



Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

Prototipo basado en visión por computador para la detección de cáncer de mama Computer vision-based prototype for breast cancer detection

Línea de investigación: Inteligencia Artificial

PROYECTO DE TITULACIÓN EN
INGENIERÍA EN SISTEMAS.

Autor:

◇ 0000-0003-4724-0469, Richard Andrés Torres Silva, richard.a.torres@unl.edu.ec

Tutor:

- Pablo F. Ordoñez-Ordoñez, Mg.Sc.

Cotutor:

- Roberth Figueroa, Ing



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

LOJA - ECUADOR
2020

Certificación de Tutoría

En calidad de Tutor y Cotutor del Proyecto de Trabajo de Titulación PTT, certificamos la tutela a Richard Andrés Torres Silva, con el tema **Prototipo basado en visión por computador para la detección de cáncer de mama - Computer vision-based prototype for breast cancer detection**, quien ha cumplido con todas las observaciones requeridas. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso de la presente, así como el trámite de pertinencia del presente proyecto.

Loja, 23 de septiembre de 2022

Atentamente,
Pablo F. Ordoñez-Ordoñez, Mg.Sc.
TUTOR

Roberth Figueroa, Ing
COTUTOR

Certificación de Autoría del Proyecto

Yo Richard Andrés Torres Silva, estudiante de la Universidad Nacional de Loja, declaro en forma libre y voluntaria que el presente Proyecto de Trabajo de Titulación que versa sobre **Prototipo basado en visión por computador para la detección de cáncer de mama - Computer vision-based prototype for breast cancer detection**, así como la expresiones vertidas en la misma son autoría del compareciente, quien ha realizado en base a recopilación bibliográfica primaria y secundaria. En consecuencia asumo la responsabilidad de la originalidad de la misma y el cuidado al remitirse a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto.

Atentamente,
Richard Andrés Torres Silva

Índice general

1. Problemática	1
1.1. Situación Problemática	1
1.2. Problema de Investigación	2
2. Justificación	3
3. Objetivos	4
3.1. General	4
3.2. Específicos	4
4. Alcance	5
5. Marco Teórico	6
5.1. Conceptos Generales	6
5.1.1. Cáncer	6
5.1.1.1. Cáncer de Mama	6
5.1.1.2. Mamografía	6
5.1.1.3. Clasificación BI-RADS	7
5.1.2. Inteligencia Artificial	7
5.1.2.1. Redes Neuronales	8
5.1.2.2. Aprendizaje Supervisado	8
5.1.2.3. Aprendizaje No Supervisado	8
5.1.2.4. Redes Neuronales Convolucionales	8
5.1.3. Visión por Computadora	9
5.1.4. Procesamiento Digital de Imágenes:	9
5.1.5. Análisis de Imágenes:	9
5.1.6. Reconocimiento de Patrones:	10
5.1.7. Computación Gráfica:	10
5.1.8. TensorFlow	10
5.1.9. Keras	10
5.2. Metodología - XP (Extreme Programming)	10
5.2.1. FASES	11
5.2.1.1. Exploración:	11
5.2.1.2. Planificación:	11
5.2.1.3. Fase de iteraciones hasta el despliegue:	11
5.2.1.4. Producción:	11

5.2.1.5.	Mantenimiento:	12
5.2.1.6.	Fase Final	12
5.3.	Trabajos Relacionados	12
5.3.1.	Improving Breast Cancer Detection Using DCGANs Generated Synthetic Mammograms	12
5.3.2.	Utilización de Técnicas de Inteligencia Artificial para brindar soporte cognitivo a cirujanos próximos a formarse en cirugía de cáncer de mama	12
5.3.3.	Análisis crítico de las técnicas de inteligencia artificial más utilizadas en la predicción del cáncer de mama a partir de mamografías	13
5.3.4.	Desarrollo de un sistema de detección de tumores en mamografías mediante técnicas de inteligencia artificial	13
5.3.5.	La Inteligencia Artificial En Oncología: Contexto Actual Y Una Visión Hacia La Próxima Década	13
5.3.6.	Análisis de los trabajos relacionados	14
6.	Metodología	15
7.	Cronograma	16
8.	Presupuesto	18
8.1.	Recursos Humanos	18
8.2.	Recursos Tecnológicos	18
8.3.	Servicios	19
8.4.	Presupuesto General	19
	Bibliografía	20
	Lista de Acrónimos y Abreviaturas	22
A.	Anexo I	23
A.0.1.	Entrevista Experto	23
B.	ANEXO 2	25

