una cicatrización rígida, haciendo difícil que los pulmones del ser humano funcionen correctamente. A medida del crecimiento de la fibrosis pulmonar la situación es riesgosa, mediante la formación de cicatrices relacionadas con la fibrosis dificulta la respiración. La proliferación de la fibrosis afecta a medida a los sacos de alveolos de aire de manera continua. (Moctezuma & Patiño, 2009).

Gráfico 6: Proliferación de fibrosis pulmonar

Fuente: MSD Manuals, fibrosis pulmonar idiopática (2017)

8.5.4. Causas de la fibrosis pulmonar

La fibrosis pulmonar produce cicatrices y engrosa el tejido que rodea las bolsas de aire (alvéolos) de los pulmones. Esto dificulta el paso del oxígeno al torrente sanguíneo. El daño puede deberse a muchos factores diferentes, incluidos la exposición por un largo plazo a determinadas toxinas, ciertos trastornos médicos, radioterapia y algunos medicamentos (MayoMedic, 2021).

8.5.5. Factores ocupacionales y ambientales

La exposición por un largo plazo a ciertas toxinas y contaminantes puede dañar tus pulmones. Tales factores incluyen los siguientes:

- Harina de sílice.
- Fibras de asbesto.
- Polvo de metales duros.
- Polvo de carbón.
- Polvo de granos.
- Excremento de pájaros y animales.

8.5.6. Tratamientos con radiación

Algunas personas que reciben radioterapia para el cáncer de pulmón o de mama presentan signos de daño pulmonar meses y, en ocasiones, años después del tratamiento inicial. La gravedad del daño puede depender de lo siguiente:

- La proporción del pulmón que estuvo expuesta a radiación.
- La cantidad total de radiación administrada.

8.5.7. Factores de riesgo

Los factores que te hacen más propenso a la fibrosis pulmonar comprenden los siguientes:

- **Edad:** Si bien se ha diagnosticado fibrosis pulmonar en niños y bebés, es más probable que el trastorno afecte a adultos de mediana edad y mayores.
- **Sexo:** La fibrosis pulmonar idiopática afecta con mayor frecuencia a los hombres que a las mujeres.
- **Tabaquismo:** Muchos más fumadores y ex fumadores padecen fibrosis pulmonar que personas que nunca fumaron. La fibrosis pulmonar puede producirse en pacientes con enfisema.
- **Determinadas ocupaciones:** Las personas que trabajan en minería, agricultura o construcción o que están expuestas a contaminantes que se sabe dañan los pulmones tienen mayor riesgo de presentar fibrosis pulmonar.
- **Tratamientos oncológicos:** Recibir tratamientos con radiación en el tórax o determinados fármacos para quimioterapia puede aumentar el riesgo de fibrosis pulmonar.
- **Factores genéticos:** Algunos tipos de fibrosis pulmonar son hereditarios, y los factores genéticos podrían ser un componente.

La formación de la fibrosis pulmonar se debe a varios factores dentro del ser humano, sin embargo, la mayoría de casos el médico oncológico no puede individualizar ese problema. Esto puede darse en el escenario de afectación que recibe como nombre fibrosis pulmonar idiopática causante del daño pulmonar lo cual no puede repararse por los niveles de gravedad que producen síntomas que pueden variar. (MayoMedic, 2021).

Gráfico 7: Fibrosis muscular mediante rayos X



Fuente: Infosalus, desarrollo de fibrosis pulmonar idiopática (2018)

8.6. Estructura del cáncer pulmonar

8.6.1. Característica anatómica

El cáncer pulmonar surge de la reproducción en masa de las células epitelios pulmonares desde los bronquios hasta los alveolos terminales, siendo así que el tipo histológico se correlacione con el origen y esto refleja las variaciones epiteliales en las vías respiratorias. Por lo general el carcinoma de las células escamosas son causa del bronquio principal efecto, lo que se desencadena en el adenocarcinoma y carcinoma bronquial en el tejido pulmonar (Alberg, Ford & Samet, 2007).

8.6.2. Patogenia

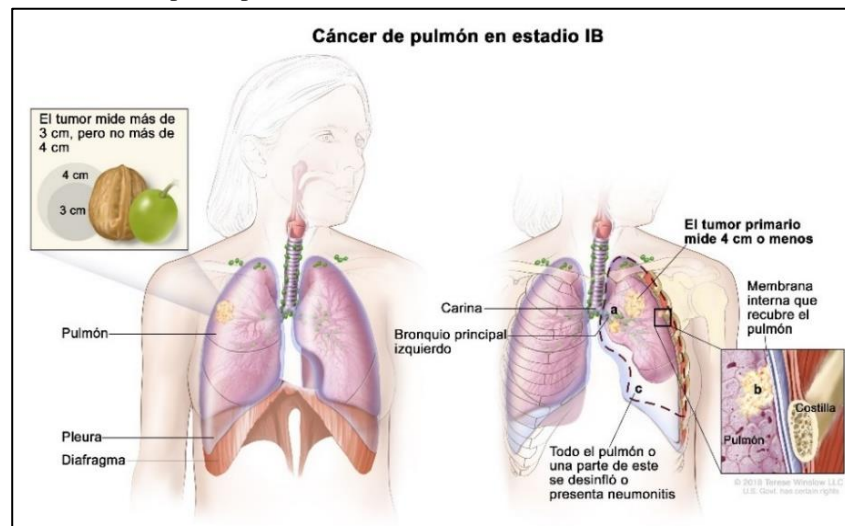
La carcinogénesis como afectación del tumor pulmonar es relacionada comúnmente con el tabaquismo, basándose en proceso de múltiples fases, lo que se requiere de células escamosas premalignas específicas ante que el epitelio pulmonar genere una invasión en los cambios morfológicos (Alberg, Ford & Samet, 2007).

8.6.3. Cambios morfológicos

- Hiperplasia.
- Metaplasia.
- Displasia.
- Carcinoma in situ.

La displasia y el carcinoma in situ se consideran las principales lesiones premalignas porque es más probable que progresen a un cáncer invasivo y es menos probable que desaparezcan de manera espontánea (Alberg, Ford & Samet, 2007).

Gráfico 8: Displacia pulmonar



Fuente: Revista Pediatra, displacia broncopulmonar (2013)

8.6.4. Carcinomas no microcíticos

Dentro de los tumores cancerígenos orientados a la afectación pulmonar, se representarán en un conjunto de enfermedades o fases partiendo desde los carcinomas de las células pequeñas o macrocitos, permitiendo así que el tamaño de las células sean un 10% tamaño real (Reyes, 2015).

8.6.5. Adenocarcinoma pulmonar

Este representa el 45% de casos cancerígenos y generación de tumores pulmonares causante por el consumo del tabaco, lo cual es más frecuente en los fumadores tanto en hombres como en mujeres.

8.6.6. Carcinoma de células grandes

Se denomina por el tamaño celular siendo el tipo menos frecuente dentro de las fases tumorales, representando así solo el 10% de ellos.

8.6.7. Fases del tumor pulmonar

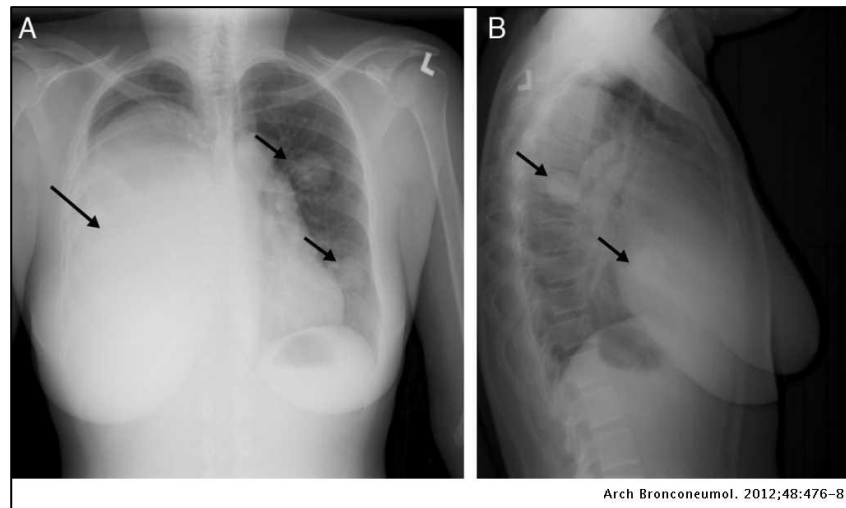
Dentro del sistema de los tumores pulmonares es importante conocer las fases en la que se representa dicho patógeno, el sistema de mayor frecuencia se emplea para su clasificación es el TNM, que hace referencia a tres aspectos del cáncer como son: la letra T se refiere a la dimensión y localización del tumor, la letra N representa la afectación de los ganglios linfáticos y la letra M hace referencia a la afectación o no de otro órgano en el ser humano (Reyes, 2015).

8.6.8. Tumor primario

- **T0:** No existe tumor primario alguno.
- **TX:** El tumor esta oculto, demostrando así la citología del lavado bronquial de manera no radiológica ni en aspectos de fibrobroncospia en las secreciones que contienen células malignas.
- **T1:** Tumor representado en tamaño real grande o 3cm de dimensión máxima, lo cual está rodeado de tejido pulmonar o pleura sin evasión al bronquio lobar en la fibrobroncospia.
- **T2:** Tumor representado que invade la pleura visceral o de manera automática colapsa el pulmón mediante la neumonitis obstructiva que se extiende por la región hilar del pulmón, esto puede darse o limitarse al bronquio lobar al menos en 2cm de la Carina, lo que procede a una obstrucción de afectar al pulmón.
- **T3:** Esta clase está representada por cualquier tamaño de tumor pulmonar, lo que se considera una extensión directa a la pared costal en la cisura superior, diafragma, tráquea, esófago y cuerpo vertebral. Esto afecta la atelectasia de todo el pulmón lo cual genera un escenario de derrame pleural maligno.

- **T4:** Basada en la clase T3, esta tiene infiltración del mediastino por grandes vasos sanguíneos que generan derrame pleural maligno lo cual estos no son hemáticos ni exudativos.

Gráfico 9: Tomografía de mamas en referencia a la detección del cáncer

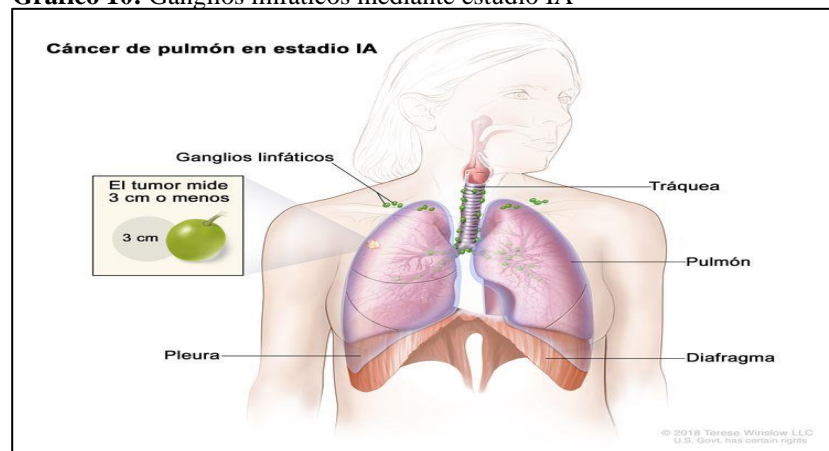


Fuente: El Hospital, tratado de imagen espectral para la detección del cáncer (2014)

8.6.9. Ganglios linfáticos locales (N)

- **N0:** No se encuentra la metástasis disponible, lo que hace demostrable a los ganglios linfáticos.
- **N1:** Metástasis influyen niveles peri bronquiales o hilares ipsilaterales.
- **N2:** Ganglios ipsilaterales.
- **N3:** Metástasis en los ganglios, lo cual se representan como mediastínicos o hiliares contralaterales a la posición de escaleno o contralateral en la supraclaviculares.

Gráfico 10: Ganglios linfáticos mediante estudio IA



Fuente: MedicoPlus, ganglios en el ser humano (2015)

8.6.10. Metástasis a distancia (M)

En función de estos aspectos, los cánceres de pulmón no microcíticos se agrupan en las siguientes etapas o estadios:

- **M0**: sin metástasis a distancia conocidas.
- **M1**: metástasis a distancia presentes.

Tabla 4: Etapas de metástasis

Estadaje	Criterios
Carcinoma Oculto	TX, N0, M0
Estadio 0	TIS, Carcinoma
Estadio IA IB	T1, N0, M0
Estadio IIA IIB	T2, N0, M0
Estadio III	T3, T1, N2, M0
Estadio IV	Cualquier T y N

Realizado por: Los investigadores

En los carcinomas microcíticos la clasificación empleada es:

- **Enfermedad limitada:** Cuando el tumor este inflamado y su hemitórax y ganglios están comprometidos del mismo lado (Hiliares y Supraclaviculares).
- **Enfermedad diseminada:** Es representativa lo cual sobrepasa los límites de tumoración pulmonar, siendo así al cerebro, hígado, glándulas suprarrenales y ganglios linfáticos.

8.7. Inteligencia artificial

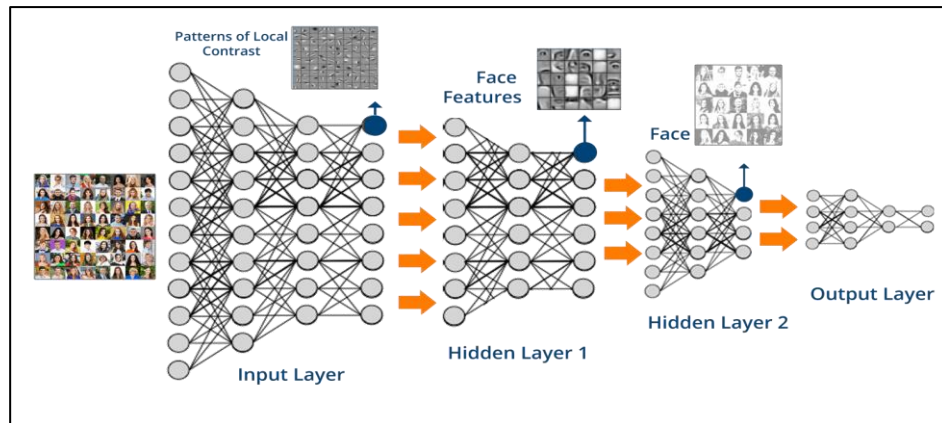
La inteligencia artificial es la ciencia de desarrollar software que piensen como humanos y actúen racionalmente. En informática, la máquina "inteligente" ideal es una persona flexible y racional que puede percibir el entorno circundante y actuar. Maximice sus posibilidades de éxito en determinadas metas 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).

8.8. Deep Learning

El aprendizaje profundo (Deep Learning) es un tipo de adiestramiento automático derivado del machine learning, lo que permite imitar de forma en los seres humanos obtienen ciertos conocimientos. El aprendizaje profundo se convierte en un elemento por lo cual la ciencia de datos incluye desde la clasificación de imágenes hasta la predicción de modelos predictivos en base al

campo de estudio aplicado, partiendo así desde la tarea de compilación e interpretación de grandes cantidades de información lo cual aplicar este tipo de inteligencia artificial permite que los procesos respondan de manera más rápida y sencilla (Burns, 2021).

Gráfico 11: Redes neuronales de inteligencia artificial



Fuente: Analytics, redes neuronales (2020)

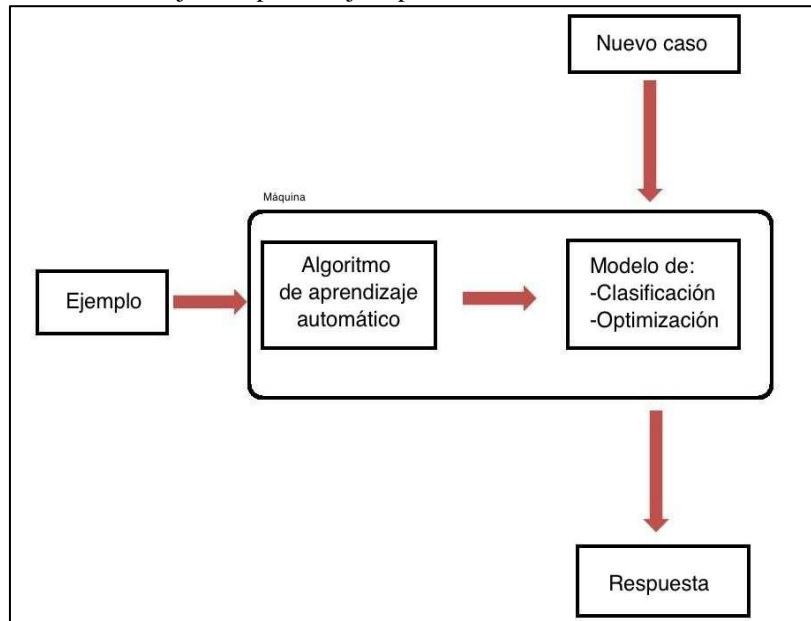
8.9. Tipos de aprendizaje automático en inteligencia artificial

La disponibilidad de los tipos de aprendizaje automático orientados al desarrollo de modelos de inteligencia artificial, funcionaran dependiendo del caso de estudio o a su vez de la tarea que se quiera abordar (Burns, 2021).

8.9.1. Aprendizaje supervisado

Se orienta a los datos etiquetados lo cual queremos que un modelo aprenda a diferenciar entre un objeto a otro en base a la clasificación como conjunto finito de etiquetas posibles. Estos modelos son representados en base a la clasificación binaria 0-1 de tipo multiclase, por ejemplo; Un modelo de regresión como salida de un valor real.

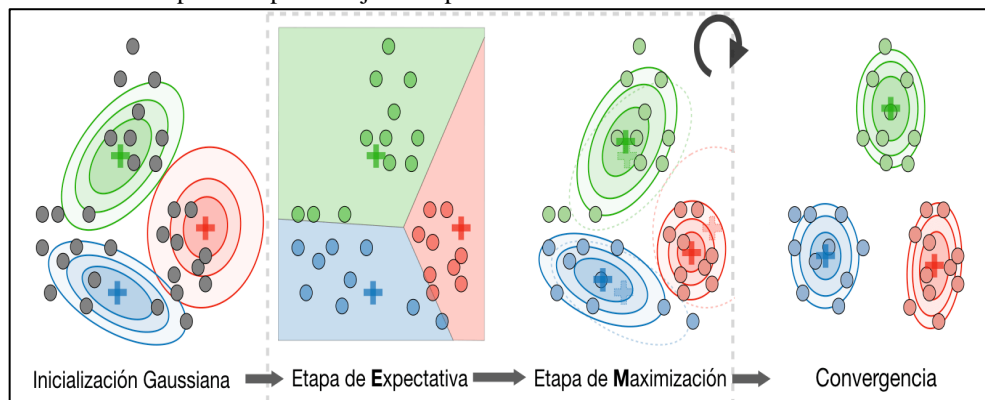
Estos agentes se desempeñan en la mejora de experiencia artificial permitiendo así que estos realicen un desarrollo hábil presente en el genotipo, lo que el aprendizaje de máquinas de un computador observara datos en base a la construcción de los modelos de inteligencia artificial lo que están cargados de datos mediante una estadística inferencial; incorporando preocupaciones de alta complejidad computacional, permitiendo así que este tipo de clases artificiales sean enfocadas al diseño de soluciones factibles a los problemas del mundo real (Rich, Knight, Calero, G, & Bodega, 1994).

Gráfico 12: Flujo del aprendizaje supervisado

Fuente: Diego Calvo, arquitectura de inteligencia artificial (2016)

8.9.2. Aprendizaje no supervisado

El aprendizaje no supervisado se complementa o trabaja con datos que no son etiquetados con suceso en el aprendizaje supervisado, lo cual no tendremos etiquetas que predecir. Estos algoritmos se implementan principalmente en la ejecución de tareas para el análisis de datos en la extracción de agrupación por afinidades.

Gráfico 13: Etapas del aprendizaje no supervisado

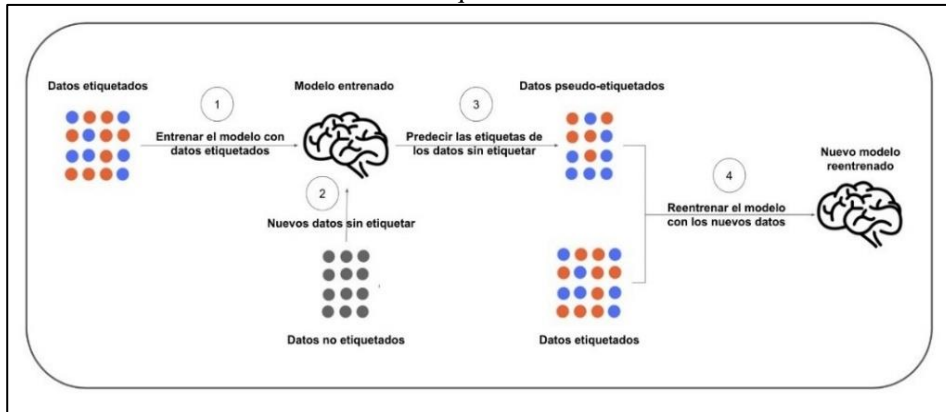
Fuente: Fuente: Diego Calvo, arquitectura de inteligencia artificial (2016)

8.9.3. Aprendizaje semi-supervisado

El aprendizaje semi-supervisado se identifica mediante el enfoque manual estructurado subyacente mediante datos, esto quiere decir que tienen la misma etiqueta de identificación en sus algoritmos que solo dispone la incorporación de una estructura de datos semi-etiquetados, cual objetivo es que estos ayuden a evaluar las distintas iteraciones del algoritmo y así buscar los parámetros óptimos

en resultados analizados, queda demostrado que el uso de datos no etiquetados junto a una pequeña cantidad de etiquetas puede mejorar y optimizar considerablemente la precisión del tiempo de respuesta y predicción tanto de los modelos supervisados como los no supervisados (Ibáñez & Granados, 2019).

Gráfico 14: Elementos distribuidos no etiquetados

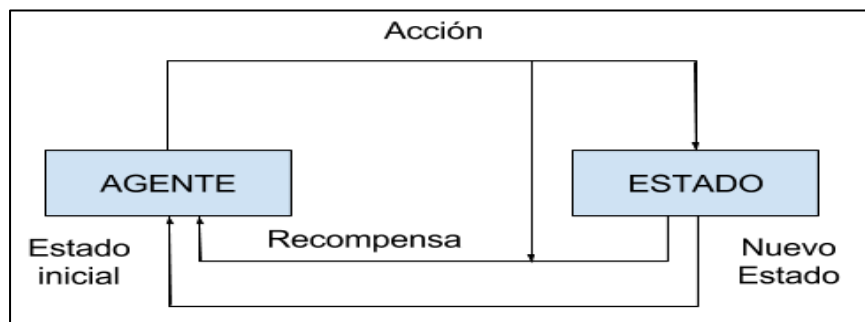


Fuente: Diego Calvo, arquitectura de inteligencia artificial (2016)

8.9.4. Aprendizaje por refuerzo

El aprendizaje por refuerzo es método de entrenamiento artificial automático que se basa en la comparación de penalizar lo no deseado, aplicando este tipo de aprendizaje es capaz de percibir entornos y acciones para obtener una prueba y un error fijando así los objetivos por la cual tiene que responder ante una solución óptima, esto hace que la herramienta sea potente ante la resolución de problemas de datos en base a una información previamente proporcionada en la toma de decisiones; siempre y cuando dependiendo de la solución donde se ajuste (Ibáñez & Granados, 2019).