Índice de figuras

7.1. Cronograma de actividades	16
--	----

Índice de tablas

6.1. Metodología	15
8.1. Presupuesto Recursos Humanos	18
8.2. Presupuesto Recursos Tecnológicos	18
8.3. Presupuesto Servicios	19
8.4. Presupuesto General	19

**Prototipo basado en visión por
computador para la detección de
cáncer de mama**

Linea de investigación: Inteligencia Artificial

1. Problemática

1.1. Situación Problemática

Actualmente, la tecnología con los avances que ha tenido se ha visto involucrada en diferentes ramas, una de ellas es la medicina, donde esta se ha visto bastante beneficiada en varias áreas. Una de estas, es la detección del cáncer en diferentes partes del cuerpo humano, ya que mediante el uso de diferentes tecnologías cada vez se pueden realizar detecciones o identificaciones más precisas y con una mayor agilidad, esto mediante el uso de la Inteligencia Artificial, la cual, mediante el entrenamiento con diferentes tipos de escenarios, puede ayudar a detectar diferentes cosas en una imagen, conjunto de datos, etc. que a un ser humano se le hayan pasado por alto [1].

Uno de los tipos de cáncer que año a año va en aumento, y por ende, su riesgo e impacto es el cáncer de mama, y con este incremento, aunque los especialistas hagan su trabajo, llega momentos en los que el volumen de posibles casos es tan alto que no pueden ser manejados por los especialistas, y por ende, la detección y diagnóstico de esta enfermedad se complica [2]. Tomando en cuenta que este tipo de cáncer es uno de los más frecuentes, y entre las enfermedades, una de las principales causas de muerte entre la población femenina, es necesario realizar el diagnóstico de esta enfermedad lo más pronto posible, ya que en las etapas tempranas o iniciales del cáncer es cuando la posibilidad de curarse es mayor [3].

El cáncer de mama, en el año 2020 superó al cáncer de pulmón como principal causa de incidencia de cáncer en el mundo, con alrededor de 2,3 millones de casos nuevos representando el 11,7% del total de casos de cáncer. Con esto, este tipo de cáncer se convirtió en la quinta causa de mortalidad por cáncer a nivel mundial, con alrededor de 685.000 muertes [4]. Entre las mujeres, el cáncer de mama representa el 25% de mujeres con casos de cáncer, y el 16.67% de las muertes por culpa del cáncer, ocupando el primer lugar en incidencia y en la mayoría de países (159 de 185), y en lo referente a mortalidad lo ocupa en 110 países [4].

De acuerdo a la entrevista que se realizó con el Dr. Manuel Galarza, cirujano oncólogo, cuya transcripción puede revisarse en el Anexo 1, para realizar una detección se debe seguir un procedimiento, donde el primer paso es una entrevista paciente - médico, donde se le pregunta al paciente cuáles son los malestares o síntomas que tiene, posterior a esta fase, sigue el examen físico, el cual se enfoca de forma general en examinar el cuerpo completo, desde la cabeza a los pies del paciente, focalizando la mayor parte de la atención en la mama, palpando cada cuadrante incluyendo la axila.

El Dr. Galarza también proveyó información referente a los medios que se maneja pa-

ra realizar el diagnóstico y detección del cáncer de mama, los cuales son la mamografía y eco mamario. También agrego información importante, ya que estas técnicas tienen su requerimiento para ser utilizadas, y este es, que para personas a partir de los 40 años, se realiza la mamografía, mientras que personas menores a 40 años, se recomienda realizar el eco mamario, ya que mientras más joven sea la persona, la consistencia y estructura de la mama complica realizar detecciones mediante una mamografía.