Gráfico 15: Estado y acción de un ciclo de entrenamiento artificial



Fuente: Fuente: Diego Calvo, arquitectura de inteligencia artificial (2016)

8.10. Inteligencia artificial aplicada a la detección de tumores pulmonares

La inteligencia artificial en la aplicación de la detección de tumores a nivel pulmonar, permite a los algoritmos basados en modelos deep learning conseguir resultados mediante tomografías de tipo DICOM, estas se pueden diagnosticar con los métodos ya existentes, el cáncer (Tumor) del pulmón

es la causa de muerte más común a nivel mundial representando el 1.8 Millones de habitantes en su mortalidad tras diagnosticarse en una fase no temprana para la prevención en su avance cancerígeno (Reyes, 2015).

La aplicación de la inteligencia artificial permite apoyar mediante software el cribado del tumor del pulmón, obteniendo así de manera ágil la información en base a las predicciones representadas en la eficiencia y método ágil para ayudar a identificar más pacientes con este patógeno no benigno de manera temprana. Comúnmente los modelos de deep learning se basan en el reconocimiento y clasificación de imagen mediante tomografías computarizadas DICOM o TAC, estas se utilizan para detectar los signos de tumores pulmonares de manera visual, pero con la implementación de algoritmos artificiales ejecutados en software biomédicos para la detección del tumor, permitirán que estos sean explorados en busca de los signos de cáncer que puede ser de tamaño diminutos (AreaMedica, 2021).

El objetivo de la inteligencia artificial aplicada a la detección de tumores pulmonares no busca sustituir a los radiólogos o al área oncológica, si no se basa en la proporción de herramientas que permitan detectar los primeros signos cancerígenos del pulmón mediante la obtención de información del signo maligno para ayudar a los pacientes que deben ser investigados a profundidad (Soriano, 2019).

8.11. Imágenes DICOM

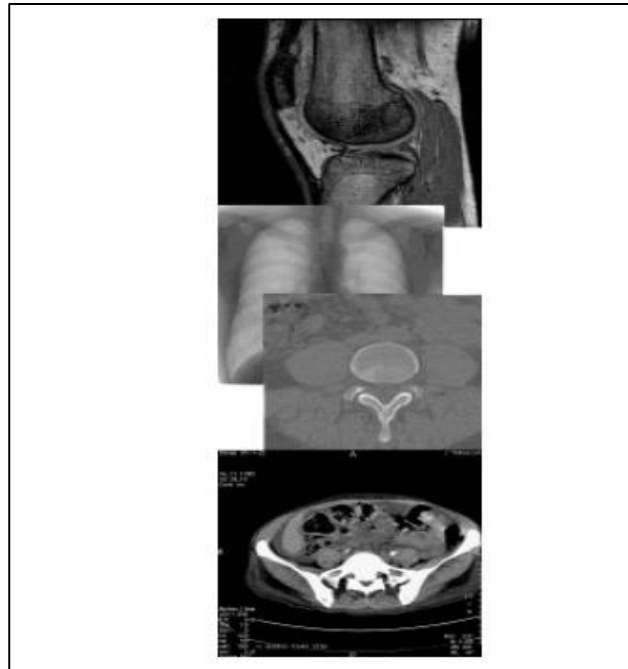
El estándar DICOM es el mecanismo de codificación, almacenamiento y transmisión de imágenes aceptado universalmente por la comunidad médica. La cabecera de este formato, extremadamente rica, permite almacenar información sobre el paciente, las condiciones en las que se tomó la imagen. DICOM es un formato de fichero para imágenes médicas. Lo que pretende ser un estándar completo que cubra todas las necesidades de almacenamiento, pero también transmisión, comunicaciones en general e impresión. De esta forma, se integran los equipos médicos encargados de la obtención de imágenes para visualizar las imágenes (Colomar,2018).

El estándar DICOM facilita la interoperatividad de los equipos de imágenes médicas especificando sus elementos:

- **Comunicación:** Este tipo de fichero contiene un conjunto de protocolos seguidos por dispositivos compatibles de manufactura médica.
- **Comandos de información:** Proporciona una semántica de información asociada que puede ser intercambiable en el uso de protocolos de información.

- **Comunicación de datos:** Son conjuntos de servicios por la cual permiten el almacenamiento de ficheros de datos, permitiendo así que la estructura DICOM facilite el acceso a la información de esa tomográfica.

Gráfico 16: Imagen DICOM



Fuente: Herrera Jorge, imágenes de tipo DICOM (2016)

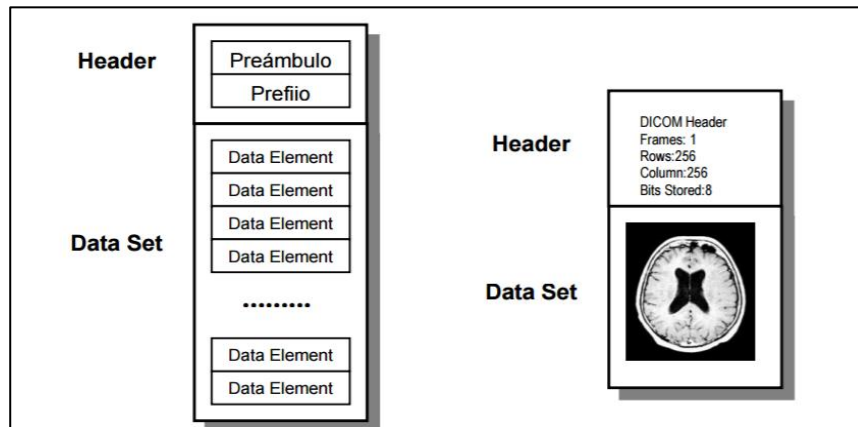
8.11.1. Fichero DICOM

El formato de imagen DICOM contiene una gran cantidad de información entre los campos que se especifican como cabecera, así estos tipos de imágenes permiten una multitud de formatos admisibles mediante la aplicación de un tamizaje electrónico en base a cuatros partes diferenciales (Colomar,2018).

- Estilo de prólogo y prefijo identificativo del fichero.
- Estructura de metadatos- cabeceras.
- Cabecera total.
- Imagen en formato vista como elemento de cabecera.

8.11.2. Preámbulo identificativo del fichero DICOM

El preámbulo tiene un tamaño fijo de 128 bytes, y está pensado para tener un uso definido por la implementación que puede tener información que permita a aplicaciones acceder directamente a los datos de la imagen almacenada en el fichero. El prefijo consiste en cuatro bytes que contienen la cadena de caracteres DICOM, lo que permite que esta cadena de datos sea codificada con una sintaxis en mayúscula usando caracteres mediante la normativa ISO 8859 G0 (Colomar,2018).

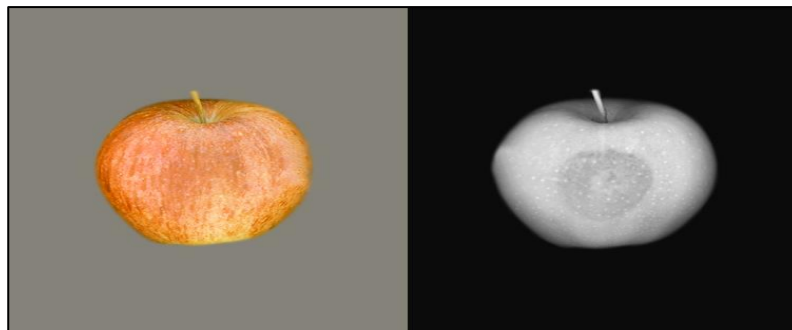
Gráfico 17: Estructura de imagen DICOM

Fuente: Herrera Jorge, imágenes de tipo DICOM (2016)

8.12. Modelo de imagen espectral

Dentro de la texturización de una imagen en visión artificial se la conoce como imagen espectral o transformación de Fourier que dentro de su descripción de información hace referencia a “Global”. En las texturas de manera general se representan por modelos espectrales, lo que contiene características para ser identificadas o clasificadas (Jiménez, 2015).

- **Localización:** La localización hace referencia a los picos de frecuencia de una imagen espectral, siendo así que estas frecuencias se basen en los periodos espaciales mediante los patrones de imágenes.
- **Eliminación de componentes:** Con esta característica los componentes establecidos en niveles espectrales son periódicamente eliminados mediante la aplicación del filtro en Fourier, significado que este solo puede dejar componentes técnicos en base al seleccionado estadístico.

Gráfico 18: Modelo de filtro Fourier aplicado en imagen DICOM

Fuente: Herrera Jorge, imágenes de tipo DICOM (2016)

8.12.1. Pre-Procesamiento de imagen

El pre procesamiento de imagen consiste en dos tareas, la primera en que la entrada de los patrones convierta escalas grises utilizando la norma euclidiana lo cual aplica un factor escala que asegura

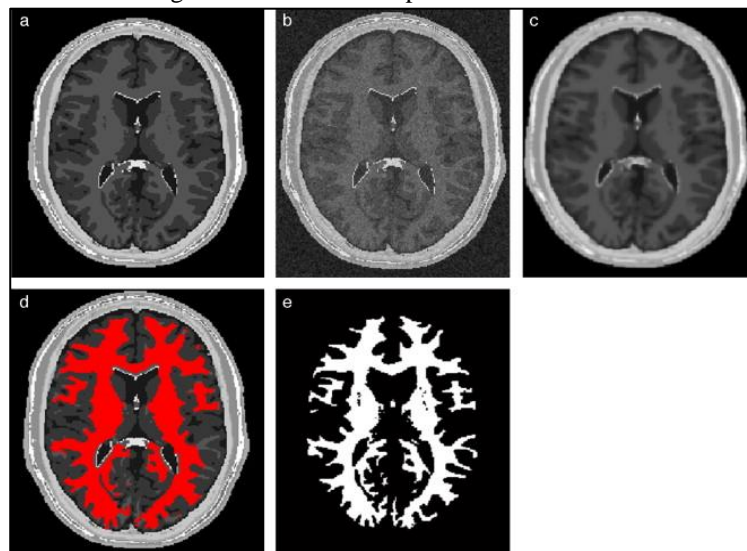
el rango de valores por píxeles, permitiendo así que las salidas de imágenes limiten el rango de los valores de entrada (Cañas, Valencia, Restrepo & Holguín, 2007).

Mediante el segundo procedimiento es necesario que cumpla con los procesos que detecten patrones establecidos dentro de una zona de interés. Para ello se aplica el método de sustracción de fondo, lo que establecerá mediante el cálculo computacional aborde la imagen de píxeles en color gris de una materia bajo los cambios de iluminación y sustracción capturando así los frames actuales de cada imagen manteniendo la diferencia de una sustracción de capa por objeto (Cañas, Valencia, Restrepo & Holguín, 2007).

8.12.2. Segmentación

El proceso de la segmentación de imagen se refiere a separar los elementos a seleccionar, lo cual se emplea un barrido de densidades de tipo binario de la lectura de imagen, esto emplea un umbral que aprovecha las características de manera óptima; el objetivo en la aplicación de segmentación es automatizar los píxeles mediante el proceso de matizaje de lienzo de la imagen, proporcionando el agrupamiento (clustering) de los elementos mediante la adquisición de los frames (Cañas, Valencia, Restrepo & Holguín, 2007). Para refinar los resultados de optimización de la segmentación y eliminar píxeles aislados en la imagen, se debe aplicar la etapa de filtrado espacial no lineal, implementada mediante la operación morfológica conocida como closing.

Gráfico 19: Segmentación en base a píxeles Fourier



Fuente: Herrera Jorge, imágenes de tipo DICOM (2016)

8.12.3. Extracción de características de imagen

La extracción de características representa a los atributos seleccionados de cada imagen para que esta pueda ser detectada con mayor precisión en alto nivel debido a la variedad que puede darse en

el estudio de una célula, membrana o tejidos. Sin embargo, no todas las extracciones de características de imagen son gratificantes, lo cual existe un número excesivo que puede incrementar la complejidad del clasificador artificial y así degradar constantemente el rendimiento de los algoritmos artificiales (Gonzales, Rafael, Woods, Richard & Eddins, 2004).

Para realizar el reconocimiento de un elemento dentro de una imagen es necesario extraer la información de características o atributos que permitan ser representados y describirlos mediante las variables de color, tamaño y posición. Por lo tanto, de manera automática obtendremos los valores de contornos que son los siguientes:

8.12.4. Descripción de contorno de extracción de imagen

- Valores de contorno
- Códigos representados en cadena.
- Aproximación polinomial variable.
- Esqueletización.
- Descripción del filtrado de Fourier.

8.12.5. Descripción por región de extracción de imagen

- Momentos
- Descripción topológica
- Texturización.
- Correlación en base a la descripción de similitud.

8.13. Matlab

Matlab es un entorno de desarrollo de lenguaje de programación de cálculo de cuarta generación que se desarrolló con el objetivo de encontrar alternativas para la utilización de computación numérica mediante la implementación de matrices de datos. Matlab hoy en día incluye el procesamiento de cálculos matriciales, desarrollo y ejecución de algoritmos de inteligencia artificial mediante visión computarizada y creación de interfaces UI y visualización de datos en tiempo real (Moler, 2014).

8.13.1. Características de Matlab

- Fácil desarrollo de simulación e implementación científica mediante el lenguaje de programación de cálculo basado en C++.
- Amplia funcionalidad en su caja de herramientas.

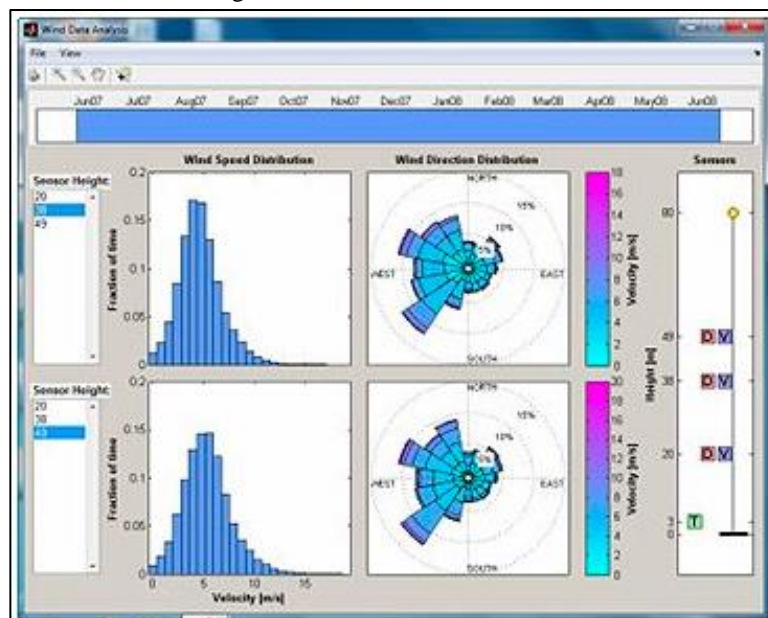
- Alta eficiencia de compilación en investigación científica.
- Plataforma independiente.

El entorno de desarrollo se extiende para así resolver clases particulares de problemas como: procesamiento de señales, diseño de sistemas de control, simulación de sistemas dinámicos, identificación de sistemas, redes neuronales y otros. La característica más importante de MATLAB es su capacidad de crecimiento. Esto permite convertir al usuario en un autor contribuyente, creando sus propias aplicaciones.

8.13.2. Matlab GUI

Matlab GUI conocido como (interfaces gráficas de usuario o interfaces de usuario) permite el control del usuario dentro de un software en desarrollo dentro de los entornos de Matlab, permitiendo así la eliminación de aprender un determinado lenguaje de programación o lenguaje de cálculo con el fin de ejecutar una aplicación. Las aplicaciones basadas en Matlab son programas con su propia autonomía mediante un frontal grafico dirigido al usuario permitiendo así la automatización de las tareas de cálculo. Por lo general la GUI contiene controles instalados como Curve Fitting, Signal Processing y Control System ToolBox que permiten crear interfaces personalizadas para su fácil uso (Mathworks, 2017).

Gráfico 20: Interfaz gráfica Matlab GUI



Fuente: Matlab, herramientas de Matlab GUI (2020)

8.14. Axes2pix

Axes permite establecer coordenadas en pixeles a través de los ejes mediante una coordenada intrínseca llamada (pixel), esto tiene como objetivo que los métodos establecidos permitan la

conversión entre coordenadas mundiales e índice matricial para obtener el tamaño de una imagen, haciendo una referencia espacial mediante una configuración de compresión de imagen a través del factor de píxeles (Mathworks, 2017).

La aplicación de la herramienta Axes para fines ilustrativos e inteligencia artificial permite establecer parámetros de extensión de imagen arbitrario mediante las direcciones de coordenadas -y-.xy mediante el desplazamiento de píxeles, lo cual de manera automática los ejes se colocan en simultáneo en tiempo real a través del número de filas y columnas de las imágenes mediante ejes de conversión, colocando así la comprobación de elementos extrapolares desde una coordenada negativa llamada “Función Responsable”.

Gráfico 21: Compresión de imagen a través del factor de píxeles



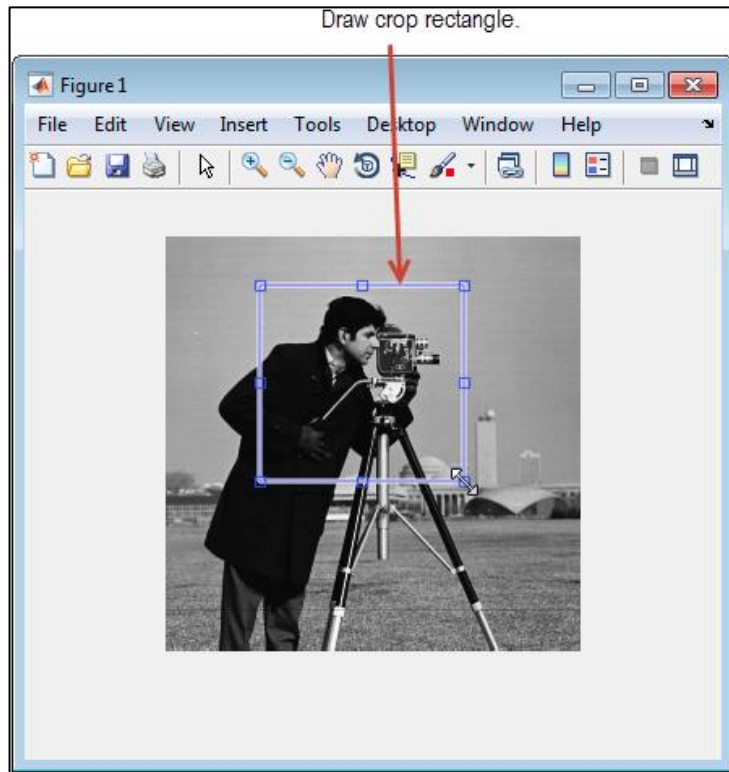
Fuente: Matlab, herramientas de Matlab GUI (2020)

8.15. Imcrop

Imcrop es una herramienta interactiva que permite recortar una imagen o elementos seleccionados asociados a una muestra basada en píxeles, mediante la aplicación de la sintaxis este complemento bloqueará la línea que complete la operación para que devuelva la imagen recortada. Este elemento mostrará una ventana figurada para recortar las asociaciones de imágenes a gran escala, mostrando como salida una imagen true color píxeles (Mathworks, 2017). Imcrop permite establecer una indexación de imagen mediante una figura en el mapa de colores en base al rectángulo de recorte lo cual se representa como un vector de forma especificada a un tamaño y posicionamiento de una imagen en base a las coordenadas asignadas del usuario como entrada de datos. Al aplicar Imcrop

en una imagen se debe tener en cuenta que esta herramienta corresponde a la toma del ancho y alto de la imagen de manera especificada, esto da como muestra que la imagen recortada esta indexada a un mapa de colores según la posición y dimensiones en el recorte del rectángulo que devolverá un valor.

Gráfico 22: Indexación de imagen mediante una figura



Fuente: Matlab, herramientas de Matlab GUI (2020)

8.16. Imcontrast

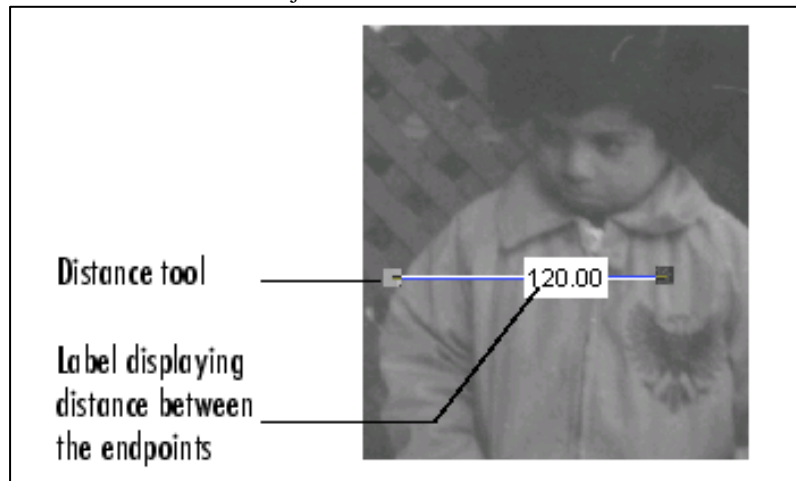
La herramienta Ajustar contraste es una herramienta interactiva de ajuste de contraste y brillo que puede utilizar para ajustar la asignación de negro a blanco utilizada para mostrar una imagen en escala de grises. Imcontrast ajusta el contraste en una figura independiente asociada a la imagen en escala de grises de la figura actual, denominada imagen de destino (Mathworks, 2017).

Para la aplicación de la configuración de Imcontrast en base a los histogramas de escalado a la pixelación de una imagen, deben ser representados la alta calidad junto a los valores como el brillo mínimo y máximo en coordinación de una imagen en el espacio de trabajo con el ajuste automático, especificando así el controlador de la figura en la manipulación de los objetos como un eje, uipanel o gráficos de la imagen cargada mediante los identificadores de escalas grises.

8.17. Imdistline

Un objeto es un tipo que encapsula una herramienta Distancia, que consta de una línea interactiva sobre una imagen, emparejada con una etiqueta de texto que muestra la distancia entre los puntos finales de un elemento, basado desde el control de un objeto primario hasta obtener coordenadas de puntos entre el eje x-y (Mathworks, 2017).

Gráfico 23: Distancia de ejes X-Y



Fuente: Matlab, herramientas de Matlab GUI (2020)

Para la utilización de Imdistline se debe tener en cuenta que la distancia focal sea colocada por los punteros de los ejes x-y, mediante la compactibilidad de un menú contextual que permite controlar los valores de aspectos funcionales en tema de apariencia entre exportación de datos hasta la especificación de restricciones de ejes horizontales y verticales.

8.18. Getimage

Getimage permite el intercambio de datos entre ejes, devolviendo así los datos primarios de una imagen mediante el contenido de los objetos proporcionados mediante la devolución de valores de una extensión en la dirección de la imagen.

La herramienta permita establecer la importación de datos en el espacio de trabajo de Matlab GUI con la carga de una imagen que se muestre en la aplicación de manera directa bajo los parámetros de compactibilidad utilizando así una variable de espacio que contenga los datos de un objeto o figura a mostrar (Mathworks, 2017). Getimage mantiene los argumentos de salida representado mediante la variable de tipo bandera, consolidando así que los identificadores o ejes de una figura se unifiquen entre varias imágenes mediante la extensión de un objeto como vector numérico de dos elementos a procesar.

Tabla 5: Valores de objetos de una imagen

Bandera	Tipo de Imagen
0	Imagen que devuelve una matriz vacía.
1	Imagen de tipo indexada en un eje vacío.
2	Imagen con alta intensidad de valores de rango estándar entre valores de [0,1]
3	Datos de alta intensidad, pero no en el rango estándar.
4	Imagen de tipo de color RGB.
5	Imagen de tipo binaria.

Fuente: Realizado por los investigadores

8.19. IptPoint Behavior

IptPoint Behavior es una sintaxis que devuelve a la estructura el comportamiento del puntero o elementos asociados a un objeto de gráficos.obj. Contiene una estructura de comportamiento de puntero en formato bandera y tipo de imagen en los ejes de identificación en base a la función que interactúan con el administrador de punteros de una figura para que sea controlada en la interfaz gráfica de un software informático en la usabilidad del usuario (Mathworks, 2017).

Tabla 6: Elementos bandera de un tipo de imagen

Bandera	Tipo de Imagen
enterFCN	Esta estructura es solicitada cuando el puntero del mouse retorna la precisión sobre un objeto.
TraverseFCN	La función representa al puntero del mouse cuando se hace un llamado dentro de un elemento.
ExitFCN	Se llama cuando el puntero sale de un objeto ya seleccionado.

Fuente: Realizado por los investigadores

9. HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis nula

La implementación de sistemas biomédicos complementados con la inteligencia artificial y el uso de tecnologías orientadas a la detección de tumores pulmonares no brindan excelentes resultados, para tomar las decisiones adecuadas para reducir su alcance en el paciente.

9.2. Hipótesis alternativa

La implementación de sistemas biomédicos complementados con la inteligencia artificial y el uso de tecnologías orientadas a la detección de tumores pulmonares brindan excelentes resultados, por

lo tanto, los médicos especializados en oncología podrán tomar las decisiones adecuadas para reducir su alcance en el paciente.

10. METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN

10.1. Métodos de Investigación

10.1.1. Metodología Documentada

La metodología documentada permite en el desarrollo de la investigación considerar bases teóricas de investigaciones donde se está analizando la problemática planteada del proyecto de investigativo, aplicado a la detección de tumores pulmonares mediante radiografías DICOM (*Estándar de transmisión de imágenes*), cual información cuenta con el respaldo de artículos científicos y libros orientados a la oncología y biomédica aplicada en el área informática.

10.1.2. Método analítico sintético

En el proceso investigativo, el método analítico sintético permitirá que los investigadores lleguen a la autenticidad de los hechos, lo que se recopilará elementos de observación de en la problemática de la investigación planteada, como la aplicación de inteligencia artificial basada en modelos deep learning en la oncología médica dentro del diagnóstico de tumores pulmonares, lo que aprobará en el desarrollo investigativo aplicar un análisis a profundidad del tema para así obtener buenos resultados.

10.1.3. Método deductivo

La aplicación de la metodología deductiva permitirá especificar e identificar los atributos del tema “Desarrollo de software biomédico mediante modelos deep learning para la detección de tumores pulmonares en la aplicación de procesamiento de imágenes espectrales para el departamento médico de la universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná.”, obteniendo así las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados, logrando que la información sea relevante para el proyecto de investigación.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Investigación bibliográfica

La base teórica técnica está respaldada mediante artículos científicos sobre el tema planteado “Desarrollo de software biomédico mediante modelos deep learning para la detección de tumores pulmonares en la aplicación de procesamiento de imágenes espectrales para el departamento médico de la universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná.”, permitiendo que la información

sea sintética en base al respaldo de consultas, citas bibliográficas, revistas científicas y sitios web informativas; lo que consiente al desarrollo investigativo de manera profunda y técnica sobre el objeto de estudio de la investigación.

10.2.2. Investigación Aplicada

Los procesos investigativos generan altos conocimientos centralmente en el área de la inteligencia artificial y la biomedicina con la propuesta planteada “Desarrollo de software biomédico mediante modelos deep learning para la detección de tumores pulmonares en la aplicación de procesamiento de imágenes espectrales para el departamento médico de la universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná.”, estableciendo procesos técnicos en el uso de herramientas para el desarrollo de modelos de deep learning en la detección de tumores pulmonares.

10.3. Técnica de investigación

10.3.1. Entrevista

Se realizó la implementación de un cuestionario como herramienta guía de preguntas que fueron elaboradas para plantear al entrevistado y conocer su postura bajo criterio del desarrollo de la investigación. La entrevista se la realizó a la Dra. Mónica López Huayamabe, médico del departamento de bienestar universitario, lo cual se logró obtener información sobre los efectos que causan los tumores pulmonares en el ser humano y como se debe de tratar como objeto de estudio.

10.3.2. Encuesta

Mediante la aplicación de la encuesta asignaremos a la persona a una serie de preguntas y este debe responderlas, lo que facilita obtener información sobre las soluciones tecnológicas aplicadas a la biomedicina y oncología en la detección de tumores pulmonares mediante inteligencia artificial. Esta técnica se aplica de manera estructurada; lo que permite redactar preguntas de forma sólida y compuestas con el fin de obtener información de relevancia.

10.4. Población y Muestra

10.4.1. Población

Se desarrolló cálculos de la muestra a la población de la ciudadanía Lamanense, médicos y especialistas en oncología, personal administrativo y de servicios universitario. Para el análisis de los requerimientos se consideró la fuente de información y necesidades de implementar tecnología bioinformática en al área médica enfocada a detección de tumores pulmonares.

Tabla 7: Población

Indicadores	Población
Ciudadanos del Cantón La Maná.	120
Médicos de medicina general y especialistas en oncología.	12
TOTAL	132

Fuente: Personas encuestadas & médicos de clínicas privadas

10.4.2. Muestra

Para la definición en el tamaño de la muestra recurrimos a la aplicación del muestreo aleatorio que reside en dividir la población en estratos, indispensable para el cálculo en base a la siguiente fórmula para la obtención resultados.

Cálculo de la muestra de la segmentación obtenida 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 = 132

$E =$ Índice de error máximo admisible = 0,05

Desarrollo

$$n = \frac{132}{(0,05)^2 (132-1) + 1} \quad (2)$$

$$n = \frac{132}{(0,0025) (132) + 1} \quad (3)$$

$$n = \frac{132}{1.33} \quad (4)$$

$$n = 99 \quad (5)$$

Después de realizar los respectivos cálculos basados en la obtención de la muestra, se obtendrá como resultado un total de 99 personas con una población de 132 tomadas al azar entre números de habitantes del cantón La Maná y médicos especialistas.

10.4.3. Distribución de la muestra

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

Formula N° 2. Índice de proporcionalidad de la segmentación de ciudadanos del Cantón La Maná y grupo de médicos especialistas.

$$f = \frac{n}{N} = \frac{99}{132} = 0,7758620689$$

Tabla 8: Segmentación de población

SEGMENTACION	CANTIDAD	ÍNDICE	CANTIDAD
Ciudadanos del Cantón La Maná.	120	0,7758	90
Médicos de medicina general y especialistas en oncología.	12	0,7758	9
TOTAL	132	0,7758	99

Elaborado por: Los investigadores

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 9: 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
Médico en medicina general.	Medicina general	Entrevista	1	1
Segmentación de ciudadanos y médicos del cantón.	Suministra información	Encuesta	132	99

Elaborado por: Los investigadores

11.1. Resultados de la entrevista Aplicada

Mediante la entrevista realizada se obtuvo los siguientes datos:

La entrevista se realizó a la Dra. Mónica López Huayamabe, médico de bienestar universitario de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná, quien proporcionó información fundamental para el desarrollo de la propuesta del proyecto de investigación con el título “DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”.

Dicha entrevista permitió preparar todas las preguntas que se establecieron para así conocer sobre la importancia de la inteligencia artificial y la bioinformática en la medicina.

11.1.1. 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 10: Resultados de análisis e interpretación de la encuesta aplicada

Pregunta	Resultado	Análisis	Interpretación
1.- ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial hoy en día en el sector médico?	Si 65% No 34%	El 65% considera que es necesario aplicar inteligencia artificial en el sector médico para estudios investigativos, el 34% no necesita de su implementación.	Del 100% de la población encuestada el 65% dice que es necesario aplicar inteligencia artificial en el área médica para realizar el análisis y estudio en base a la detección de tumores pulmonares; el 34% contempla que no es necesario aplicar inteligencia artificial en la medicina para la detección de tumores pulmonares. 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.
2.- ¿Tiene sobre conocimiento sistemas para la	Si 40% No 60%	El 40% tiene conocimientos sobre los sistemas de detección de	Del 100% de la población encuestada el 40% ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones

detección de cáncer pulmonar?		enfermedades en el ser humano, en este caso la detección de tumores pulmonares, mientras el 60% desconoce absolutamente sobre el tema de implementación de tecnologías orientadas al estudio de las detecciones de tumores pulmonares.	biomédicas que detectan problemas de tumores pulmonares; mientras que el 60% no ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones orientadas a la biomedicina, en este caso la detección de tumores pulmonares en base a inteligencia artificial. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran desconocimiento de la población sobre tecnologías aplicadas en base a los aplicativos biomédicos orientado a la medicina oncológica.
3.- ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad?	Buena 55% Regular 22% Mala 23 %	El 55% tiene la experiencia en el uso de herramientas tecnológicas han sido buenas, el 22% de uso regular y por último el 23% obtuvo una mala experiencia en la misma.	Del 100% de la población encuestada el 55% tiene experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad es buena; el 22% su experiencia con el uso de las herramientas tecnológicas fue regular; mientras el 23% 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 orientadas en todos los campos como salud y educación.
4.- ¿Qué conoce usted sobre la bioinformática aplicada a la detección de cáncer pulmonar?	Si 40% No 60 %	40% conoce sobre soluciones orientadas a la bioinformática en la detección de tumores pulmonares, mientras el 60% desconoce en lo absoluto del tema.	Del 100% de la población encuestada el 40% conoce sobre la biomedicina orientada a la detección de los tumores pulmonares en los seres humanos y su importancia mediante el uso de herramientas tecnológicas; el 60% desconoce sobre los servicios de la bioinformática orientada

			<p>en la detección del cáncer pulmonar. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un gran desconocimiento de la aplicación de bioinformática en la detección de cáncer o tumores pulmonares en base al posicionamiento y nivel de afectación pulmonar, lo cual se debe tener en cuenta que se debe capacitar a la población sobre el uso de herramientas TICS o tecnologías de la información; lo cual es de gran importancia su uso en la actualidad tanto a nivel de salud, educativo e investigativo.</p>
<p>5.- ¿Considera usted que se implemente un software biomédico para la detección del cáncer pulmonar a través de imágenes espectrales?</p>	<p>Si 70% No 30%</p>	<p>El 70% considera la aplicación de un software Biomedico orientado a la detección de tumores pulmonares mediante el procesamiento de imágenes DICOM, mientras el 30% de los encuestados dice que no es necesario que mediante la tecnología se detecte el cáncer pulmonar en los seres humanos que padecen de la enfermedad.</p>	<p>Del 100% de la población encuestada el 70% está de acuerdo en la implementación de un software Biomedico con inteligencia artificial para la detección y posicionamiento del tumor pulmonar mediante imágenes DICOM; mientras el 30% no está de acuerdo en la implementación de dicha solución para el análisis de tumores pulmonares. Tras conocer los resultados esto refleja que es necesario implementar una solución de inteligencia artificial mediante un software Biomedico para la detección del nivel de afectación pulmonar provocados por tumores.</p>

Elaborado por: Los investigadores

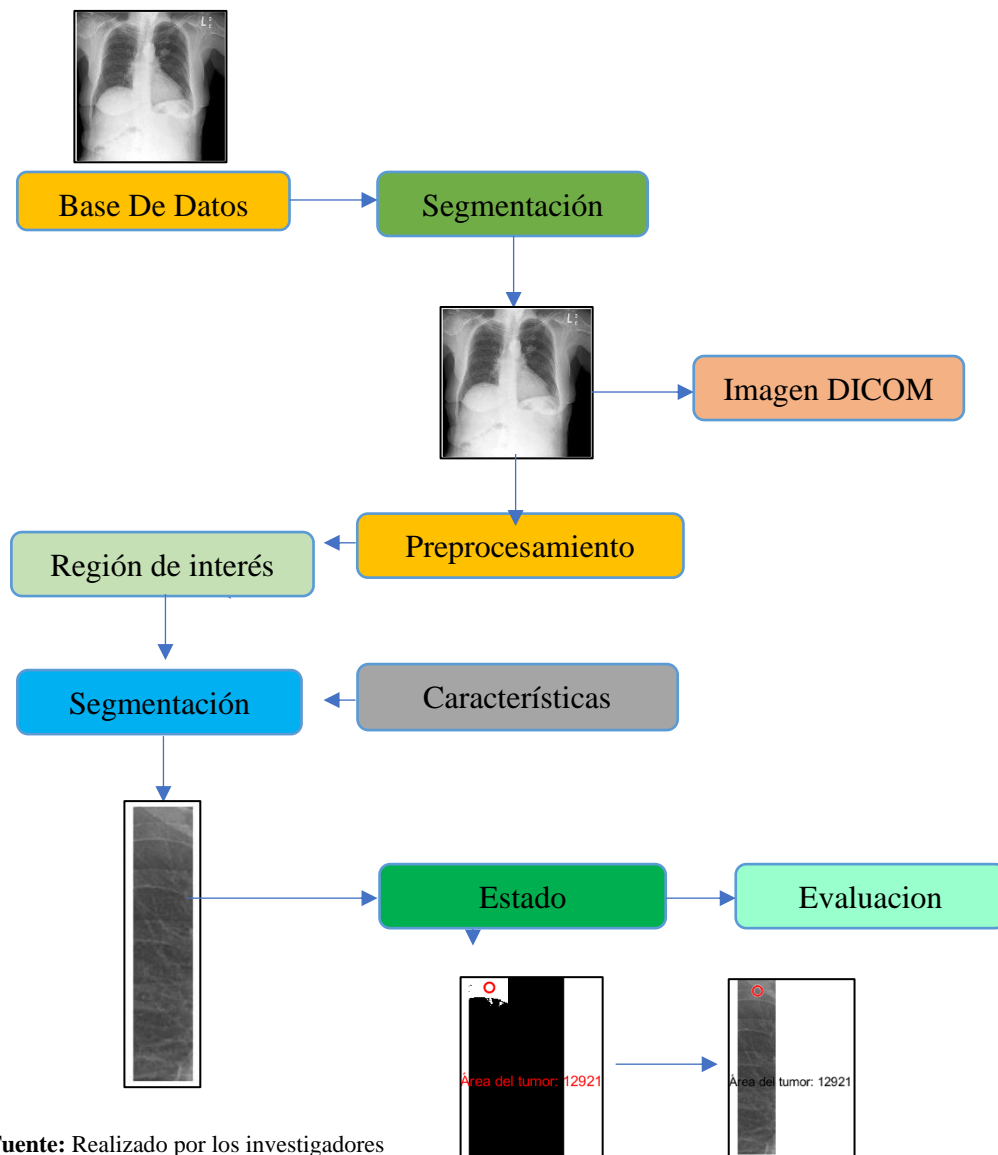
La Tabulación de los datos procesados mediante la encuesta aplicada se encuentra en el anexo 5.

12. DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA

12.1. Arquitectura de red neuronal para el procesamiento de la imagen digital

Para el desarrollo del software Biomedico hay que tener en cuenta que se debe aplicar una arquitectura de la red neuronal de nivel de software para visualizar así el funcionamiento del mismo, teniendo en cuenta varios aspectos técnicos al momento de establecer una arquitectura neuronal artificial orientada al procesamiento de una imagen digital hacer procesada.

Figura 1: Arquitectura de red neuronal para el procesamiento de imagen



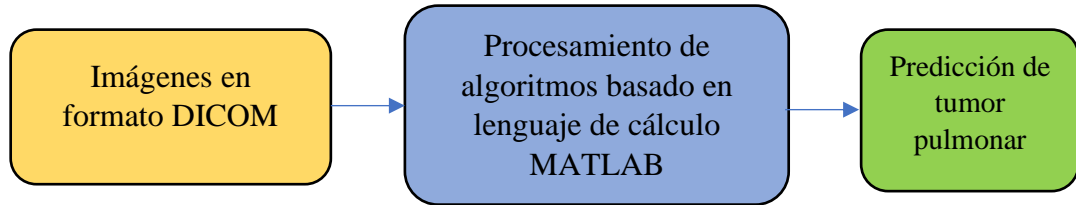
Fuente: Realizado por los investigadores

12.1.1. Obtención de datos para el entrenamiento neuronal

Para la obtención de datos en el proceso de entrenamiento de la red neuronal se consideró reconocer patrones de información, en este caso se procederá a tomar formatos de imágenes digitales de formato DICOM (Estándar de transmisión de imágenes médicas) proporcionadas para la unidad de investigación médica de la Universidad de Cambridge. Para proceder al entrenamiento de los

pixeles de las imágenes se estima la recolección en base a los datasets de una cantidad representada de 1100 recursos digitales.

Figura 2: Flujo para la obtención y procesamiento de datos

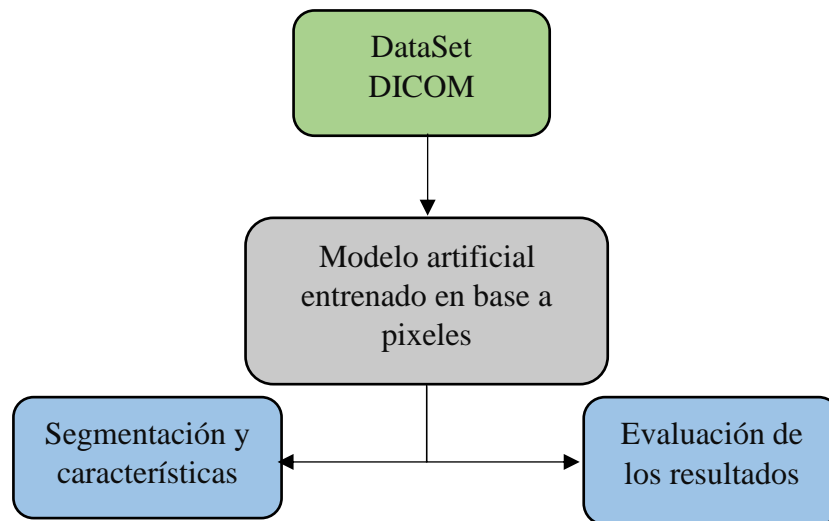


Fuente: Realizado por los investigadores

12.1.2. Entrenamiento en base a pixeles DICOM

Para el entrenamiento basado en pixeles de las imágenes DICOM, se consideró que el modelo de inteligencia artificial permita aplicar una reconstrucción de imágenes por pixel, siendo que en esta fase se aplicará un entrenaamiento del algoritmo especificando el área de interés a detectar. Para reconocer la información se proporcionará las imágenes DICOM; por lo tanto, se utilizará una cantidad de 1500 imágenes desde la fuente de datos, siendo que el entrenamiento se basará en pixeles suministrado por el algoritmo para que pueda reforzar el aprendizaje dentro de los alveolos pulmonares y área de interés seleccionada.

Figura 3: Entrenamiento en base a pixeles DICOM



Fuente: Realizado por los investigadores

La fase del entrenamiento del modelo artificial permitirá construir algoritmos de tipo deep learning, siendo que se procede a entrenar el algoritmo para la detección patológica de los alveolos pulmonares en el reconocimiento de la información, en el presente se va a proporcionar las imágenes DICOM; por lo tanto, se utilizara para los ciclos de entrenamiento 1800 imágenes digitales tomadas desde el DataSet que están suministradas por el algoritmo a entrenarse.

Gráfico 24: Definición de clase de tipo varargout

```

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Practica_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

```

Fuente: Realizado por los investigadores

El procedimiento para el entrenamiento del algoritmo o modelos de deep learning son aplicados y suministrados mediante imágenes médicas, en este caso imágenes digitalizadas de formato DICOM contempladas en una ejecución de 90 ciclos de entrenamiento para optimizar la detección del tumor pulmonar en base al área y posicionamiento del mismo en base a la predicción de patrones.

Gráfico 25: Ciclos de entrenamiento del modelo deep learning

```

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: 8.1208e-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

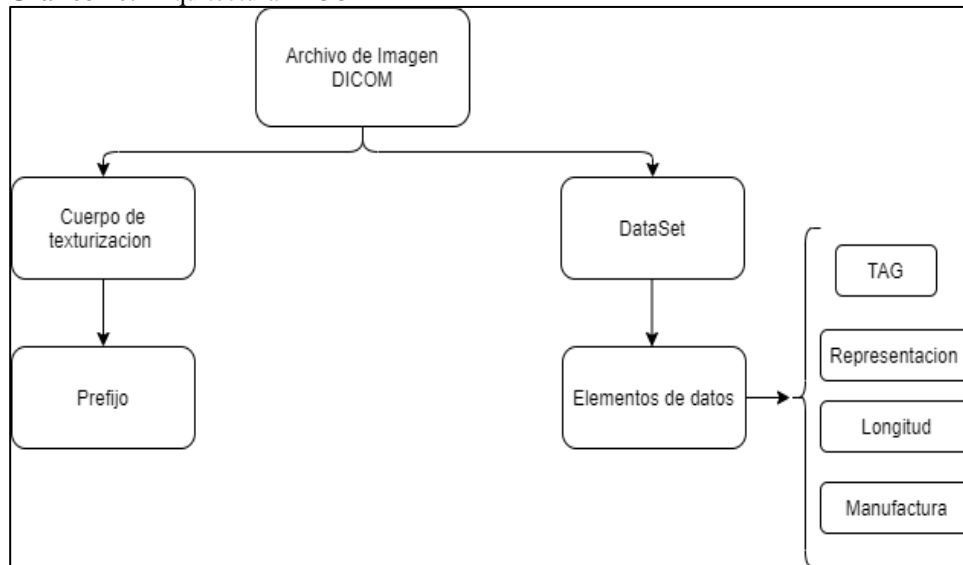
```

Fuente: Realizado por los investigadores

Mientras exista un mayor número de imágenes que provee la clase, existirá mayor posibilidad de que la inteligencia artificial comprenda y clasifique el tumor a detectar en base a la salida de información como predicción. Este proceso de entrenamiento artificial es de manera automática, lo que se va a repetir en un determinado número de ocasiones para el reconocimiento de los patrones hacer procesados; adoptando así el grado de error para obtener resultados óptimos.

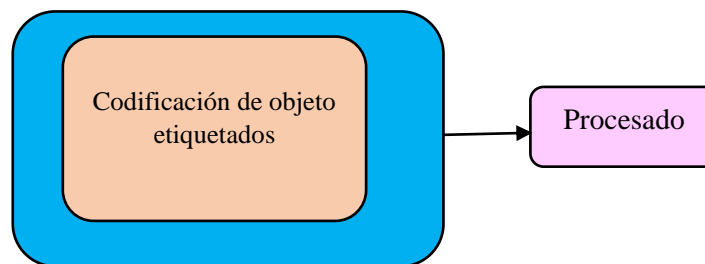
12.2. Arquitectura DICOM

Para determinar el tipo de imagen que se va a procesar en el software Biomédico debemos tener en cuenta su arquitectura y composición de la misma, sin embargo, cabe recalcar que dentro de los modelos ya entrenados se estableció una clase de tipo varargout que solo admita dicho formato, en este caso es DICOM (Estándar de transmisión de imágenes).

Gráfico 26: Arquitectura DICOM

Fuente: Realizado por los investigadores

Para establecer la jerarquía de la información de las imágenes DICOM es necesario realizar un filtrado de información para su clasificación, facilitando el acceso a las variables y parámetros de interés dentro de un archivo a procesar. Por lo general las imágenes médicas de tipo DICOM son de extensión (*.dcm) diferenciándose por la estructura del cuerpo de texturización respaldada por una cabecera de 128 bytes como dato prefijo.

Figura 4: Estado de codificación de objeto

Fuente: Realizado por los investigadores

12.2.1. Obtención de información de imagen DICOM

Para la obtención de la información del archivo, en este caso la imagen de formato DICOM se debe considerar que se encuentra basada en una secuencia que representa objetos constituidos por elementos como, el tipo de manufactura donde se obtuvo la imagen, el tipo de escala que se procesa etc. Considerando que son valores codificados y clasificados mediante una etiqueta, cada etiqueta o cuerpo texturizado comprende en una referencia del Data Element que expresa la transferencia de un determinado tipo de compresión o pixel nativo.