Lo relacionado con las mamografías y su uso también fue tratado en la entrevista, excluyendo la información ya presentada de que se requiere que la persona tenga cierta edad, para realizar una detección con este método, por lo general, se necesita de una sola mamografía, la cual da como resultado cuatro imágenes de las mamas. Esta técnica según el Dr. Manuel Galarza tiene una precisión del 90%, sin embargo, también considera que el médico encargado tiene que comprender el tema empoderarse del caso para que el porcentaje de acierto sea mayor.

Finalmente, en lo referente al tiempo que conlleva realizar todo este proceso para una detección, en situaciones óptimas lleva de 5 a 7 días, con los exámenes médicos generales, la mamografía o eco mamario, y el análisis de estos. A esto sumado, que la mayor parte del análisis se lo realiza de forma manual resulta complicado reducir los tiempos para que los resultados se puedan presentar a los pacientes.

1.2. Problema de Investigación

¿Cómo realizar la detección de cáncer de mama con el uso de imágenes mediante las redes neuronales y técnicas de visión por computador?

2. Justificación

La inteligencia artificial es una de las áreas de la tecnología y computación que más ha tenido desarrollo en los últimos años, lo cual, ha vuelto las miradas a este tipo de herramientas, buscándoles aplicaciones en diferentes áreas fuera de la informática. Una de las áreas que busca implementar la inteligencia artificial a sus actividades es la medicina, donde se busca implementar herramientas que permitan a los médicos y diferentes profesionales del área agilizar sus procesos, brindando una ayuda al momento de definir procesos, tratamiento de enfermedades, o incluso con la detección de diferentes tipos de enfermedades, ayudando a los médicos a la detección rápida y por consiguiente el diagnóstico.

Basados en el tipo de exámenes que se tienen que realizar los pacientes dependiendo de la enfermedad que se sospecha, la información que se genera es diferente, por ejemplo, en los exámenes de sangre, los resultados se presentan como datos, mientras que en el caso de realizarse radiografías lo que se genera son imágenes que tienen que ser interpretadas por el médico, y en la mayoría de los casos, en las imágenes queda a criterio de lo que el médico puede observar.

En el caso para la detección del cáncer de mama, las mamografías generan imágenes que son interpretadas por los doctores especializados, sin embargo, al ser solo una persona la que interviene en el análisis y por ende en el diagnóstico, existe la posibilidad de que no se realice una correcta interpretación, o que se pase por alto algún detalle. Aquí es donde entra la inteligencia artificial, ya que, esta al ser entrenada con una gran cantidad de información previa (imágenes y diagnósticos) puede realizar un análisis mucho más profundo de cualquier imagen que se le envíe, pudiendo llegar a ver cosas o detalles que pudieron pasarse por alto por una persona.

De acuerdo a la información recopilada de la persona experta el Dr. Manuel Galarza, con especialidad cirujano oncólogo, la mamografía es un método cuya precisión es bastante elevada, sin embargo, esta misma se ve afectada por los conocimientos, pericia y compromiso del médico encargado del caso, sumado a esto, que el periodo de diagnóstico por paciente es de 5 a 7 días, representa una gran carga de trabajo para los médicos, además de que el trabajo de análisis de mamografías se realiza de forma manual a pesar de llegar a tener las imágenes digitales. Dicho esto, y al estar en una época con un desarrollo tecnológico tan grande, se plantea la idea de la implementación de la de visión por computador, para ayudar con el análisis de las mamografías, sin eliminar la parte humana, pero brindando un apoyo para agilizar el proceso de detecciones.

3. Objetivos

3.1. General

Implementar un prototipo de visión por computador para la detección de cáncer de mama mediante el uso de imágenes mamográficas.

Implement a computer vision prototype for breast cancer detection using mammographic images.

3.2. Específicos

- Desarrollar la arquitectura del modelo de red neuronal mediante visión por computador y el conjunto de datos necesarios para la detección del cáncer de mama.

Develop the architecture of the neural network model using computer vision and the data set needed for breast cancer detection.

- Construir un prototipo de software para la arquitectura del modelo de red neuronal utilizando la metodología XP.

Develop a software prototype for neural network model architecture using XP methodology.