Los datos de cada pixel son encapsulados y procesamos mediante un formato nativo, permitiendo que estos se codifiquen mediante el encadenamiento directo de bits. Cabe resaltar que los Data Elements que contiene la información de las imágenes digitales no siempre estarán definidos en su totalidad, para aquello se aplica un proceso mediante lenguaje de cálculo técnico para la extracción de información como valor o dato almacenado.

Gráfico 27: Sintaxis para extracción de Data Elements

```
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Practica_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @Practica_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
```

Fuente: Realizado por los investigadores

Aplicando el lenguaje de cálculo para la extracción de los Data Elements como información de las imágenes DICOM, se procede a dar lectura adecuada por elementos de Pixel Data lo cual es un proceso de almacenamiento de información como cadena de conversión mediante valores finales que son visibles en el software que va procesar la imagen.

Estos elementos característicos mediante el proceso de almacenamiento de información de Pixel Data son los siguientes:

- Fecha de archivo generado por la máquina de manufactura que procesa la imagen con su procedimiento llamado FileModeDate, lo cual se almacena en el Pixel Data para la extracción de información de la imagen.
- File Size para mostrar el peso del archivo de la imagen DICOM.
- Color Type muestra el tipo de binarizado o color de gamma de la imagen digital antes de ser procesada.
- Type Imagen solicita al Pixel Data que muestre el tipo de imagen DICOM a procesar.
- Manufacture hace referencia al tipo de maquina donde se realizó la tomografía para que esta sea procesada en el software a utilizar.

Gráfico 28: Características para la obtención de información

Características de imagen DICOM	
FileModDate	
FileSize	
ColorType	
ImageType	
Modality	
Manufacturer	

Al obtener la información mediante los procedimientos de Data Elements no siempre son definidos en su totalidad, por ello es importante saber que los archivos DICOM deben contener atributos específicos para su procesamiento de lectura de cada imagen digital.

Tabla 11: Elementos de grafico por elementos

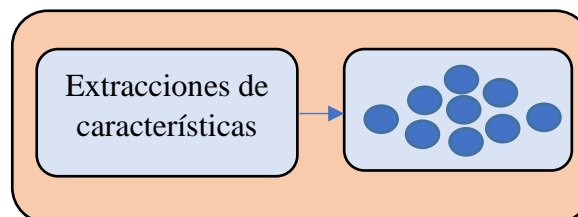
TAG	Descripción	TIPO
(0028,000222)	Numero de frames por pixel	INT
(0023.495111)	Representación de pixeles	INT

Fuente: Realizado por los investigadores

12.2.2. Extracción de características de imágenes

La extracción de características de imagen para la obtención de componentes hace referencia a las operaciones de convolución que se aplican en las redes neuronales, para la presente investigación se realizó qué; los patrones ya previamente procesados mediante inteligencia artificial respondan de manera automatizada la extracción de cada componente a solicitar como información

Figura 5: Extracción de características de imágenes

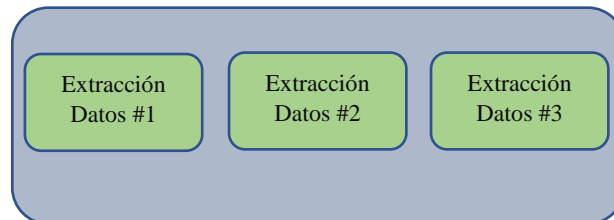


Fuente: Realizado por los investigadores

La forma de configuración que se aplicó a las capas internas de la extracción de características de imagen, lo cual se basó en los modelos predictivos ya entrenados con anterioridad para la aplicación

del tamizaje y gamma de las imágenes antes de la selección del área de interés a procesar como patología detectada. Los modelos de deep learning suministrarán de manera automatizada las capas de convolución, esto facilitará los procesos de una red neuronal.

Figura 6: Pesos de un modelo de clasificación



Fuente: Realizado por los investigadores

Mencionando que dentro del proyecto de investigación para aplicar el proceso de extracción de características y normalización de patrones como elementos de procesamiento en software se consideró lo siguiente:

- Datasets con una cantidad de 300 imágenes procesadas mediante Pixel Data.
- Modelo de inteligencia artificial para medir el posicionamiento del tumor como extracción de característica.
- Impacto de medición del modelo artificial para predecir tanto posicionamiento y barrido de imagen del tumor pulmonar.
- Data augmentation para la generación del procesamiento de un conjunto de datos como multiplicador de píxeles artificiales en la optimización de respuesta mediante software.

Gráfico 29: Codificación de extracción de características

```
set(handles.FileModDate, 'String', datestr(info.FileModDate));
set(handles.FileSize, 'String', info.FileSize);
set(handles.ColorType, 'String', info.ColorType);
set(handles.ImageType, 'String', info.ImageType);
set(handles.Modality, 'String', info.Modality);
set(handles.Manufacturer, 'String', info.Manufacturer);
set(handles.StudyDescription, 'String', info.StudyDescription);
set(handles.ScanOptions, 'String', info.ScanOptions);
set(handles.ManufacturerModelName, 'String', info.ManufacturerModelName);

set(handles.Fecha, 'String', datestr(clock));
```

Fuente: Realizado por los investigadores

12.3. Binarizar imagen

Para la aplicación del procedimiento de realce en la binarización de la imagen se debe ajustar el contraste de la imagen con determinados valores, para ello debemos considerar que estos límites

de binarización son permisibles, por lo tanto, se tiene que asegurar que las variables matrices sean de dimensiones filtradas. Dentro de la codificación de los elementos de binarización se considera que el formato de imagen que se va a procesar cumpla con el formato requerido, en este caso una extensión *.dcm que hace referencia a DICOM.

Para la aplicación de la binarización de la imagen por lenguaje de cálculo técnico se debe considerar lo siguiente:

- Que la lectura del fichero o archivo cumpla con el formato requerido para que este sea procesado en el software.
- En la declaración de variables debe ser de tipo global.

Gráfico 30: Codificación para la binarización de la imagen Postprocesada

```

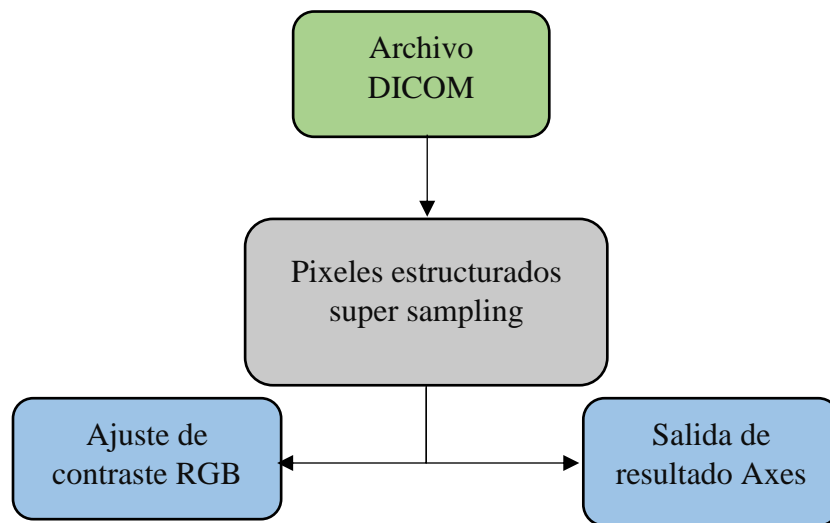
global I
global ArchivoI
[Arch,Dir]= uigetfile('*.dcm','Abrir imagen');
    if isequal(Arch,0)
        return;
    end
    ArchivoI=fullfile(Dir,Arch);
I = dicomread(ArchivoI); % Se lee la imagen formato Dicom del archivo
% I = rgb2gray(I); %Conversion de la imagen a Escala de Grises
    I = imadjust(I); %Aumento de Contraste
%     I=imread(ArchivoI);
    info=dicominfo(ArchivoI); %Adquiere la información del archivo DICOM
    % imagen original
axes(handles.axes3);
imshow(I);

```

Fuente: Realizado por los investigadores

12.3.1. Conversión de imagen a materia gris

A continuación, se especificará la codificación del estado de conversión de la imagen digitalizada a materia gris, esta técnica de post procesamiento de imagen permitirá que el software tome la estructura a leer, en este caso es una digitalización DICOM ajustando el contraste RGB en tonalidades oscuras-plomas en los elementos a seleccionar como área de interés.

Figura 7: Flujo de conversión de imagen a materia gris

Fuente: Realizado por los investigadores

Una vez especificado la tarea de realce de conversión de materia gris mediante gestión automática, la termografía se basará dependiendo de la codificación empleada para que sea ejecutada. Se debe tener en cuenta que este procedimiento pertenece a la binarización de imagen como complemento, en la estructura de programación toma los elementos de conversión de blanco a negro mediante la aplicación de la técnica Threshold para la remoción del fondo y que este pase por el flujo de conversión de materia gris para que sea procesada con las estructuras de densidad y solidez del color negro para que se visualice de manera más ajustada los alveolos pulmonares detectados.

Gráfico 31: Codificación de conversión de imagen a materia gris RGB

```

%% Binarizar Imagen
img = IR;
% bw = (img > 128); %Convierte la Imagen en Blanco y Negro
bw=imbinarize(img); %Aplica Threshold para Remover el Fondo
                    %de la Imagen y la Materia Gris/Blanca

                    %Cabe mencionar que en la imagen se muestra en Blanco
                    %las estructuras con mayor densidad o solidez y en Negro
                    %las estructuras antes removidas junto con el fondo
  
```

Fuente: Realizado por los investigadores

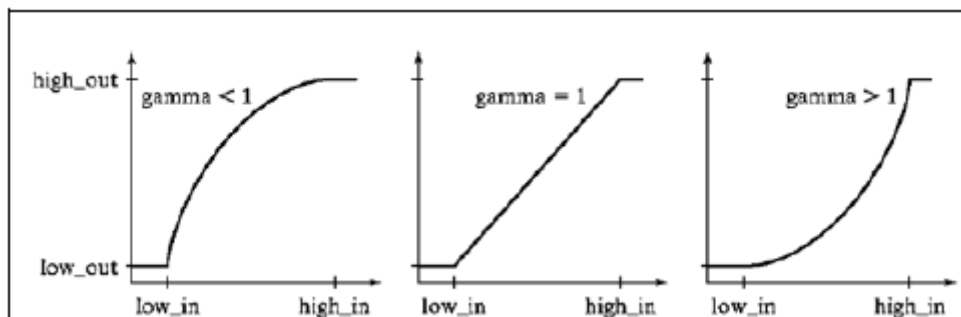
Una vez implementada la mejoría de contraste para el procesamiento de la imagen digital en automático, es posible que la función cumpla con el mapeado de pixelación con un determinado valor de corrección de gamma para así delimitar los límites de la matriz RGB permisible para este tipo de imágenes.

Gráfico 32: Imagen convertida en formato Gris

Fuente: Realizado por los investigadores

12.4. Propiedades de la región mediante pixeles

Para establecer las propiedades de la región de pixeles es importante conocer el aumento de contraste que permiten aplicar esta función, por lo tanto, al aplicar este proceso de regionalización de los pixeles se considera parámetros de (gamma) lo que permite representar en forma gráfica las etapas relacionadas con las imágenes antes de que esta cumpla con el procesamiento de barrido en densidades.

Gráfico 33: Escalas de visualización de corrección de gamma

Fuente: Realizado por los investigadores

Para facilitar esta tarea de procesamiento de la obtención de propiedades de la región por pixeles es importante aplicar filtros basados en objetos, esta propiedad añade una constante a una imagen transformándola así en un top-hat, lo que permite remover dimensiones para eliminar el ruido mediante la técnica estructural.

Gráfico 34: Codificación para ejecución de figura por región en pixeles

```

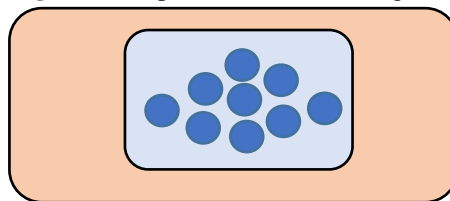
% --- Executes when figure1 is resized.
function figure1_SizeChangedFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to figure1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

Fuente: Realizado por los investigadores

12.4.1. Preprocesamiento de imagen

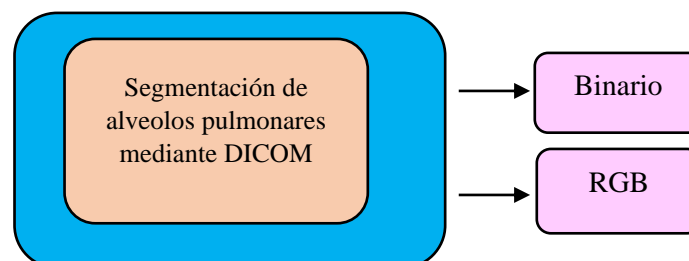
Para la técnica de pre procesamiento de imagen se debe considerar que son técnicas de dominio espacial, siendo que están directamente en ejecución sobre los pixeles de la imagen antes de ser procesada en los Axes. Una capa sobrepuesta en una imagen consistir que esta serie de valores predeterminados se generen por cada posición, es decir que la máscara de pixel se tiene que centrar en el filtro principal que sirve como parámetro de una imagen a tomar como referencia.

Figura 8: Preprocesamiento de imagen

Fuente: Realizado por los investigadores

12.4.2. Segmentación de región en interés

Para el desarrollo de la ejecución de la técnica de segmentación de imagen es necesario conocer que los elementos de las imágenes DICOM son extraídos mediante el segmentado, que es una codificación mediante programación de lenguaje de calculo que permitirá intercalar los tonos de color, blanco y negro en base a la binarización de niveles a intensidad media.

Figura 9: Flujo de segmentación de imagen

Fuente: Realizado por los investigadores

En los procesos técnicos para establecer la segmentación basada en histogramas, son representando mediante los atributos grises en base a una imagen DICOM de tipo R_4978, lo que permitirá visualizar los alveolos pulmonares mediante técnicas de barrido de densidad en texturización.

Gráfico 35: Codificación de segmentación para la región de interés

```

% --- Executes on button press in FileModDate.
function FileModDate_Callback(hObject, eventdata, handles) % --- Codificación de segmentación
% hObject    handle to FileModDate (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of FileModDate

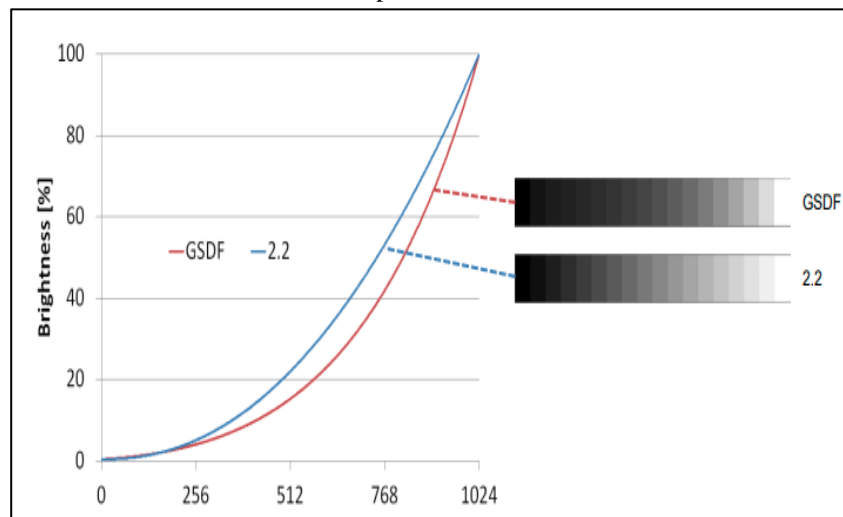
```

Fuente: Realizado por los investigadores

12.4.3. Ajuste de gamma de imagen DICOM pulmonar

Con los avances en la tecnología basada en el procesamiento de imágenes médicas, existe una variedad mayor volumen de datos en cada imagen a procesar. Como resultado, es cada vez más común utilizar modalidades de imágenes monocromáticas mediante una pantalla.

Sin embargo, existe un desafío técnico fundamental cuando se trata de mostrar monocromo, al tiempo que garantiza que las condiciones de visualización de la imagen sean adecuadas para cada proceso. Es decir, las imágenes monocromáticas deben mostrarse con gamma estandarizada, incluyendo características como las imágenes DICOM (Imágenes digitales y comunicaciones en medicina) cuyo formato generado por una manufactura a nivel de hardware, permitirá que este tipo de archivo pueda ser tratado en base a determinados procesamientos de contraste monocromáticos a diferencia de los formatos tradicionales como JPG-PNG que no brindan ningún tipo de información para ser manipulada o procesada.

Gráfico 36: Nivel de brillo en la aplicación de contraste GAMMA

Fuente: EIZO. Consideraciones técnicas para la aplicación de GAMMA (2017)

Una vez aplicado el flujo de segmentación para el trazado de los alveolos pulmonares haciendo referencia del tumor, se procede aplicar la extracción de gamma para la localización de interés de

la region a analizar. Cabe recalcar que para obtener el ajuste de gamma es necesario que se cumpla las fases de binarizacion de imagen, extraccion y segmentacion de imagen. Estos resultados son visualizados mediante un elemento espectral extraido de una imagen DICOM. Para realizar el ajuste de gamma mediante umbralizacion es importante considerar las funciones mediante atributos en la codificación de la siguiente manera:

- La función `regionprops` permite transformar un espectro de técnica de binarizacion de umbral, permitiendo así que todos los elementos estén entrelazados entre sí.
- `Solidity` permitirá que los pixeles se ajusten a los valores de gamma mediante atributos binarios, produciendo así que la imagen entrelazada sea lo más optima posible para que el barrido de densidades en base a una texturación sea eficaz.

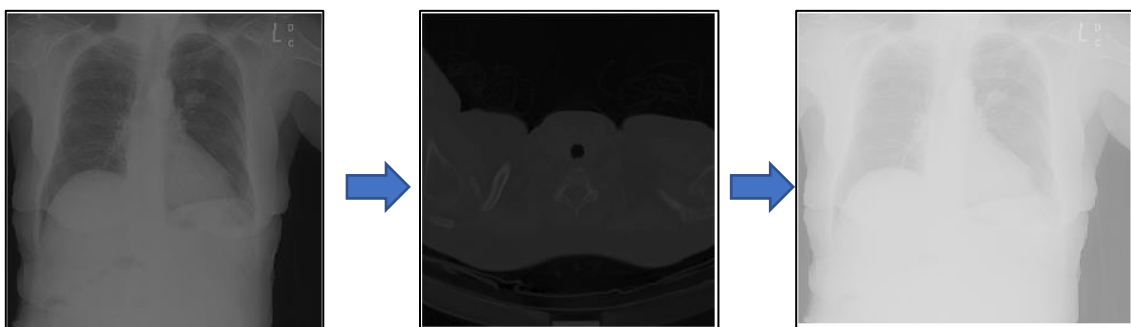
Definidos los atributos se procede a la codificación de la característica de gamma, teniendo en cuenta que mediante esta función obtenemos atributos o propiedades específicas de la imagen procesada mediante la técnica de binarizacion como proporción de pixeles de un área determinada.

Gráfico 37: Ajuste de gamma de imagen DICOM

```
lbl = bwlabel(bw);           %Regiones Etiquetadas
propiedades = regionprops(lbl, 'Solidity', 'Area'); %Mediante esta función
                        %obtenemos las propiedades especificas de la imagen binaria
                        %solidity es la proporción de pixeles de un area.
                        %Para el craneo, solidity será muy bajo
solidity = [propiedades.Solidity]; %Obtenemos la proporción de los pixeles
```

Fuente: Realizado por los investigadores

Gráfico 38: Aplicación de GAMMA



Fuente: Realizado por los investigadores

12.4.4. Selección del área de interés

Realizado el procedimiento de ajuste de gamma para la aplicación en imágenes DICOM, se establece la selección del área de interés. Esta interacción se aplica mediante programación de lenguaje de cálculo en conjunto con definición de atributos tanto de eje x-y. Para la aplicación de

la selección del área de interés debemos considerar la función de atributos a definir para generar la interacción del elemento que va ser representado mediante un Axes:

- El atributo figure permite tomar la reconstrucción de una imagen DICOM, haciendo la simulación de una máscara Postprocesada para la generación de los ejes Axes.
- La definición del atributo ginput obtendrá la entrada de la imagen ya preparada para ser seleccionada antes de ser procesada por el barrido de densidades.
- IR permitirá obtener áreas de una imagen DICOM para seleccionar el área de interés a procesar, interpretando así pixel por pixel.

Definidos los atributos en la clase para la generación del área mediante los ejes x-y, se procede a la programación que permitirá aplicar desde la entrada del dato (Figure) hasta la visualización de la imagen seleccionada como parte del área de interés a procesar los tumores pulmonares.

Gráfico 39: Programación para general la selección del área de interés X.-Y

```

% --- Executes on button press in recortar.
function recortar_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to recortar (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global I
global IR
figure;
imshow(I);
[x,y]=ginput(2);

figure(1);
x1=x(1,:);
x2=x(2,:);

y1=y(1,:);
y2=y(2,:);
IR= I(y1:y2,x1:x2);
figure(1);
imshow(IR);

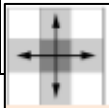
% imagen Para procesar
axes(handles.axes4);
imshow(IR);