- Evaluar la detección del cáncer de mama utilizando el prototipo de software en un ambiente simulado o entorno de laboratorio de prácticas académicas.

Evaluate breast cancer screening using the software prototype in a simulated environment or academic internship laboratory setting.

4. Alcance

El presente proyecto de titulación abarca el desarrollo de un prototipo de visión por computador para la detección de cáncer de mama, para facilitar y reducir el error del factor humano.

A continuación, se detallan el alcance dividido en etapas de acuerdo a los objetivos establecidos.

ETAPA 1: Desarrollar la arquitectura del modelo de red neuronal mediante visión por computador y el conjunto de datos necesarios para la detección del cáncer de mama.

- Diseñar un modelo de visión por computador que permita la detección de cáncer en imágenes (mamografías).
- Realizar el entrenamiento del modelo en la detección de imágenes mamográficas.
- Mejorar el entrenamiento del modelo en caso de que los resultados presentados se alejen de la percepción del experto.

ETAPA 2: Construir un prototipo de software para la arquitectura del modelo de red neuronal utilizando la metodología XP.

- Elaborar las Historias de Usuario del prototipo para el consumo del modelo de visión por computador.
- Realizar prototipos de las diferentes interfaces de acuerdo a los requerimientos y procesos establecidos.
- Evaluar el funcionamiento del prototipo para corrección de errores.

ETAPA 3: Evaluar la detección del cáncer de mama utilizando el prototipo de software en un ambiente simulado o entorno de laboratorio de prácticas académicas.

- Planificar la evaluación del prototipo en un ambiente simulado o entorno de laboratorio de prácticas.
- Ejecutar las pruebas del prototipo con expertos del tema.
- Analizar los resultados obtenidos de las pruebas ejecutadas.

5. Marco Teórico

5.1. Conceptos Generales

5.1.1. Cáncer

Cáncer es el nombre que se le da a un grupo de enfermedades relacionadas que pueden afectar diferentes partes del cuerpo humano. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2018 esta enfermedad es considerada como la segunda causa de muerte a nivel mundial.

Algunos de los factores de riesgo que ocasionan la muerte por cáncer son los siguientes: tabaquismo, infecciones por virus y diferentes factores conductuales y dietéticos. Una de las principales causas de muerte por esta enfermedad es la metástasis, la cual consiste en la proliferación excesiva de las células anómalas a diferentes partes del cuerpo [5].

5.1.1.1. Cáncer de Mama

De acuerdo a la Globocan (Global Cancer Observatory), el cáncer de mama se define como un tumor maligno cuya incidencia es de las más altas, además de ser la segunda con mayor mortalidad entre los diferentes cánceres que pueden afectar a una mujer [6].

Dentro de las enfermedades relacionadas con tumores malignos, el cáncer de mamá representa alrededor del 1% al 3.2% en los países más ricos, 0.4% en los pobres. En Latinoamérica, los años de vida saludable (AVISA) perdido por causa de esta enfermedad son de alrededor de 615.000, lo que representa el 1.4% del total de AVISA, y con una tasa de 221 por cada 100.000 mujeres [7].

5.1.1.2. Mamografía

Es una de las técnicas más utilizadas para la detección del cáncer de mama, ya que con la práctica constante de este examen, se reducen la mortalidad de esta enfermedad [8]. Este tipo de examen consiste en una imagen plana de la glándula mamaria mediante el uso de rayos X. Para poder realizar el trabajo mastográfico, es necesario hacer uso más que solo una imagen, por lo cual por lo cual, por cada mama se obtienen dos, una cráneo-caudal y la otra lateral-oblicua, lo que permite ubicar de mejor manera una lesión [8].

Para que un médico pueda determinar si las lesiones visibles en la mamografía son benignas o malignas, el radiólogo debe tener el conocimiento suficiente de los diferentes procesos biológicos, patrones y fibromas que se puedan presentar en la imagen [9]. Existen dos tipos de lesiones que se pueden detectar y son las siguientes:

Lesiones benignas: este tipo de lesiones son de interés para los radiólogos, ya que en ocasiones, estas pueden ser difíciles de diferenciar con las lesiones malignas [9], por lo cual,

para poder determinar si es benigna es realizar un control periódico de este tipo de lesión, para descartar un desarrollo maligno de la misma.

Lesiones malignas: en este tipo de lesiones, mas del 90% de los cánceres provienen de células epiteliales [9]. Este tipo de tumores malignos no solo afectan el área donde se encuentran localizadas, sino, que también pueden realizar alteraciones en diferentes partes de la estructura mamarea.

5.1.1.3. Clasificación BI-RADS

Para clasificar las diferentes detecciones en una mamografía se usa la categorización en BI-RADS (Breas Imaging Reporting and Data System), la cual se compone de 7 categorías.

BI-RADS 0: en esta categoría se establece que no se puede realizar un diagnostico, ya que la información presente no es suficiente para determinar un resultado, por lo cual se requiere mas evaluaciones de imagen [10].

BI-RADS 1: se determina que de acuerdo a las imágenes y análisis de las mismas, que no existe ninguna anomalía [10].

BI-RADS 2: categoría que se establece cuando en el estudio de las imágenes se realizo una detección, sin embargo, esta es benigna [10].

BI-RADS 3: parecida a la categoría anterior, pero sin asegurar al 100% que se trate de un hallazgo benigno [10].

BI-RADS 4: categoría para establecer un hallazgo sospechoso, que no puede ser establecido como benigno a través de la imagen, por lo cual se recomienda realizar una biopsia para determinar su naturaleza [10].

BI-RADS 5: esta categoría determina por la información presentada por la imagen, que el hallazgo realizado tiene una alta probabilidad de ser maligno [10]. Para determinar si es maligno o no, se realiza una biopsia.

BI-RADS 6: finalmente, esta categoría se asigna a todas las detecciones o hallazgos realizados cuya malignidad ha sido comprobada por biopsia [10].

5.1.2. Inteligencia Artificial

El progreso constante y agigantado de la informática ha permitido desarrollar nuevas tecnologías que hace años solo eran ciencia ficción, sin embargo, en la actualidad, la informática a llegado al punto de ser tan importante que se ha relacionado con diferentes ciencias complementándolas y permitiendo lograr más avances en estas. La inteligencia Artificial es una de las ramas que más ha experimentado un gran crecimiento, al punto de que este campo de la informática ha comenzado a considerarse su aplicación en diferentes campos, uno de ellos es la medicina, brindando soporte y ayuda con ciertos problemas médicos, como el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, donde el factor humano puede afectar negativamente [11]. Los sistemas expertos, son programas de computadora que simulan el razonamiento humano un problema de un determinado dominio, en el caso de la medicina, para realizar el diagnóstico, se proporciona de un conjunto de principios o reglas, las cuales sirven para establecer el comportamiento del software al momento de darle entradas nuevas [11].

5.1.2.1. Redes Neuronales

Las redes neuronales artificiales son esquemas computacionales basados en el sistema nervioso del ser humano. La estructura o arquitectura de las redes neuronales artificiales esta compuesta por la conexión de múltiples procesadores elementales [12], formando diferentes niveles de capas con diferentes procesos en cada una.

Las redes neuronales se caracterizan por lo siguiente:

- Conjunto de unidades elementales, donde cada una posee una baja capacidad de procesamiento.
- Estructura interconectada, donde se usan conectores para crear una densidad estructural.
- Parámetros libres, los cuales pueden ser ajustados para cumplir con los requerimientos.
- Posee un alto nivel de operación en paralelo.

Lo importante de este tipo de redes neuronales es su alta capacidad de aprendizaje, teniendo un entrenamiento a partir de un conjunto de datos, lo que refina los resultados obtenidos en cada ejecución. Los tipos de aprendizaje que se pueden aplicar pueden ser supervisado y no supervisado [12].