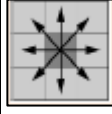
```

Fuente: Realizado por los investigadores

Aplicada la programación para obtener el Axes tanto de X-Y de una región afectada del pulmón, se procede a que el Area de interés sea interactivo con el usuario; permitiendo así obtener el rasgo seleccionado del alveolo pulmonar a analizar mediante la técnica de barrido de densidades, pero considerando lo siguiente:

Tabla 12: Conectividad bidimensional Axes

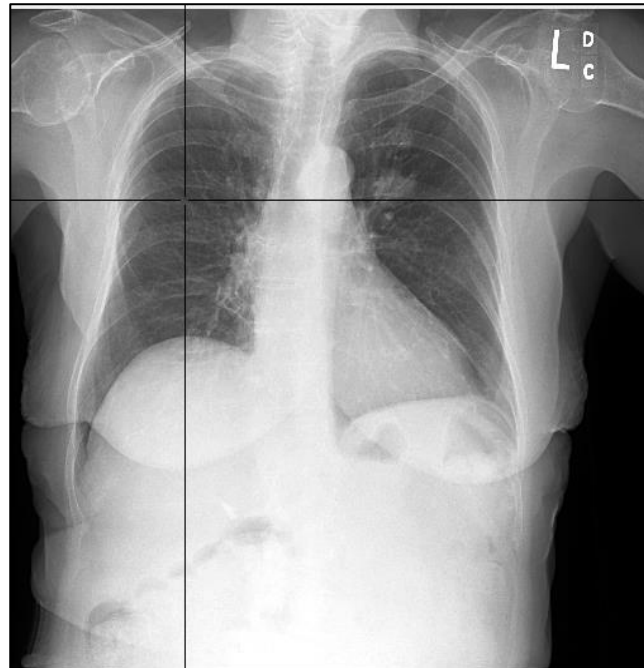
Elementos	Significado	Figura
X	Conectividad 2 pixeles permite formar del mismo objeto solo si están de	

	manera activa tanto vertical como la horizontal del elemento a procesar.	
Y	Conectividad de 8 pixeles que permite formar directrices solo si está activo por defecto.	

Fuente: Realizado por los investigadores

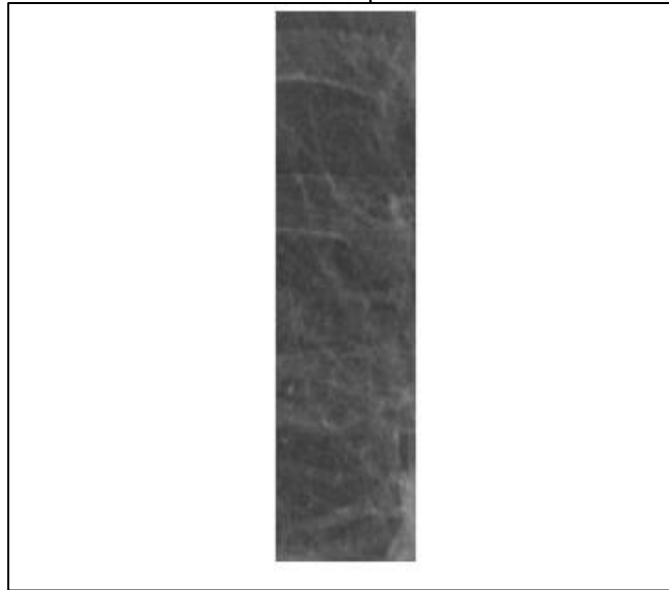
Aplicando la generación de Axes obtenemos como resultado la visualización del Area de interés en base a la interacción definida tanto en eje X-Y de tipo conectividad de 2 pixeles para que forme el objetivo de manera activa tanto vertical como horizontal en la selección del Area de interés, en este caso aplicar en los alveolos pulmonares.

Gráfico 40: Axes para la selección de interés



Fuente: Realizado por los investigadores

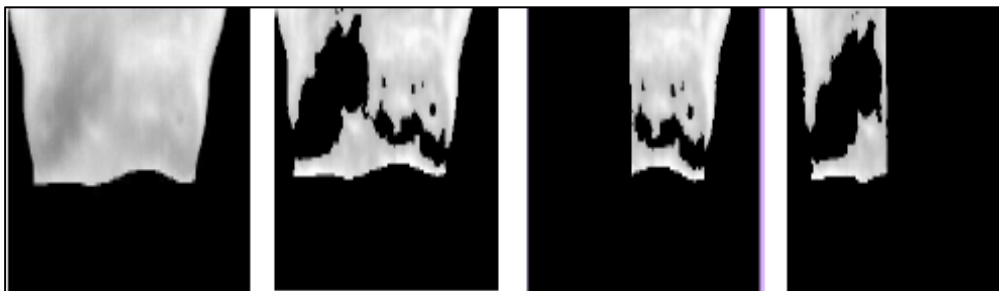
Generado los Axes de manera interactiva, se procede mediante el mouse a generar la selección del área donde se va aplicar la toma de procesamiento de los alveolos pulmonares que determinen un posible tumor, considerando que la imagen ya tiene una técnica de post procesamiento de extracción de características implementado en el algoritmo deep learning de inteligencia artificial, aplicando la selección se genera de manera automática una lámina del área específica a procesar.

Gráfico 41: Selección de alveolo pulmonar

Fuente: Realizado por los investigadores

12.4.5. Barrido de densidad pulmonar en la detección del tumor

Aplicado los procesos de programación, es necesario obtener los resultados del mismo. Por lo tanto, se obtuvo como resultado la extracción de características de la imagen digital DICOM mediante técnicas de ajuste de gamma, lo que servirá para así detectar mediante el barrido de densidad el tumor pulmonar. Este tipo de técnica mediante programación de lenguaje de cálculo permitió aplicar una intensidad de pixeles, en este caso solo se utilizó una región maximizada ya segmentada para que esta sea procesada en la siguiente etapa que consta en la selección del área de interés.

Gráfico 42: Ajuste de gamma y umbralizacion de imagen espectral

Fuente: Realizado por los investigadores

Para obtener el área específica del barrido de densidad de imagen se aplica propiedades de la región a que va ser procesada, en este caso mediante la función Solidity Area nos permitirá obtener las propiedades del barrido de densidad de manera automática, el proceso es aplicado mediante la binarización de imagen por la proporción de pixeles de un are determinada llamada “Cráneo sólido” efecto que causa al momento de tomar áreas de mayor solidez para conversión tanto de gamma estándar como gamma RGB generada por la inteligencia artificial.

Gráfico 43: Región a procesar mediante barrido de densidad segmentada

```

%% Propiedades de Región
lbl = bwlabel(bw);           %Regiones Etiquetadas
propiedades = regionprops(lbl, 'Solidity', 'Area'); %Mediante esta función
                    %obtenemos las propiedades específicas de la imagen binaria
                    %solidity es la proporción de píxeles de un área.
                    %Para el cráneo, solidity será muy bajo
solidity = [propiedades.Solidity]; %Obtenemos la proporción de los píxeles
                    %en una determinada región
area = [ propiedades.Area]; %Obtenemos el número real de píxeles

hiSolid= solidity > 0.3; % Obtenemos solamente objetos con alta solidez
maxArea = max(area(hiSolid)); %Obtenemos el área con mayor solidez

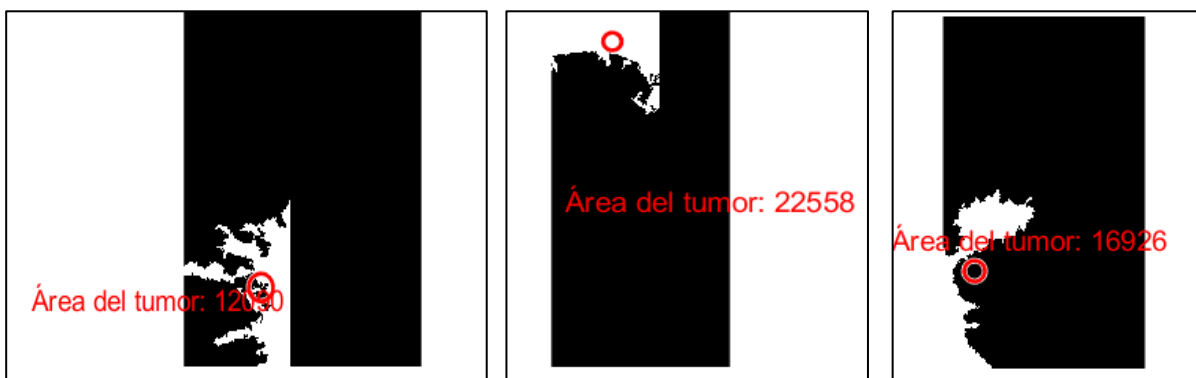
tumorLabel = find( area==maxArea); %Etiqueta del Tumor
tumordetectado = ismember(lbl,tumorLabel); %Imagen del tumor en B/N
tumordetectado(285:380,235:350)=0;
tumordetectado=imfill(tumordetectado,'holes'); %Rellenar hoyos

```

Fuente: Realizado por los investigadores

Aplicada la programación para el barrido de densidad procesada de manera automática por el algoritmo deep learning, dentro de la investigación se debe tomar en consideración que:

- El área de procesamiento tomara un tiempo no establecido, este tipo de técnicas como el barrido de densidades generadas por la segmentación artificial requiere de componentes en alto rendimiento.
- Considerar que las imágenes para que sean procesadas de manera correcta deben ser el formato establecido ya mencionado en el proceso investigativo, en este caso de tipo DICOM (Estándar de transmisión de imagen)

Gráfico 44: Barrido de densidad generado

Fuente: Realizado por los investigadores

12.4.6. Posicionamiento de patología detectada

Obtenido el barrido de densidad en la aplicación de segmentación, extracción y gamma de las imágenes digitales DICOM (Estándar de transmisión de imagen) se procede a obtener el posicionamiento del tumor mediante score. En este caso para obtener dicho elemento se establece

un conjunto de atributos mediante clases basándose de una previa información proporcionada por la arquitectura DICOM. Para obtener esta información se contó con el reconocimiento de dicha patología mediante la validación de datos representada como “Etiqueta de tumor”, lo cual en la programación mediante lenguaje de cálculo extrae dichos elementos por un parámetro de textura simple previamente ya clasificada con el algoritmo ya entrenado; a su vez también con la información proporciona de la imagen.

Figura 10: Parámetros para obtener el score

$$\text{Entrac}^{\{(x_1, c_1), \dots, (x_n, c_n)\}} \quad (\text{imagen o clase ya clasificadas})$$

$$\mathbf{x}=(x_1, \dots, x_n) \quad (\text{imágenes a clasificar, para obtener score})$$

Fuente: Realizado por los investigadores

Para generar la obtención de score y posicionamiento de la imagen se crea una función que tomará todos los atributos de la imagen cargada con previa información de la misma mediante DICOM, esto permitirá que las entradas del vector de la imagen a clasificar pertenezcan al grupo de índices con su respectiva distancia ordenadas de forma ascendente, basando de por si en el código del algoritmo ya aplicado en procesos de detección anterior.

Gráfico 45: Codificación de posicionamiento del tumor mediante score

```
tumorLabel = find( area==maxArea); %Etiqueta del Tumor
tumordetectado = ismember(lbl,tumorLabel); %Imagen del tumor en B/N
tumordetectado(285:380,235:350)=0;
tumordetectado=imfill(tumordetectado,'holes'); %Rellenar hoyos

SArea=regionprops(tumordetectado,'Area'); %Área del tumor detectado
SCentroide=regionprops(tumordetectado,'Centroid');

[f,c]=size(tumordetectado);

save('tumordetectado');