5.1.2.2. Aprendizaje Supervisado

El aprendizaje supervisado consisten en la inferencia de una función a partir de datos previamente etiquetados para la predicción de datos no etiquetados, de esta forma el modelo se va entrenando en la clasificación de entradas.[13]

5.1.2.3. Aprendizaje No Supervisado

El aprendizaje no supervisado puede llegar a ser más complejo que el aprendizaje supervisado, ya que el sistema no cuenta con etiquetas previas asignadas a las clases, por lo cual el sistema tiene que tener la capacidad de determinar patrones para su clasificación. Las respuestas de correcto o incorrecto no aplican en este tipo de aprendizaje, en cambio, entra en juego la lógica difusa. El clustering es la forma de trabajo del aprendizaje no supervisado, agrupando datos creando subconjuntos con características similares. [13]

5.1.2.4. Redes Neuronales Convolucionales

Las redes neuronales convolucionales (CNN) presentan múltiples capas de procesamiento para el cálculo de las salidas de un conjunto de datos. Este tipo de redes neuronales han sido uno de los mayores avances desde el 2012 dentro del campo de aprendizaje profundo, teniendo su principal enfoque en la aplicación al reconocimiento de imágenes por su alta capacidad de procesamiento [14].

5.1.3. Visión por Computadora

La visión por computadora es una de las ramas de la informática que en los últimos años, sin embargo, no se trata de una forma de procesamiento única, ya que existen diversas formas por las cuales una computadora puede trabajar o procesar una imagen. La visión por computadora en sus inicios tuvo una aura de ciencia ficción debido a la naturaleza de la misma, además de que los procesos que se realizan en esta área no eran fáciles de llevar a cabo con la tecnología con la que se contaba hace varios años, sin embargo, con el avance de la tecnología, a día de hoy, hasta una computadora de casa o personal puede ejecutar este tipo de software, claramente, con sus limitantes. Algunas de las áreas de la visión por computadora son las siguientes:

5.1.4. Procesamiento Digital de Imágenes:

El procesamiento digital de imágenes consiste en el procedimiento mediante el cual, a partir de una imagen se produce otra versión modificada [15]. Una de las formas en las que se puede procesar una imagen es la segmentación, la cual consiste en separar la imagen en diferentes capas, esto con la finalidad de eliminar o focalizar la atención en una parte concreta de una imagen. Otra forma en la que se puede procesar las imágenes, son la restauración, donde el uso de una I.A. puede llegar a eliminar imperfecciones, incluso en una foto borrosa, restaurarla al punto de mostrar un resultado con la menor cantidad de imperfecciones posibles [15].

5.1.5. Análisis de Imágenes:

El análisis de imágenes es el proceso por el cual a partir de una imagen se obtiene una interpretación, resultado o medición, es decir, en esta forma de trabajo tiene por objetivo abstraer datos e información de una imagen [15]. Las fases para el análisis de imágenes son las siguientes:

1. Adquisición de imágenes: Obtención de la imagen a tratar, esta puede ser generada por un scanner, cámara digital, o como resultado de exámenes como radiografías, termografías, etc.
 2. Pre-procesamiento: antes de realizar el trabajo, es importante eliminar imperfecciones, estableciendo una calidad mínima para el análisis de la imagen.
 3. Segmentación: aquí se busca separar el objeto de estudio de la imagen, eliminando distracciones o información adicional que resulta irrelevante en el análisis.
 4. Medición: fase donde se abstrae la información relevante de la imagen.
 5. Interpretación: finalmente, en base a los datos e información obtenidas en la medición, se procede a evaluar y analizar los valores para determinar un resultado.
-

5.1.6. Reconocimiento de Patrones:

El reconocimiento de patrones se basa en la habilidad de los seres humanos que tienen para interpretar el mundo, ya que desde que una persona nace, esta se va familiarizando con su entorno, mediante la identificación de diferentes patrones y estructuras, ya sea de forma visual, auditiva, sensorial, etc [16]. Tomando en cuenta lo anterior mencionado, y debido a que aplicarlo al mundo de la informática no corresponde solamente a los informáticos, sino que intervienen diversos expertos o personas expertas, por lo cual, se puede definir como el área de la informática orientada a la detección de patrones físicos o abstractos, con la finalidad de obtener información de los objetos del entorno [16].