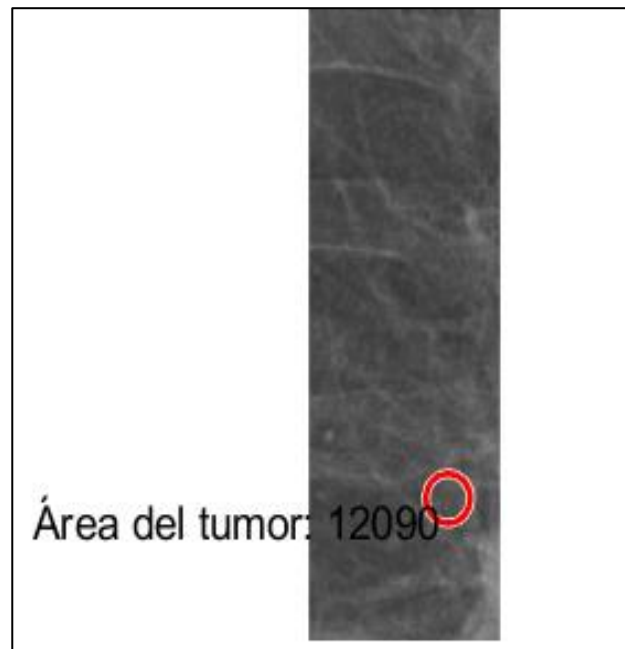
axes(handles.axes5);
imshow(tumordetectado); %Tumor Aislado
viscircles(ceil(SCentroide.Centroid),18,'Color','r');
text(f-700,c+40,['Área del tumor: ',num2str(SArea.Area)],'Color','r','FontSize',14);
% title(['Centro geométrico del tumor en ',num2str(ceil(SCentroide.Centroid))]);
% viscircles(ceil(SCentroide.Centroid),3);
```

Fuente: Realizado por los investigadores

Aplicada la programación en la detección del posicionamiento del tumor como el score de distancia se debe tener en cuenta que esta técnica se basa con los procedimientos anteriores ya ejecutados, caso contrario el procesamiento no será válido. Para ello debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Las funciones definidas para obtener el posicionamiento del area del tumor junto con el score de precision, debe ser complementado con los procesos de segmenteacion y extraccion de características de imagen.
- Las funciones de entradas deben clasificar tal cual como se las definen en el procesamiento aislado de la programación.
- Cabe resaltar que la función declarada como centroinde hace referencia a la toma de posición del alveolo pulmonar en forma de circulo con identificador color rojo junto con un texto mencionando el área de precision del tumor.

Gráfico 46: Area del tumor detectada mediante score



Fuente: Realizado por los investigadores

12.5. Resultados de entrenamiento de la red neuronal

Una vez aplicado en funcionamiento los algoritmos deep learning y la inteligencia artificial en ejecución, se procede a realizar la evaluación de resultados de clasificación tanto de manera cualitativa como cuantitativa.

12.5.1. Validación de resultados cuantitativos

Para la ejecución de los resultados de resultados cuantitativos se aplicó métricas de sensibilidad y exactitud previamente definidas en los algoritmos de inteligencia artificial. Lo cual se experimentó bajo un test de imágenes los cuales 5 casos fueron diagnosticados con el tumor pulmonar y posicionamiento siendo elementos “Anormales”. A continuación, se refleja en la tabla los resultados de la evaluación obtenidos tanto de aciertos, fallos y posicionamiento del tumor. Los resultados reflejan que en el entrenamiento neuronal existieron 17 casos, lo cual 7 fueron con

acertados con un margen de error del 0%, exponiendo que son casos positivos de tumores pulmonares con un 100% en acierto.

Tabla 13: Resultados de aciertos y fallos de la evaluación cualitativa

Casos	Acierto	Error	%Aciertos	%Fallos
8	7	0	100%	0%
9	8	5	88%	12.11%
Total	15	5	95%	8.55%

Fuente: Realizado por los investigadores

Por otro lado, se aplicó 9 casos lo cual hubo una probabilidad de 8 aciertos que representan una tasa de error del 5%, por lo tanto, existe un 88% de acierto que es tumor pulmonar tomando también el fallo predictivo de un 8.55%.

Teniendo en cuenta estos valores como resultados de aciertos y fallos mediante la evaluación cualitativa de la inteligencia artificial, se consideró que la sensibilidad y especificidad obtenidas mediante el entrenamiento neuronal son resultados importantes para su clasificación, sin embargo es importante realizar un análisis de parámetros de texturas simples como asimetría y uniformidad, para así mostrar diferencias considerando que estos valores no definen en gran medida cuando existe una patología.

Tabla 14: Valores de sensibilidad y especificidad artificial

DICOM	Media	Uniformidad	Asimetría
DICOM_1233	% 53.4299	% 0.5441	% 1.3037
DICOM_1270	% 52.4197	% 0.4946	% 1.6375
DICOM_1212	% 51.4116	% 0.5519	% 1.4865
DICOM_1220	% 53.5369	% 0.6054	% 1.5876
DICOM_1530	% 69.4159	% 0.6238	% 1.7027
DICOM_1110	% 74.4911	% 0.6298	% 1.6020
DICOM_1210	% 24.5311	% 0.6212	% 1.7656
DICOM_1450	% 49.5153	% 0.6534	% 1.7558
DICOM_1730	% 10.4655	% 0.5829	% 1.3891

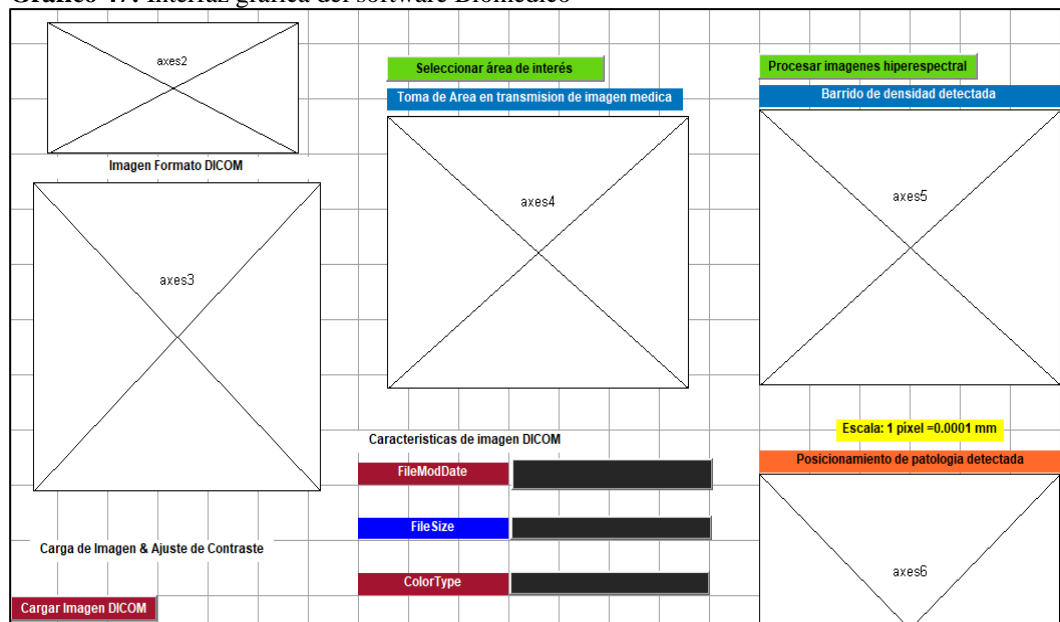
Fuente: Realizado por los investigadores

12.6. UI de interfaz grafica

Para la ejecución de los modelos de inteligencia artificial se procede a definir la interfaz gráfica de usuario para la generación de interacción en la detección de tumores pulmonares, considerando que UI hace referencia que es el medio de comunicación entre un equipo y el usuario conectados entre sí. En la definición de la interfaz gráfica se definió establecer el concepto entre componentes y Axes, permitiendo que estos capturen la acción ordenada por el usuario que al mismo tiempo retorne como respuesta una información, por lo tanto, el software Biomedico se divide en las siguientes partes:

- Axes 2 hace referencia al logo de la institución universitaria donde será ejecutado el software.
- Axes 3 permite tomar la carga de la imagen, en este caso se utilizará el formato requerido de la investigación como lo es DICOM (Estándar de transmisión de imágenes) donde se podrá visualizar la precarga y preprocesamiento de la misma.
- Componente de carga de imagen o botonera, permitirá tomar el archivo DICOM desde una maquina local para la carga en el software.
- Axes 4 y selección del área del interés hacen referencia al procesamiento de la imagen donde se tendrá que seleccionar el área de interés a analizar, considerando que la carga de esa etiqueta se almacena en el componente Axes 4.
- Label como componente de salida de datos, hace referencia a la captura de la información de la imagen DICOM con sus respectivos atributos como salida de información.
- Los componentes Axes 5 y 6 procesan la información con las técnicas ya implementadas en los modelos deep learning, en este caso visualizaran el barrido de imágenes más la toma de posicionamiento del alveolo pulmonar.

Gráfico 47: Interfaz gráfica del software Biomedico



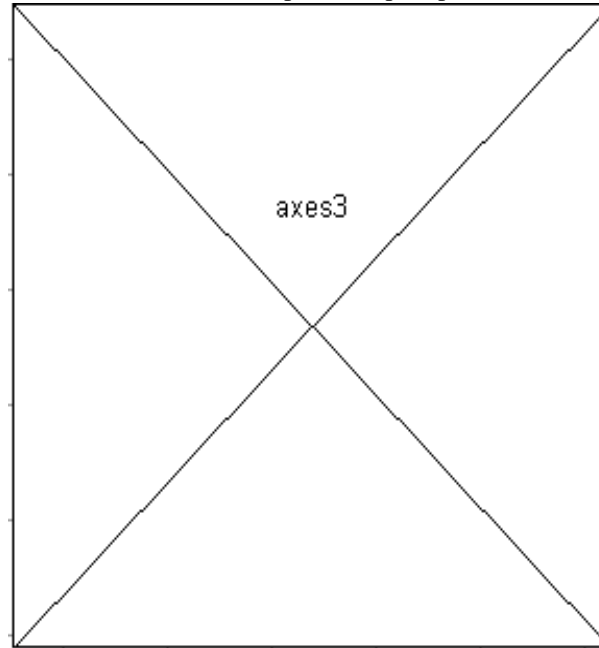
Fuente: Realizado por los investigadores

12.6.1. Componentes Axes

Axes o ejes se refiere a la toma de una determina información. Para el desarrollo del software se consideró plantera este elemento permitiendo aplicar coordenadas específicas de manera automática mediante la gestión de kit de desarrollo de Matlab GUI. Siendo que al momento que se toma un

elemento, este componente de manera automática admite el archivo centrando su posicionamiento, que además toma el control de una determinada información a procesar.

Gráfico 48: Axes de componentes para procesamiento



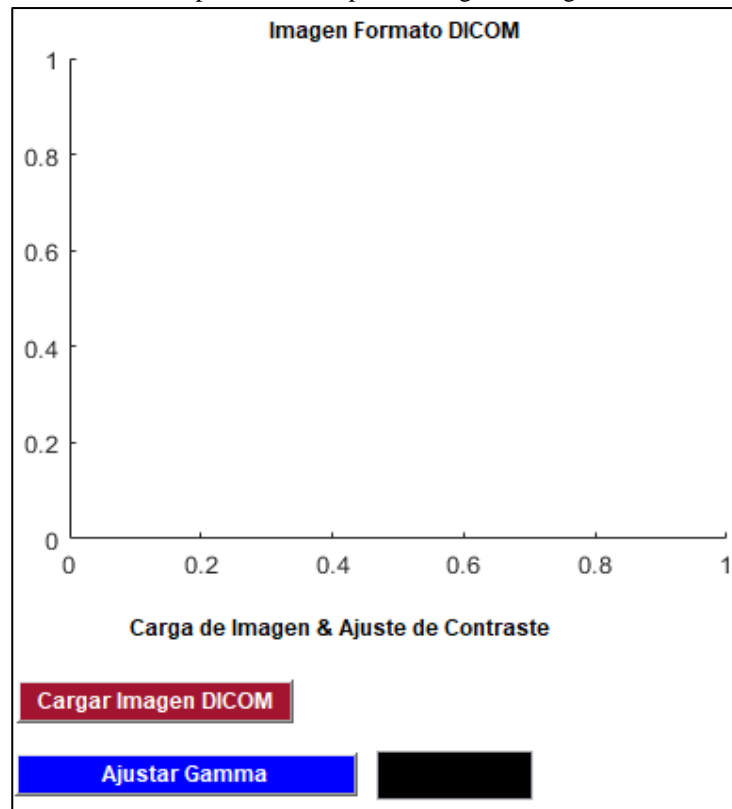
Fuente: Realizado por los investigadores

12.6.2. Componente Axes para la carga de imagen formato DICOM

En este procedimiento se aplica el Axes de carga de imagen para el formato admitido que es DICOM, lo que permitirá que se ajuste el elemento fotográfico dentro de las medidas establecidas por el componente, en este caso Y parte desde 1 hasta el 0.2; X desde 0 hasta 1.

Para la carga de imagen DICOM en los componentes Axes se debe considerar lo siguiente:

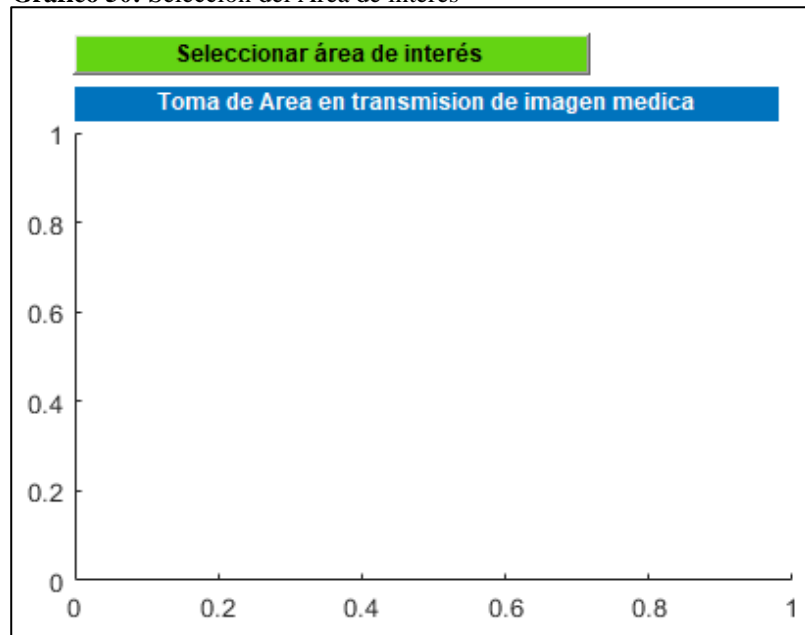
- Al momento de hacer la carga dependerá del rendimiento de la maquina donde se ejecuta el software lo que toma un tiempo determinado siempre y cuando exista la respuesta indicada.
- La definición de los componentes Axes dependerán mucho de la programación implementada para el tipo de carga de los datos, es necesario que este tipo de compontes se optimicen de mejor manera para mejorar tiempos de respuesta.
- Los componentes se representan en grafico X al momento de ser aplicados en el desarrollo del prototipo, pero en el aspecto de producción se representa en eje X y Y.
- Las imágenes DICOM serán compactibles siempre y cuando cumpla con la validación de la programación del software biomedico.
- Los Axes responderán de manera responsiva, ajustando así la tomografía pulmonar.

Gráfico 49: Componente Axes para la carga de imagen

Fuente: Realizado por los investigadores

12.6.3. Axes en componente para la toma del área en transmisión y área de interés

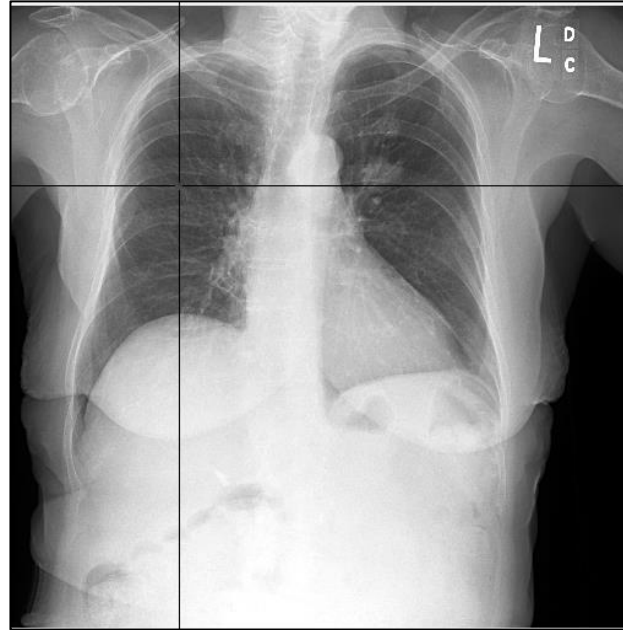
Este componente implementado para lo toma del área de transmisión y área de interés, servirá una vez realizado la carga de la imagen DICOM, por lo general se apertura una ventana de dialogo.

Gráfico 50: Selección del Área de interés

Fuente: Realizado por los investigadores

Una vez ejecutada la orden de la selección del área de interés, este procesara la información y realizara una pre carga para que el usuario mediante la interacción de los ejes digitalizados seleccione de manera correcta los puntos específicos donde exista indicios de tumor, cabe recalcar que este procedimiento responderá siempre y cuando se tenga rendimiento optimo en la maquina donde se está ejecutando el software.

Gráfico 51: Selección de área de interés mediante eje digital



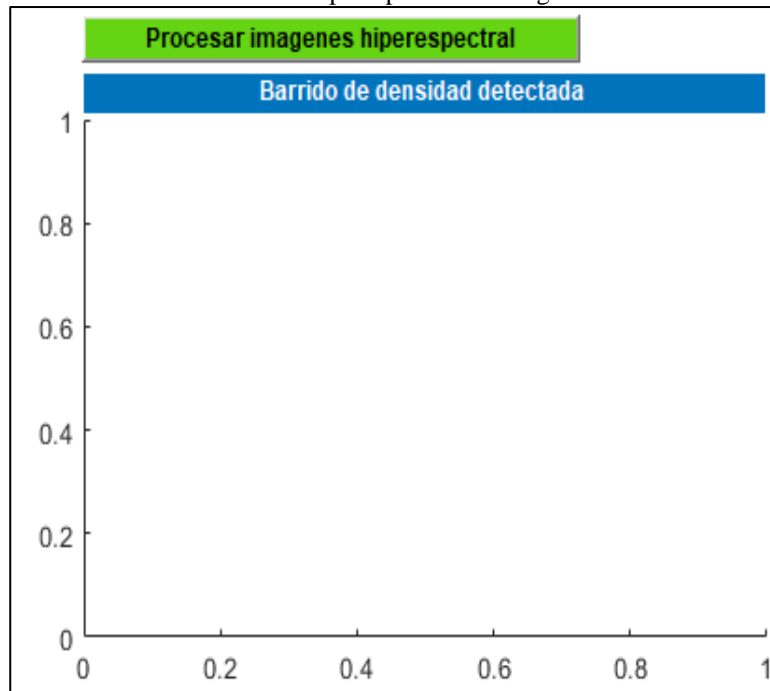
Fuente: Realizado por los investigadores

12.6.4. Axes de imagen espectral mediante barrido de densidad detectado

Para determinar el barrido de imagen espectral, se debe tomar los procedimientos anteriores mencionados en la investigación tanto como la segmentación o extracción de características de imágenes. Para ello se implementó el componente de Axes para la toma de datos en el procesamiento del barrido de imagen, permitiéndonos obtener como resultado procesar el área seleccionada de la imagen DICOM que ya paso por el pre procesamiento.

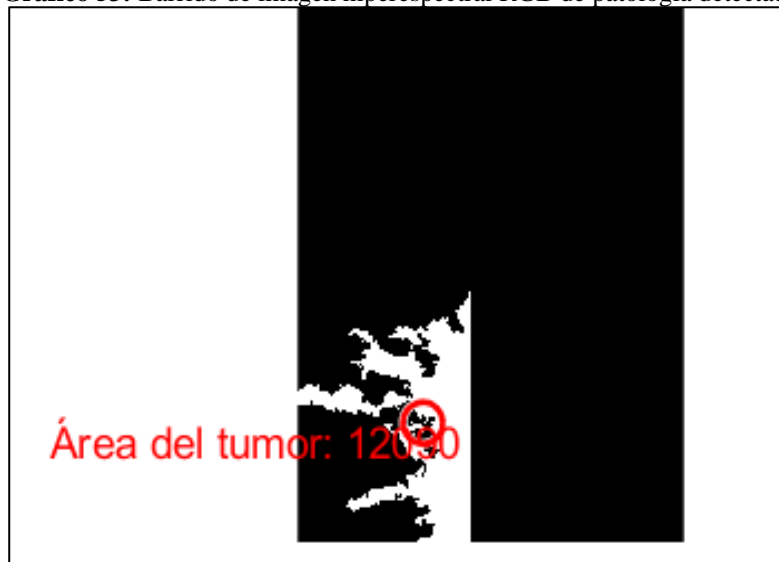
Para llevar a cabo esta técnica se debe considerar que estos procedimientos toman componentes de otros procesos siempre y cuando cumplan con el flujo de entrenamiento, detección y clasificación del elemento a estudiar; considerando lo siguiente:

- El procesamiento de segmentación se tomará los segundos necesarios para reflejar el resultado.
- El barrido imagen se aplicará de manera automatizada, generando así filtros RGB complementados con tamizaje de imágenes.

Gráfico 52: Procesamiento hiperespectral de imagen

Fuente: Realizado por los investigadores

Ejecutada la opción para el proceso hiperespectral de la imagen, esta genera de manera automática mediante los algoritmos deep learning un barrido espectral en texturización de las densidades de una imagen DICOM, aplicando la extracción de características y ubicación de la patología mediante filtrado de texturas RGB.

Gráfico 53: Barrido de imagen hiperespectral RGB de patología detectada

Fuente: Realizado por los investigadores

Procesada la imagen visualizaremos en tiempo real el cambio de texturación de la misma, considerando que estos aspectos técnicos tanto de elaboración de interfaz y de la programación mediante lenguaje de cálculo técnico dependerán mucho de los componentes de hardware, en este

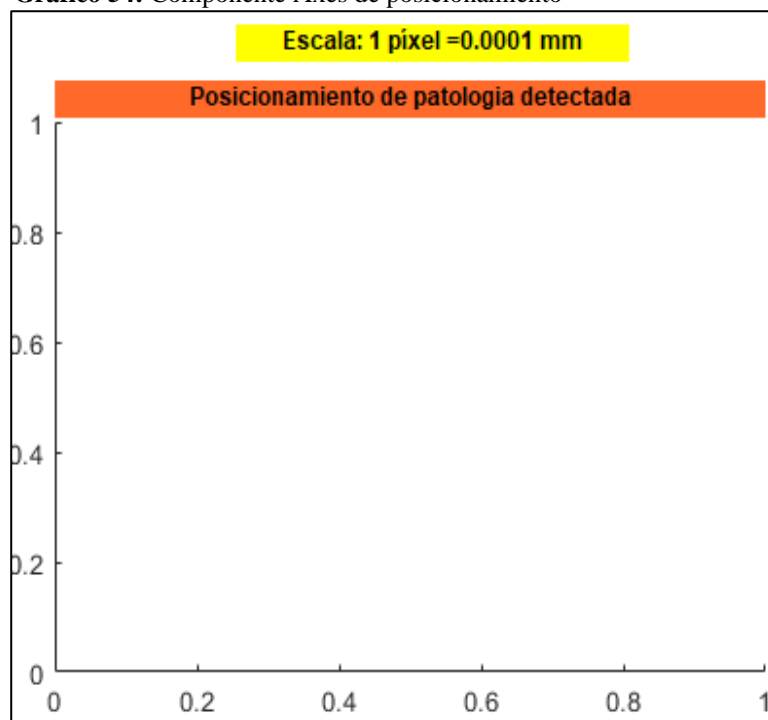
caso que el software se ejecute en máquinas con rendimientos aceptables a nivel de cálculo de procesador y optimización en la ejecución de tareas.

12.6.5. Axes de posicionamiento de la patología detectada

El componente de posicionamiento permitirá que el elemento grafico se visualice de manera automática, generando así una escala fija de un pixel. Esto permite que al momento del barrido de densidades mediante la segmentación de imagen y extracción de características se procese dentro del componente, pero teniendo en cuenta lo siguiente:

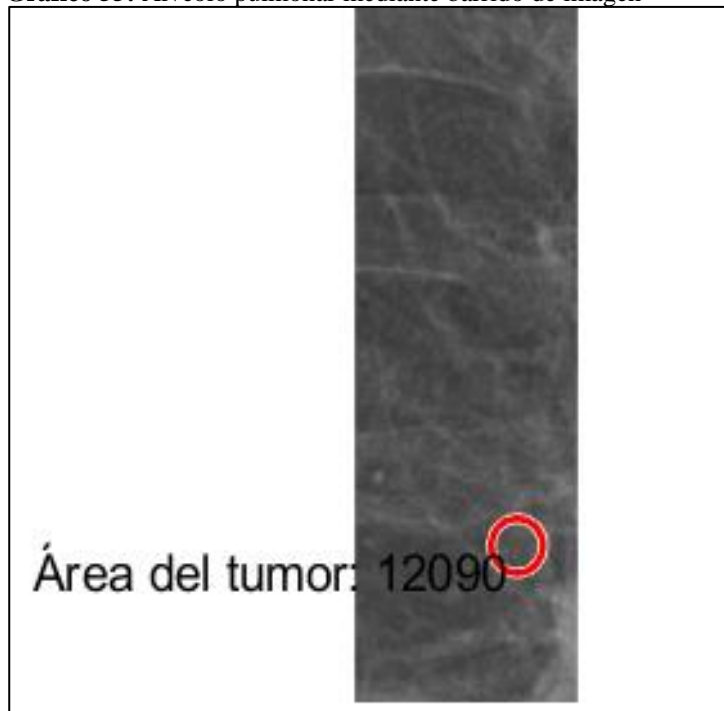
- El ajuste se realiza de manera automatizada, considerando que este ya paso por los procesos anteriores en base a la ejecución de la inteligencia artificial.
- Los procesos de barrido en densidad y texturización desaparecen de forma automática en la programación que se encuentra un componente Axes en estado inactivo.

Gráfico 54: Componente Axes de posicionamiento



Fuente: Realizado por los investigadores

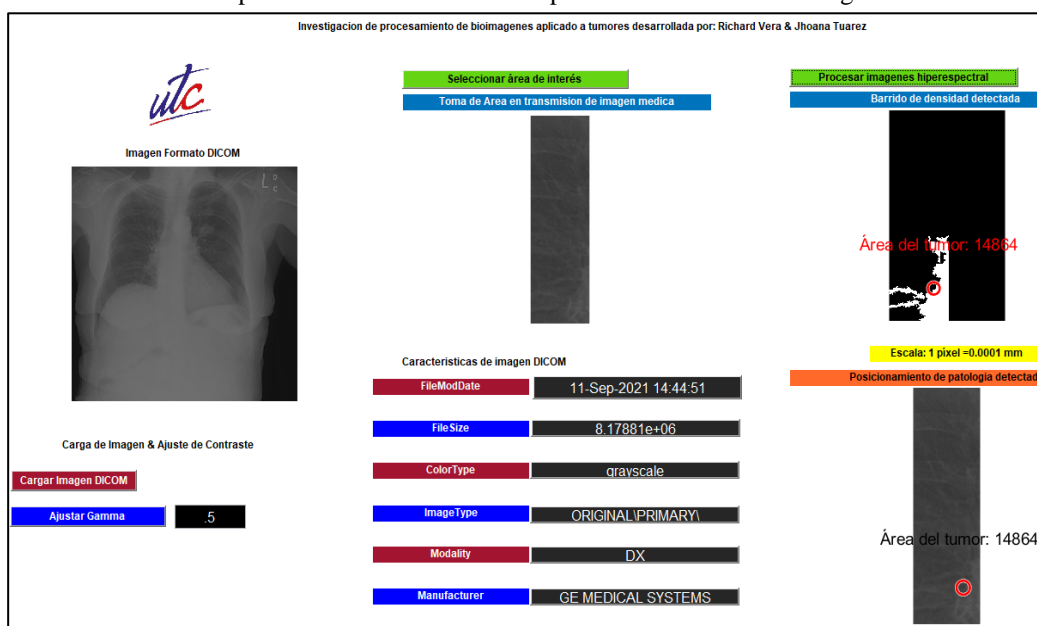
Ejecutado el componente Axes para obtener la información del posicionamiento de la patología que en este caso son alveolos identificados como tumores pulmonares, se visualizaran tanto el área donde esta especificado incluido el score de probabilidad de ubicación del tumor. Consideran que los Axes tienen una escala predeterminada de 0.0001 mm como proyección en la detección del posicionamiento de la patología detectada (Tumor Pulmonar), esto nos permite mediante la programación interna del software establecer las medidas exactas como requerimiento del procesamiento de la imagen DICOM con un tamizaje aplicado en formato RGB.

Gráfico 55: Alveolo pulmonar mediante barrido de imagen

Fuente: Realizado por los investigadores

12.7. Software Biomédico en producción

Ejecutado todos los procesos tanto técnicos como de producción en funcionamiento, como resultado del objetivo general se implementó un software biomédico que mediante modelos de inteligencia artificial basados en deep learning permitirá detectar los tumores pulmonares mediante el procesamiento de imágenes DICOM, aplicando así técnicas de inteligencia artificial como parte del desarrollo investigativo.

Gráfico 56: Software para la detección de tumores pulmonares mediante inteligencia artificial

Fuente: Realizado por los investigadores

13. IMPACTO DEL PROYECTO

13.1. Impacto Técnico

El proyecto de investigación genera impacto tecnológico a nivel biomédico, siendo que la implementación de técnicas de inteligencia artificial como los modelos deep learning o complementos de visión computarizada hace que sea relevante en el uso de arquitecturas de software planteadas y reconocimientos de patrones como imágenes digitalizadas DICOM (Estándar de transmisión de imágenes) para el uso en la detección de tumores pulmonares.

13.2. Impacto Social

La investigación contempla el impacto social, a través del software desarrollado en el proceso investigativo para la detección de tumores pulmonares brindará soporte a las entidades tanto medicas como a las instituciones educativas, médicos en general interesados para los procesos de investigación orientadas a la biomedicina; considerado así que este proyecto desarrollado es de código libre para su modificación o implementación de mejoras a futuro.

14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 15: Presupuesto para el desarrollo de la investigación

RECURSOS DEL PROYECTO			
Gastos Directos	Cantidad	Precio Unitario	Total
Aparato Tecnológico			
Computadora de escritorio	1	580,00	580,00
Internet	6 meses	25,00	150,00
Sub- total			730,00
Servicios del software			
Licencia Matlab	1 año	940,00	940,00
Complementos Matlab GUI	1 año	65,00	65,00
Bioinformatics Toolbox Matlab	1 año	468,00	468,00
Lenguaje de cálculo técnico		00,00	00,00
Subtotal			1.473,00
Gastos Indirectos			
Transporte	15 días	3	45,00
Alimentación	15 días	2.5	37,50
Subtotal			82,50
TOTAL			2,885.50

Fuente: Realizado por los investigadores

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. Conclusiones

- Aplicar el uso recursos como los artículos científicos sobre la implementación de inteligencia artificial orientada al área de la oncología médica en la construcción de modelos de deep learning, permitió obtener resultados precisos en el tratamiento de imágenes en base al proceso de preparación e implementación dentro del software biomédico que está orientado a la detección de tumores pulmonares.
- La aplicación del deep learning como técnica de aprendizaje, permitió obtener los patrones de construcción de tejidos mediante la fibrilación pulmonar bajo la aplicación de pixeles hiperespectrales establecidos previamente en la programación de dicha inteligencia artificial; lo que aprueba la conversión de escalas de grises para la obtención de la fibrilación de alveolos mediante los patrones de imágenes DICOM (*Estándar de transmisión de imágenes*), cada capa está representada en GAMMA, lo cual permite cumplir con la función del posicionamiento y clasificación de la imagen en base a los tumores pulmonares.
- Mediante el proceso investigativo, como resultado esperado se obtuvo el desarrollo de un software biomédico orientado a la detección de tumores pulmonares basado en modelos deep learning, lo cual se consiguió la implementación y evaluación del sistema en base a los tiempos de respuesta del usuario en el patógeno de alveolo pulmonar y su posicionamiento mediante los barridos de densidades hiperespectrales; lo cual se obtuvo resultados de manera óptima.

15.2. Recomendaciones

- Se deben considerar aspectos técnicos sobre la aplicación de inteligencia artificial en la biomedicina mediante el tratamiento de imágenes hiperespectrales en el área de oncología, permitiendo dentro del proceso del desarrollo de software biomédico obtener resultados de alta precisión mediante las técnicas de aprendizaje profundo en los modelos de deep learning.
- La inteligencia artificial aplicada al área oncológica para la clasificación de imágenes, se recomienda tener cuenta que los niveles de pixelación basados en la información de las imágenes de formato DICOM (*Estándar de transmisión de imágenes*), ayudará aplicar la distancia focal correcta en la fibrilación de alveolos, este tipo de procedimiento optimiza la detección del tumor pulmonar aumentando la precisión como parte del proceso del desarrollo biomédico.
- Dentro de los parámetros en desarrollo de software orientado a la biomedicina, se debe aplicar el uso de las tecnológicas adecuadas para acelerar el proceso correcto de la construcción de la herramienta y su implementación mediante el uso de inteligencia artificial. Lo que se recomienda por parte de los investigadores es establecer correctos entrenamientos de datos en la aplicación de lenguajes de programación basados en el cálculo técnico mediante almacenes de datos; para así evitar inconsistencias en la recolección de patrones hacer analizados. Para la implementación de mejoras o actualizaciones del software en futuras investigaciones biomédicas se recomienda adaptar algoritmos de inteligencia artificial dedicado al aprendizaje no supervisado orientados a la oncología pulmonar interna o neoplasias en la detección de tumores benignos o malignos (Cáncer Pulmonar).

16. BIBLIOGRAFÍA

- Sarto, F. (2019). Bioinformática funcional y su aplicación en genómica, proteogenómica y reposicionamiento de fármacos. 30-09-2021, de UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE FARMACIA Departamento de Microbiología y Parasitología Sitio web: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55758/1/T41161.pdf>
- Ossandón, F. (2011). USO DE BIOINFORMÁTICA COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DE DATOS EN CÁNCER GÁSTRICO. 30-09-2021, de Universidad De Chile Sitio web: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/ossandon_f/sources/ossandon_f.pdf
- Fontanillo, C. (2013). Desarrollo de algoritmos bioinformáticos para estudios de genómica funcional: aplicaciones en cáncer. 30-09-2021, de DIGITAL.CSIC Sitio web: <http://digital.csic.es/handle/10261/135919>
- Boyero, L. (2016). Análisis bioinformático de los perfiles de expresión genética en cáncer del pulmón. 30-09-2021, de Universidad De Granada Sitio web: <https://hera.ugr.es/tesisugr/26349607.pdf>
- Mejía, T. (2015). SEGMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE IMÁGENES TERMOGRÁFICAS MEDIANTE DESCRIPTORES DE TEXTURA SIMPLES. 30-09-2021, de Universidad Técnica De Ambato Sitio web: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10383/1/Tesis_t979ec.pdf
- Roldan, D. (2015). Bioinformática el ADN en un solo clic. 04-10-2021, de RA-MA Sitio web: <https://es.scribd.com/document/466818906/Bioinformatica-El-ADN-a-un-solo-clic-pdf>
- Torrejón. B. (2020). La Biomecánica y la Tecnología / Aplicaciones de la Biomecánica. 04-10-2021, de CES Sitio web: <https://www.cesalud.com/blog/110-la-biomecanica-y-la-tecnologia-aplicaciones-de-la-biomecanica.html>
- Suportamed. (2021). El oncólogo es el médico especializado en el tratamiento del cáncer. 04-10-2021, de SUPORTAMED Sitio web: <https://suportamed.com/oncologo/>
- Moctezuma, K., & Patiño, M. (2009). CÁNCER DE PULMÓN, UNA REVISIÓN SOBRE EL CONOCIMIENTO ACTUAL, MÉTODOS DIAGNÓSTICOS Y PERSPECTIVAS TERAPÉUTICAS. 04-10-2021, de Medigraphic Sitio web: <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2009/arm091e.pdf>
- MayoMedic. (2021). Fibrosis pulmonar. 04-10-2021, de MayoMedic Sitio web: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/pulmonary-fibrosis/symptoms-causes/syc-20353690>

- Alberg AJ, Ford JG, Samet JM, et al.: Epidemiology of lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition). Chest 132 (3 Suppl): 29S-55S, 2007.
- Reyes, R. (2015). Cáncer del pulmón. 04-10-2021, de Asociación española contra el cáncer Sitio web: <https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-pulmon>
- Richardson P, Calero & Bodega 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)
- Burns, E. (2021). Aprendizaje Profundo. 04-10-2021, de ComputerWeekly Sitio web: <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Aprendizaje-profundo-deep-learning>
- Ibáñez, A., & Granados, R. (2019). Semi-Supervised Learnin el gran desconocido. 04-10-2021, de Telefónica Sitio web: <https://empresas.blogthinkbig.com/semi-supervised-learningel-gran-desconocido/>
- AreaMedica. (2021). Inteligencia artificial diagnostica cáncer de pulmón. 04-10-2021, de El Medico Interactivo Sitio web: <https://elmedicointeractivo.com/inteligencia-artificial-diagnostica-cancer-de-pulmon/>
- Soriano, A. (2019). La inteligencia artificial ayudará a detectar tumores pulmonares. 04-10-2021, de Telefónica Sitio web: <https://blogthinkbig.com/ia-cancer-pulmon>
- Colomar, A. (2018). Imágenes Médicas. 04-10-2021, de Universidad De Sevilla Sitio web: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11854/fichero/Volumen+1%252FCapitulo+2.pdf>
- Jiménez, M. (2015). "Desarrollo de un sistema de visión artificial para la detección de aglomeración de personas en un semáforo. 04-10-2021, de Universidad Nacional De Loja Sitio web: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11225/1/Jim%C3%A9nez%20Ochoa%20C%20Magaly%20Gabriela.pdf>
- Cañas, A., Valencia., M., Restrepo., J., & Holguín, G. (2007). SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL REGISTRO DE DENSIDAD PEATONAL EN TIEMPO REAL. 04-10-2021, de Universidad Tecnológica De Pereyra Sitio web: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5361/2941>
- Gonzales, Rafael, Woods, Richard y Eddins, Steven. "Digital Image Processing using Matlab" New Jersey: Prentice Hall, 2004. 0-13-008519-7.
- Moler, C. (2014). Matlab. 05-10-2021, de Matlab Sitio web: <https://la.mathworks.com/help/images/building-guis-with-modular-interactive-tools.html>

- Mathworks. (2017). Creación de apps con interfaces gráficas de usuario en MATLAB. 05-10-2021, de Matlab Sitio web: <https://la.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html>
- Fonseca, P., Palacios, A, & Ortiz, A. (2016). Matlab 6.1. Introducción A Matlab, I, 25.

17. ANEXOS

Anexo 1: Curriculum vitae docente tutor M.sc Johnny Xavier Bajaña Zajia

CURRICULUM VITAE

1. DATOS PERSONALES

NOMBRE COMPLETO: Johnny Xavier Bajaña Zajia
 ÚMERO DE CELULAR: 593-996179534
 E-MAIL: Johnny.bajana@utc.edu.ec
 jbjajana@correo.ugr.es



2. ESTUDIOS REALIZADOS

CUARTO NIVEL: Universidad Técnica Estatal de Quevedo
 TERCER NIVEL: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

3. TÍTULOS

POSTGRADO: Magister en Conectividad y Redes de Ordenadores

PREGRADO: Ingeniero en Sistemas

4. CURSOS Y SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

Introducción a la Seguridad Cibernética, Cisco Networking Academy, Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

“I Seminario Internacional de calidad en la Educación Superior”, Universidad Técnica de Cotopaxi, 20 horas.

I Congreso Internacional de Investigación, Innovación y Gestión del Conocimiento – CININGEC 2020”, Universidad Técnica de Babahoyo, 40 horas.

“III Congreso Internacional de Computación e Innovación Tecnológica – CINCIT 2020”, Universidad José María Arguedas - PERÚ, 60 horas.

II Congreso Macroregional en Ingeniería de Sistemas y Ciencias de la Computación e Informática, UNAS, Facultad de Ingeniería en Informática y Sistemas – PERÚ.

JORNADAS DE INVESTIGADORES EN FORMACIÓN - FOMENTANDO LA INTERDISCIPLINARIEDAD - JIFFI –SPECIAL ISSUE - Escuela Internacional de Posgrado de la Universidad de Granada.

2do Congreso Internacional de Desarrollo Universitario – CIDU 2020,

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 40 horas

5. PONENCIAS

2020

- Ponente de II Congreso Internacional de Sociedad y Tecnología de la Información en la Educación Superior, COMPAS, UNIVERSIDAD DE ORIENTE
- Ponente de I Congreso Internacional de Investigación, Innovación y Gestión del Conocimiento – CININGEC 2020, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, 40 horas.

6. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS

- MATERIALES AUTÉNTICOS EN EL APRENDIZAJE DE LENGUAS EXTRANJERAS. UNA NECESIDAD EN LA UNIVERSIDAD ECUATORIANA ACTUAL: Revista Didasc@lia: didáctica y Educación, ISSN 2224-2643. Centro de Estudios de Didáctica de la Universidad de las Tunas y el Centro de Estudios de Educación de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Granma, Cuba.
- ECOSISTEMA DEL EMPRENDIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD CONTEMPORÁNEA: Revista Didasc@lia: didáctica y Educación, ISSN 2224- 2643. Centro de Estudios de Didáctica de la Universidad de las Tunas y el Centro de Estudios de Educación de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Granma, Cuba.
- MATERIALES AUTÉNTICOS ORALES Y ESCRITOS EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE INGLÉS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO: Revista Didasc@lia: didáctica y Educación, ISSN 2224-2643. Centro de Estudios de Didáctica de la Universidad de las Tunas y el Centro de Estudios de Educación de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Granma, Cuba.

- APLICACIÓN MÓVIL PARA APRENDIZAJE EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN, Book of Proceedings, IV International Congress of Sciences, Technology, Innovation and Entrepreneurship, ISBN: 978-9978-364-38-3, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.
- ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE (EVA) EN EL DESARROLLO DEL VOCABULARIO CONTEXTUAL DEL INGLÉS EN EL ESTUDIANTADO DEL PRIMER NIVEL DE INGLÉS, 5to. CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD, ISBN: 978-9942-960-32-0, Ecuador
- THE USE OF GAMIFICATION TO ENHANCE THE ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE, Revista Polo del Conocimiento, ISBN 2550-682X, Ecuador
- LA CALIDAD DEL PROCESO DE ENSEÑANZA EN LA CARRERA DE COMUNICACIÓN SOCIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, EXTENSIÓN QUEVEDO, Revista Dilemas Contemporáneos, ISBN 2007-7890, México
- LA GEOMÁTICA COMO HERRAMIENTA PARA EL AUTOAPRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO, Revista INFORMÁTICA Y SISTEMAS: REVISTA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMÁTICA Y LAS COMUNICACIONES, ISBN 2550- 6730, Ecuador

7. LIBROS PUBLICADOS

- Solución Geomática para escenarios locales basados en el estándar del consorcio de OPENGIS, ISBN 978-9942-33-203-5, Coautor, 2020

Anexo 2: Curriculum vitae de autora Tuarez Vega Rosa Johanna**CURRICULUM VITAE****INFORMACIÓN PERSONAL****Nombres y Apellidos:** Rosa Johanna Tuarez Vega**Cédula de Identidad:** 0503601007**Lugar y fecha de nacimiento:** Quevedo**Estado Civil:** soltero**Tipo de Sangre:** O+**Domicilio:** valencia – lotización San Agustín**Teléfonos:** 0979409470**Correo electrónico:** tuarezvega@gmail.com**ESTUDIOS REALIZADOS****Primer Nivel:**

- Escuela Fiscal Mixta Galo Plaza Lasso

Segundo Nivel:

- Unidad Educativa Héroes del Tiwiza

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

TITULOS

- Artesanía en Belleza
- Bachiller en Comercio y Administración del 20 de Marzo del 2011

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Ingles B1

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Primera Jornada Científica Internacional de Informática – UTC La Maná 2016
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 06, 07 y 08 de Julio del 2016
Tiempo: 40 horas
- II Jornadas Informáticas- UTC La Maná
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 12 hasta el 14 de Julio del 2017

Tiempo: 40 horas

- III Congreso Internacional de Investigación Científica – UTC La Maná 2018
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 29 hasta el 31 de Enero del 2018

Tiempo: 40 horas

- III Jornadas Informáticas- UTC La Maná
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 10 hasta el 12 de Julio del 2018

Tiempo: 40 horas

- Certificado de Suficiencia de Ingles B1
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná
- Introduction to Cybersecurity
Dictado: Cisco
- Certificado de participación al curso de Ciberseguridad en el Entorno Educativo.
Dictado: Programa de Formación Digital Conecta Empleo

REFERENCIAS PERSONALES

Lic. Edison Carrasco

Tef. 09901567070

Anexo 3: Curriculum vitae del autor Vera Pizanan Richard Nixon

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres y Apellidos: Vera Pizanan Richard Nixon

Cédula de Identidad: 1250061981

Lugar y fecha de nacimiento: Quevedo 28 de mayo de 1993

Estado Civil: soltero

Tipo de Sangre: A+

Domicilio: Quevedo-Parroquia San Camilo

Teléfonos: 0967254494

Correo electrónico: richardpizanan0@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel:

- Escuela Fiscal Mixta Dr. Camilo Ponce Enríquez

Segundo Nivel:

- Colegio Técnico Experimental Eloy Alfaro

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

TITULOS

- Bachiller Técnico en Aplicaciones Informáticas

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Inglés B1

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Primera Jornada Científica Internacional de Informática – UTC La Maná 2016
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 06, 07 y 08 de Julio del 2016
Tiempo: 40 horas
- II Jornadas Informáticas- UTC La Maná
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 12 hasta el 14 de Julio del 2017

Tiempo: 40 horas

- III Congreso Internacional de Investigación Científica – UTC La Maná 2018
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 29 hasta el 31 de Enero del 2018

Tiempo: 40 horas

- III Jornadas Informáticas- UTC La Maná
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 10 hasta el 12 de Julio del 2018

Tiempo: 40 horas

- Certificado de Suficiencia de Ingles B1
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná
- Introduction to Cybersecurity
Dictado: Cisco

REFERENCIAS PERSONALES

Prof. Robert Zamora	Móvil: 09901567070
Poli. Carlos Intriago	Móvil: 0967254494

Anexo 4: Formato de encuesta aplicada a la población a investigar



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

ENCUESTA DIRIGIDA A MÉDICOS ESPECIALISTAS Y CIUDADANÍA EN GENERAL

Instrucciones:

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

1.- ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial hoy en día en el sector médico?

Si No

2.- ¿Tiene conocimiento sistemas para la detección de cáncer pulmonar?

Sí No

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

Buena Regular Mala

4.- ¿Qué conoce uste sobre sobre la bioinformática aplicada a la detección de cáncer pulmonar?

Sí No

5.- ¿Considera usted que se implemente un software biomédico para la detección del cáncer pulmonar a través de imágenes espectrales?

Sí No

Anexo 5: Tabulación de los datos procesados mediante la encuesta aplicada

TABLA DE ENCUESTAS

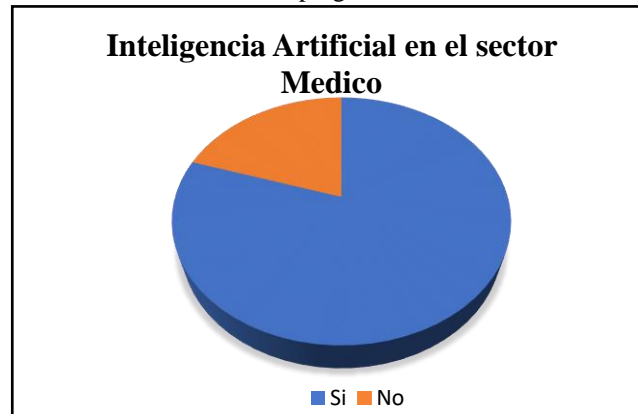
1. ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial hoy en día en el sector médico?

Tabla 16: tabulación de pregunta 1

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	65	80%
No	34	20%
TOTAL	99	100%

Fuente: Realizado por los investigadores

Gráfico 57: tabulación de pregunta 1



Fuente: Realizado por los investigadores

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 65% considera aplicar inteligencia artificial en el área médica para realizar el análisis y estudio de tumores pulmonares; el 34% cree que no es necesario aplicar inteligencia artificial para la detección de tumores pulmonares.

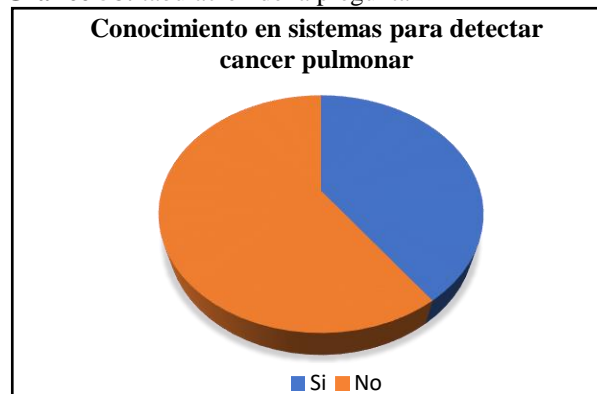
2. ¿Tiene conocimiento sistemas para la detección de cáncer pulmonar?

Tabla 17: tabulación de la pregunta 2

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	44	40%
No	55	60%
TOTAL	99	100%

Fuente: Realizado por los investigadores

Gráfico 58: tabulación de la pregunta 2



Fuente: Realizado por los investigadores

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 40% que ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones biomédicas que detectan problemas de tumores pulmonares; mientras que el 60% no ha escuchado mencionar sobre las aplicaciones orientadas a la biomedicina, en este caso la detección de tumores pulmonares en base a inteligencia artificial. Los resultados reflejan que existe desconocimiento sobre tecnologías aplicadas orientado a la medicina oncológica.

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

Tabla 18: tabulación de pregunta 3

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Buena	50	55%
Regular	34	22%
Mala	15	23%
TOTAL	99	100%

Fuente: Realizado por los investigadores

Gráfico 59: tabulación de la pregunta 2



Fuente: Realizado por los investigadores

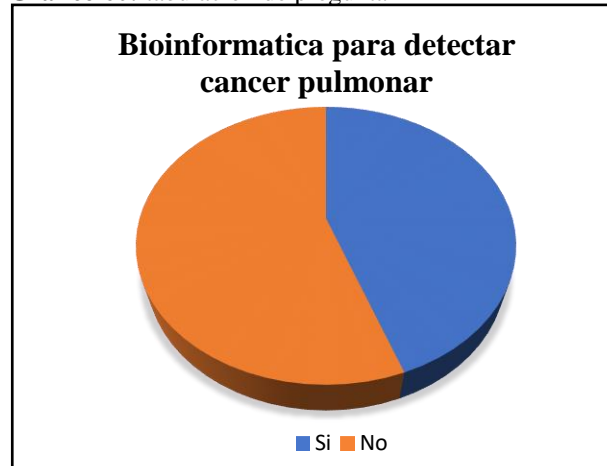
Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 55% en su experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad es buena; el 22% fue regular; mientras el 23% manifiesta que su experiencia fue mala. Esto refleja que existe un avance en el uso e implementación de las herramientas tecnológicas en la actualidad orientadas en todos los campos como salud y educación.

4. ¿Qué conoce uste sobre sobre la bioinformática aplicada a la detección de cáncer pulmonar?

Tabla 19: tabulación de pregunta 4

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	44	40%
No	55	60%
TOTAL	99	100%

Fuente: Realizado por los investigadores

Gráfico 60: tabulación de pregunta 4

Fuente: Realizado por los investigadores

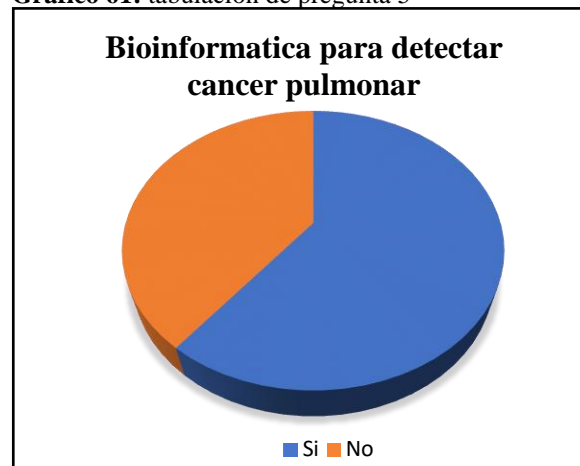
Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 40% conoce sobre la biomedicina orientada a la detección de los tumores pulmonares en los seres humanos y su importancia mediante el uso de herramientas tecnológicas; 60% desconoce sobre los servicios de la bioinformática orientada en la detección del cáncer pulmonar.

5. ¿Considera usted que se implemente un software biomédico para la detección del cáncer pulmonar a través de imágenes espectrales?

Tabla 20: tabulación de pregunta 5

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	60	70%
No	39	30%
TOTAL	99	100%

Fuente: Realizado por los investigadores

Gráfico 61: tabulación de pregunta 5

Fuente: Realizado por los investigadores

Análisis e interpretación: Del 100% de la población encuestada el 70% está de acuerdo en la implementación de un software Biomedico con inteligencia artificial para la detección y posicionamiento del tumor pulmonar mediante imágenes DICOM; el 30% considera que no es necesario la implementación de la solución el análisis de tumores pulmonares. Los resultados reflejan que es necesario implementar inteligencia artificial mediante software biomedico para la detección del nivel de afectación pulmonar provocados por tumores.

Anexo 6: Encuesta realizada a ciudadanos del Cantón La Maná sobre el proyecto de investigación



Elaborado por: Los investigadores

Descripción: Se aplico una encuesta a la ciudadanía sobre la opinión en base al proyecto de investigación que hace referencia a la implementación de un software biomedico para la detección del cáncer pulmonar.

Anexo 7: Formato de la entrevista aplicada a la Dra. Mónica López



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN - LA MANÁ

Entrevistadores: Tuarez Vega Rosa Johanna y Vera Pizanan Richard Nixon.

Entrevistado: Dra. Mónica López Huayamabe.

Cargo: Médico de bienestar estudiantil UTC.

Lugar: La Maná.

- 1.- ¿Cómo influye la inteligencia artificial aplicada a la biomedicina en la actualidad?

- 2.- ¿Es importante que se implemente inteligencia artificial en las investigaciones biomédicas?

- 3.- ¿En la actualidad es necesario aplicar análisis pulmonares en pacientes que tengan afectaciones de cáncer?

- 4.- ¿Hay que tener en cuenta la evolución del cáncer pulmonar y que se aplique investigaciones de su evolución mediante procesos informáticos e inteligencia artificial?

- 5.- ¿El desarrollo del software Biomedico para la detección de cáncer pulmonar serán de gran relevancia en el avance médico?

Anexo 8: Entrevista al departamento médico de la UTC



Elaborado por: Los investigadores



Elaborado por: Los investigadores

Descripción: Entrevista realizada al departamento médico de la universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná, donde se abordó temas sobre la evolución del cáncer pulmonar y como la inteligencia artificial puede intervenir en los aspectos médicos en general.

Anexo 9: Implementación del software biomedico en el departamento médico de la UTC



Elaborado por: Los investigadores

Descripción: Se procedió a la configuración del software biomedico dentro del departamento medico donde será implementado para su funcionalidad.

Anexo 10: Certificado de implementación por parte del departamento médico de la UTC

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		DISPENSARIO MÉDICO LA MANÁ
La Mana, 4 de Marzo del 2022			
CERTIFICACIÓN			
<p>El suscrito Dra. Mónica López Huayamabe Médico de Bienestar Universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, Certifico que el Sr. Vera Pizanan Richard Nixon, con cedula de identidad N° 125006198-1 y la Srta. Tuarez Vega Rosa Johanna, con cedula de identidad N° 050360100-7 estudiantes de decimo ciclo de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, desarrollaron el proyecto de tesis con el tema, “DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MEDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”, el mismo que cumple con todos los parámetros establecidos en su aplicación.</p>			
“POR LA VINCULACION DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”			
ATENTAMENTE			
G.I. 0910672690 FOLIO 2-124-1231			
Dra. Mónica López Huayamabe			
Médico de Bienestar Universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi			
Extensión- La Maná			
La Maná - Ecuador			
Av. Almendros y Pujilí - Tel: (03) 2688443 ext. 400			

Anexo 11: Manual de usuario para el software biomédico en la detección de cáncer pulmonar



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES

**MANUAL DE USUARIO PARA EL USO DEL SOFTWARE PARA LA
DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES**

Versión 1.0

AUTORES:

Tuarez Vega Rosa Johanna

Vera Pizanan Richard Nixon

TUTOR:

Ing. MSc. Johnny Xavier Bajaña Zajia

LA MANÁ – ECUADOR

MARZO 2022

MANUAL DE USUARIO

Objetivo

Otorgar el soporte necesario a los usuarios del aplicativo, teniendo el control de sus funcionalidades biomédicas para la detección de los tumores pulmonares mediante imágenes espectrales DICOM.

Requerimientos del sistema

- Disponer del entorno de trabajo Matlab.
- Sistema Operativo (Windows 10).
- 8GB de memoria RAM.
- Procesador de 4 núcleos.

Uso en el procesamiento de las imágenes DICOM

Al momento de realizar determinada clasificación del tumor dentro del procesamiento de datos en inteligencia artificial, estos serán reflejados mediante elementos gráficos interactivos, lo cual permitirá tener una experiencia de usuario agradable al obtener determinada clasificación del tumor pulmonar y posicionamiento del mismo en base a los cálculos de datos y para ello debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

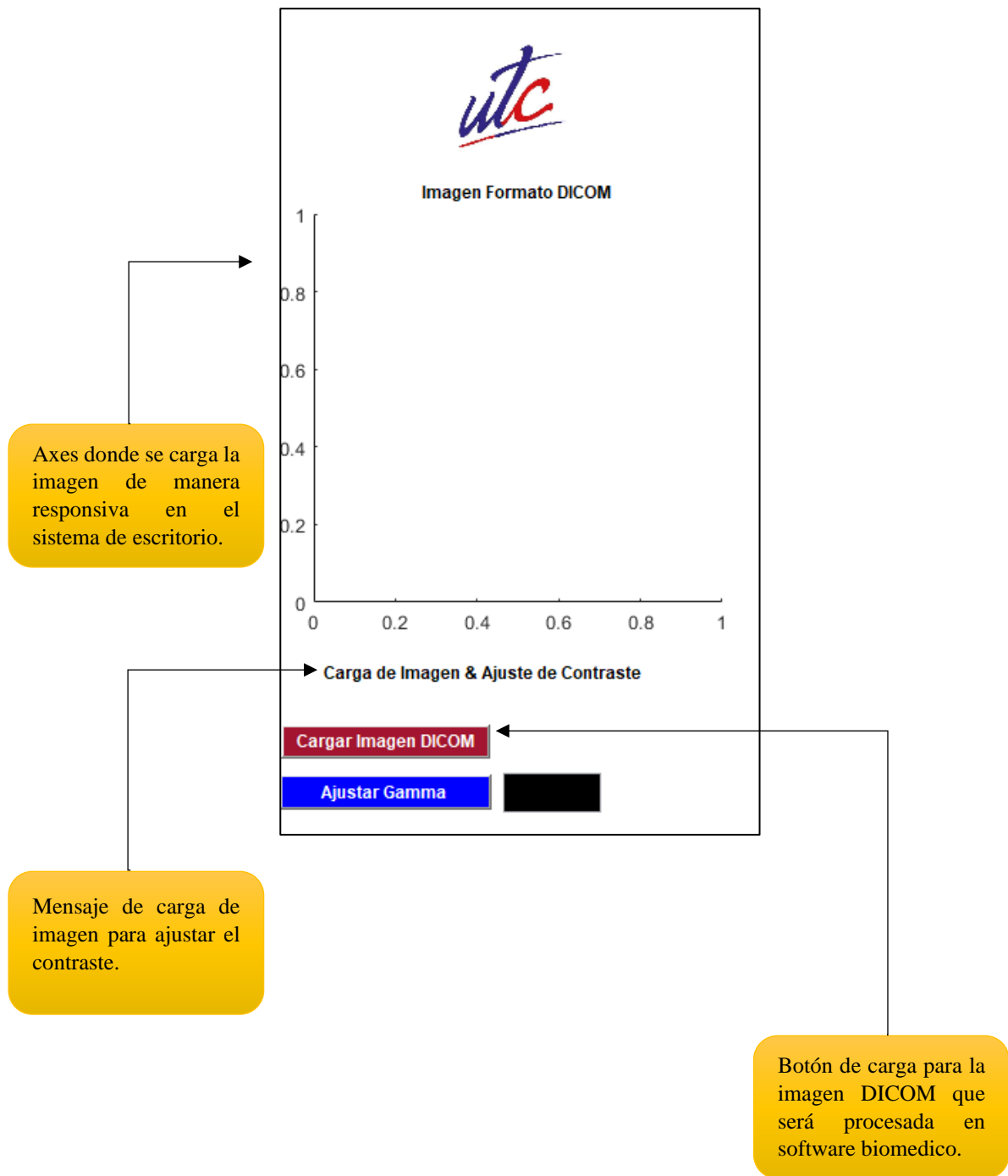
- Cada dato de la imagen procesada dependerá de la petición del que realiza la consulta.
- Los datos son procesados mediante la proporción de información proporcionada mediante DICOM.
- Es necesario que el entorno de ejecución del aplicativo se muestre en segundo plano, lo que dependerá de componentes extras para su ejecución, cabe recalcar que el software biomédico demanda de alto consumo de rendimiento en las maquinas donde se implementara.

Opciones del aplicativo

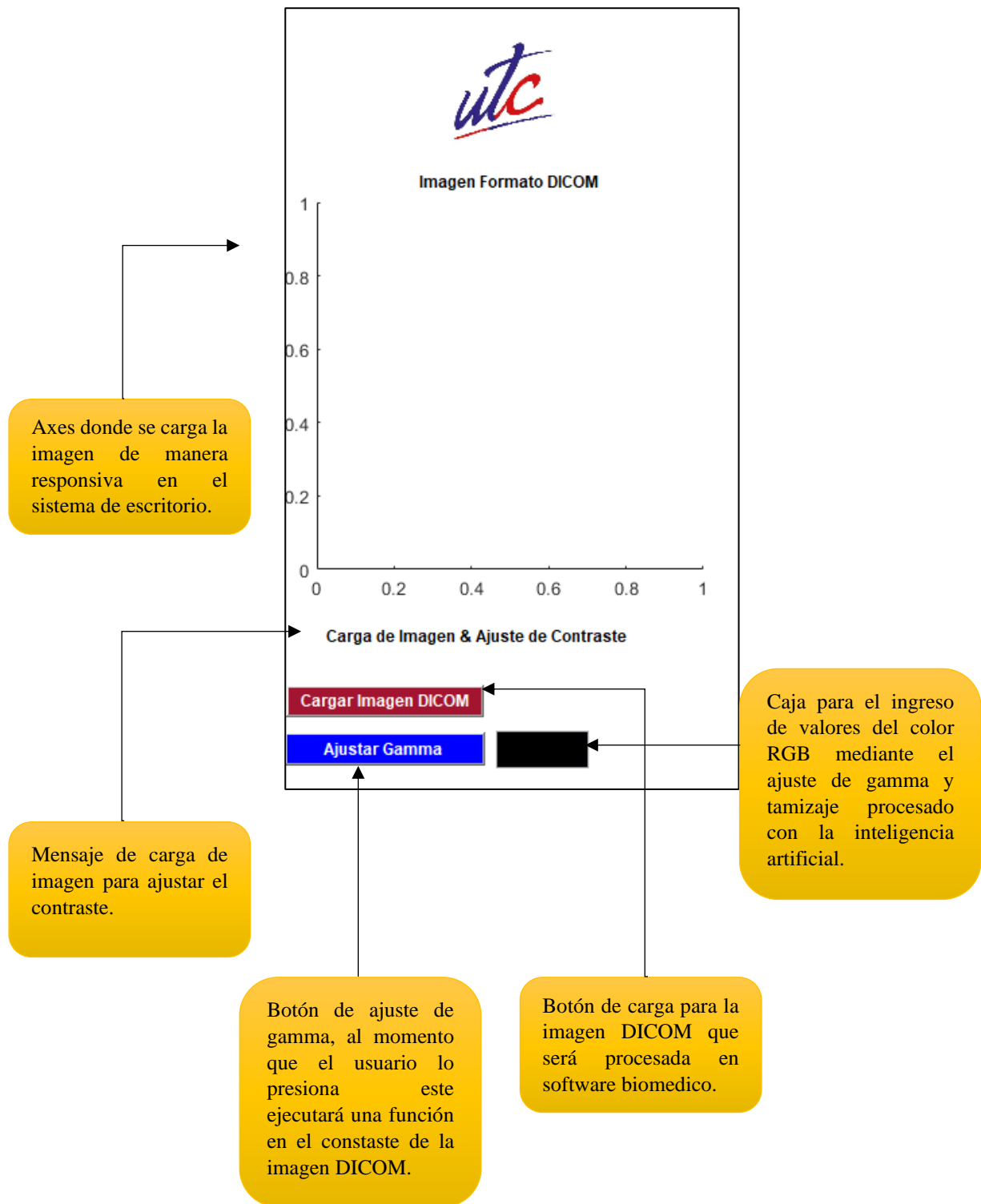
El presente manual de usuario contempla la secuencia de uso de la siguiente manera:

1. Carga de imagen DICOM.
2. Ajuste de GAMMA RGB.
3. Pre carga de la imagen DICOM.
4. Selección del área de interés a seleccionar.
5. Procesamiento de imagen DICOM espectral.
6. Caja de información de la imagen DICOM.
7. Posicionamiento del tumor detectado mediante barrido de imagen.

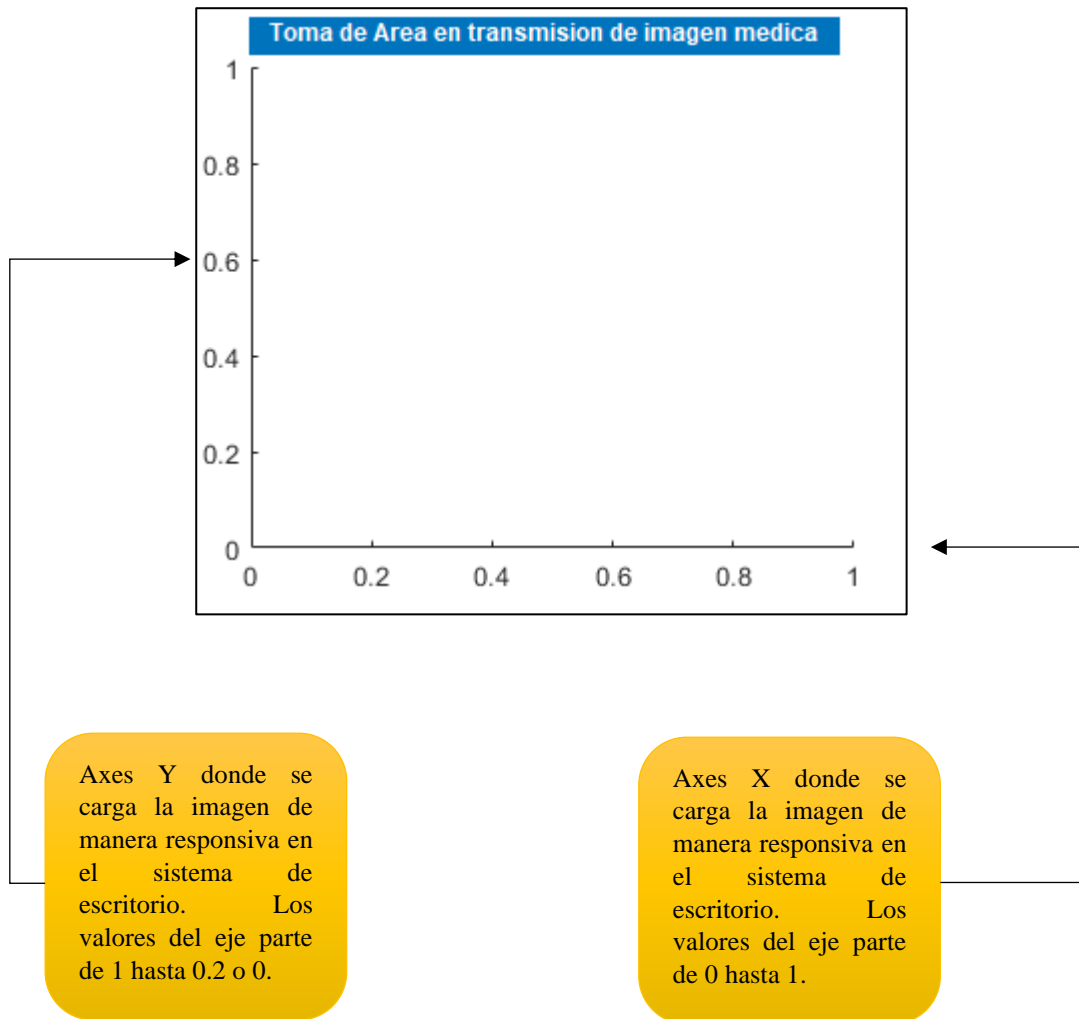
Carga de imagen DICOM



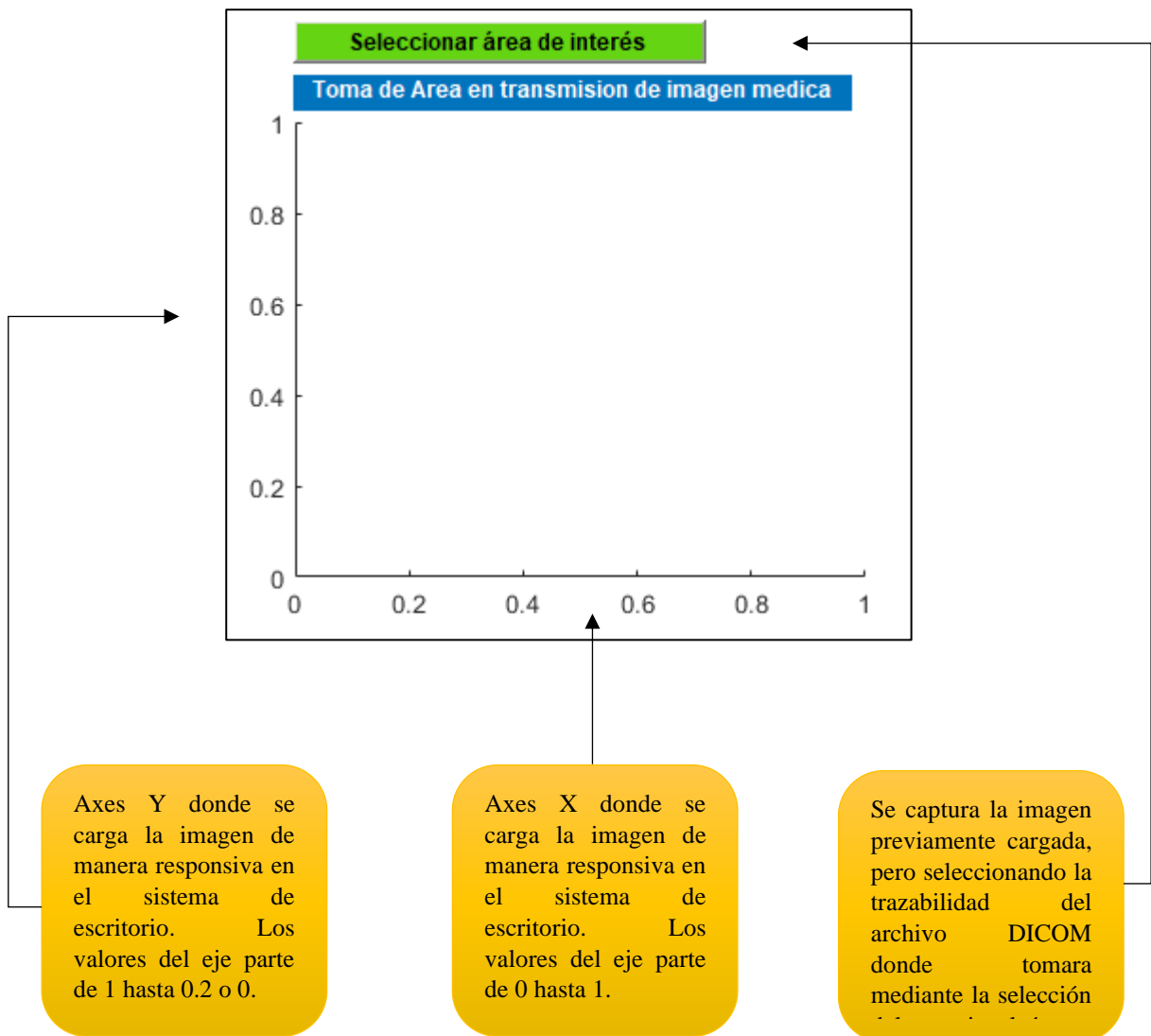
Ajuste de Gamma RGB



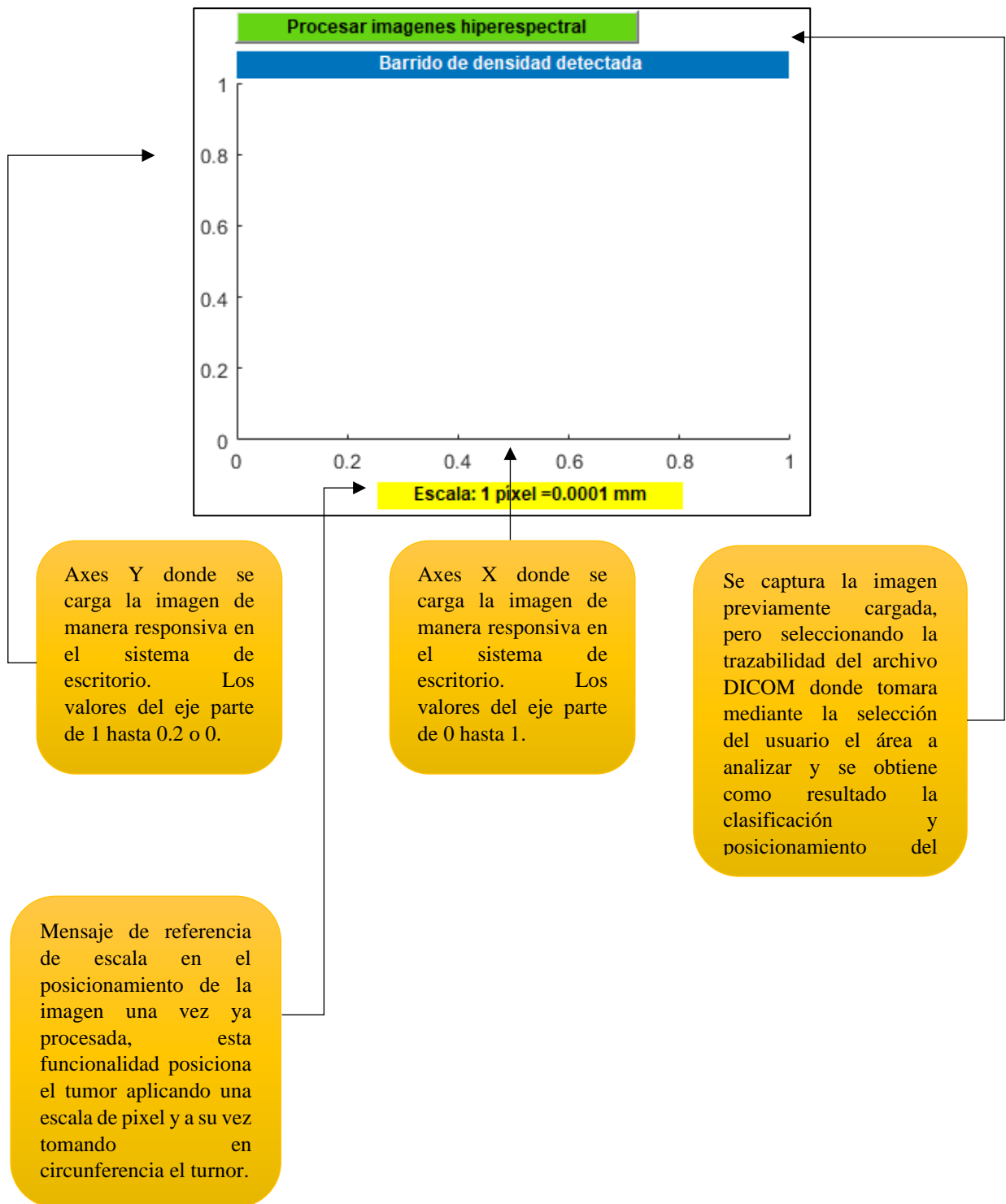
Pre carga de la imagen para transmisión DICOM



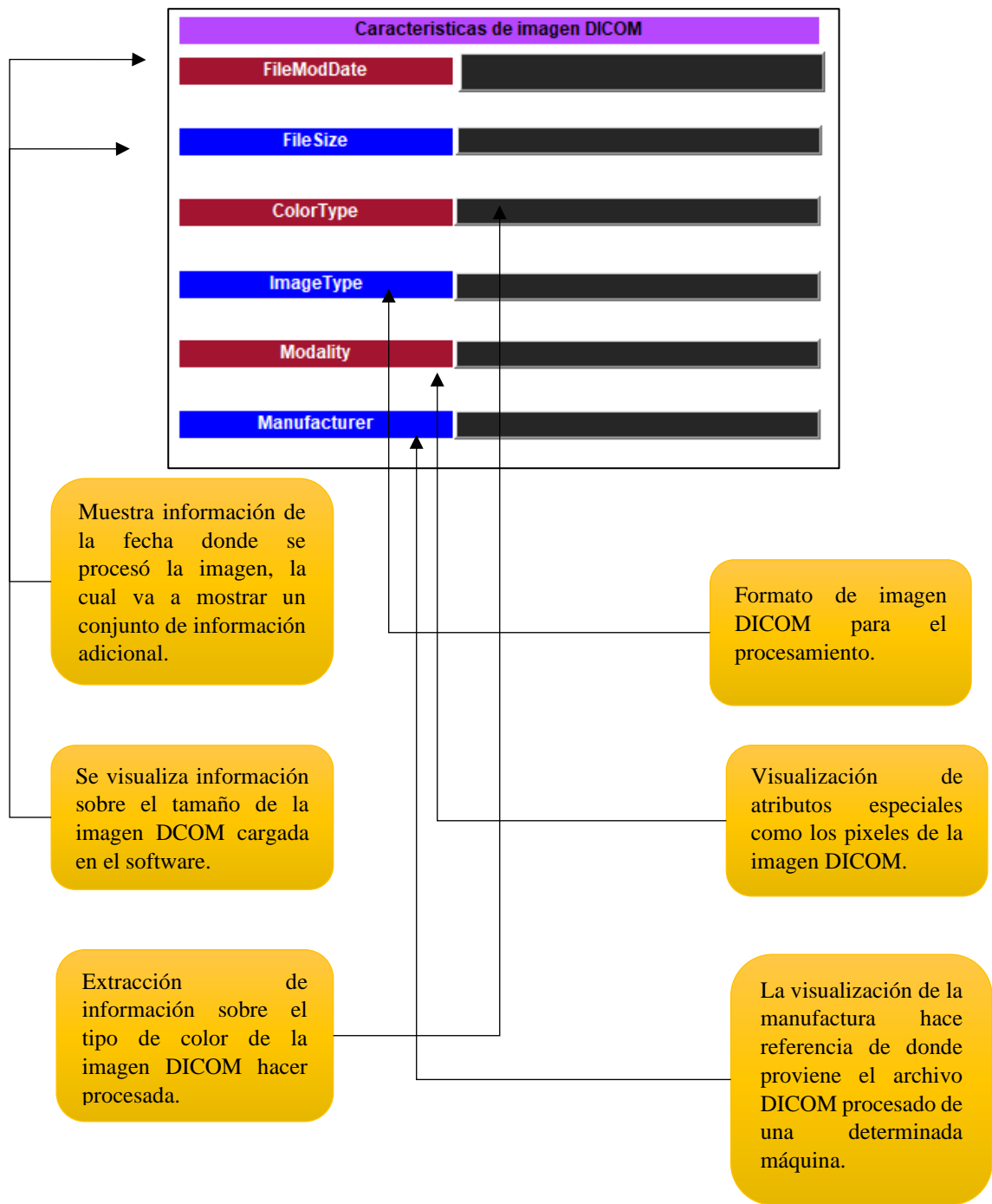
Selección del área de interés a seleccionar



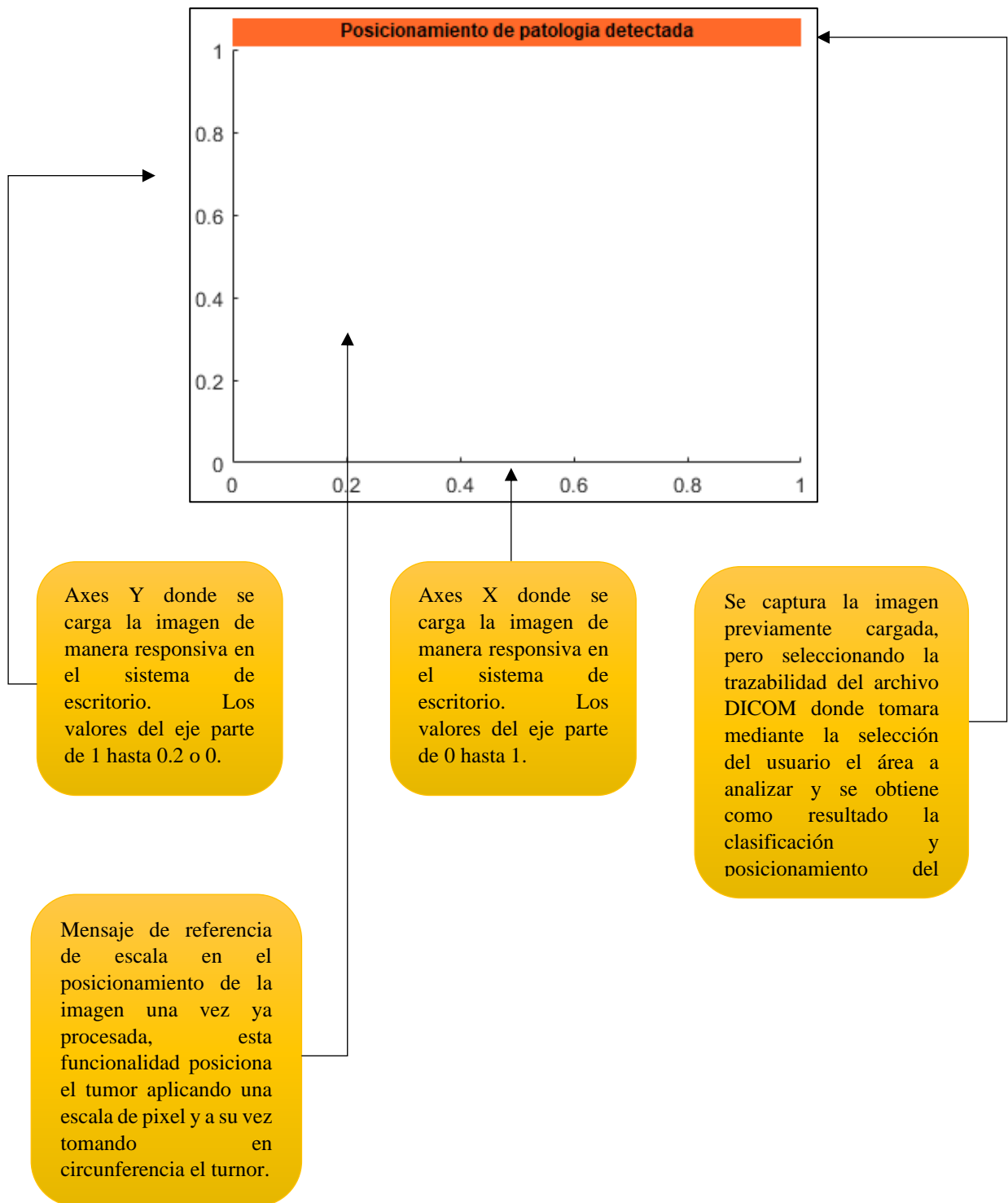
Procesamiento de imagen DICOM espectral




Caja de información de la imagen DICOM



Posicionamiento del tumor detectado mediante barrido de imagen






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



Document Information

Analyzed document	DOCUMENTO TESIS TUAREZ-VERA.docx (D132981166)
Submitted	2022-04-07T20:49:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	johnny.bajana@utc.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	jaime.cajas.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS.docx Document TESIS.docx (D21119360)	 1
SA	TFG María José Frutos Fernández.pdf Document TFG María José Frutos Fernández.pdf (D74015143)	 1
W	URL: https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/5464/1/Davinia_Garrido_TFG.pdf Fetched: 2022-04-07T21:58:27.1770000	 1