5.1.7. Computación Gráfica:

Este tipo de manejo de imágenes por computadora consiste en la generación de imágenes artificiales a partir de diferentes modelos geométricos y físicos. Este tipo de imágenes han tenido un gran auge en la industria del cine y videojuegos, ya que permite crear diferentes objetos mediante el uso de software, dando origen a diferentes estructuras que en la vida real no existen [15].

5.1.8. TensorFlow

Es una librería de código abierto desarrollada por Google para el trabajo de creación y entrenamiento de redes neuronales, su arquitectura flexible permite el desarrollo ágil y rápido en plataformas con CPU's, GPU's y TPU's, además de que su escalabilidad permite su funcionamiento en clústers de servidores y dispositivos móviles [17] [18]. A pesar de que esta librería puede trabajar con el lenguaje python, no se encuentra desarrollada en este lenguaje, en cambio, esta desarrollada con la combinación de los lenguajes C++ y CUDA, usando la librería Eigen la cual es una librería numérica de alto rendimiento y cuDNN, librería de Nvidia para redes neuronales profundas [17].

5.1.9. Keras

Es una API bastante popular en el ámbito del Deep Learning (DL), esta es de código abierto desarrollada en Python enfocada a las redes neuronales de alto nivel, modular y extensible, con el fin de que los usuarios puedan construir y entrenar modelos sin un conocimiento profundo del área [19]. Esta API se divide en dos partes, Backend y Frontend. El backend se encarga del marco de aprendizaje profundo, implementando las operaciones como Theano, CNTK, y TensorFlow. Mientras que la parte del Frontend, son un conjunto de interfaces abstraídas por Keras [19].

5.2. Metodología - XP (Extreme Programming)

La metodología de desarrollo Extreme Programming (XP), es una de las metodologías de desarrollo de software ágil más usadas en la actualidad, debido a su versatilidad y capacidad

de adaptación a diferentes proyectos. Esta metodología se enfoca principalmente a la aplicación de buenas prácticas para el desarrollo ágil de software [20]. Unas de las características esenciales de esta metodología, son la flexibilidad que tiene para afrontar cambios durante el desarrollo, la capacidad de producción en periodos cortos de tiempo, el trabajo en equipo y la calidad del software, entre otras [20].

5.2.1. FASES

Esta metodología de trabajo consta de las siguientes fases:

5.2.1.1. Exploración:

Esta es la primera fase de la metodología XP, donde en esencia, el equipo de desarrollo se familiariza con el proyecto, las herramientas y la tecnología que se van a utilizar, además, el cliente del proyecto, ayuda al equipo a definir los requerimientos que considere necesarios o esenciales para el funcionamiento deseado del software. Además en esta fase se crea un prototipo del sistema que se va a desarrollar, con el fin de poner a prueba la tecnología y tener una idea de la posible arquitectura del sistema. La duración de esta fase puede ir de unas semanas hasta algunos meses [21].

5.2.1.2. Planificación:

Esta es la fase donde se realiza una estimación de todo el esfuerzo que conllevará el desarrollo del software. Una vez calculado la cantidad de posible trabajo, se realiza un cronograma, donde se establecen diferentes actividades para los desarrolladores y los plazos para la entrega de cada una [21]. Aquí se le da prioridad a las historias de usuario establecidas en la fase anterior. La duración de esta fase es de dos días.

5.2.1.3. Fase de iteraciones hasta el despliegue:

Esta es en esencia la fase de desarrollo del software, donde cada iteración tiene una duración de entre una a cuatro semanas de acuerdo al peso de las actividades destinadas a esa iteración. En el caso de ser la primera iteración del proyecto, esta siempre se destina a la construcción de la arquitectura del sistema que mejor se acople a las historias de usuario adecuadas. El cliente realiza pruebas funcionales a los resultados de cada iteración al final de las mismas. Finalmente, el resultado de la última iteración dará como resultado un sistema listo para pasar a producción [21].

5.2.1.4. Producción:

En esta fase se entrega el software funcional al cliente, sin embargo, antes de realizar esto, es necesario realizar pruebas adicionales para evaluar su rendimiento. Una vez, la primera versión se entrega al cliente, esta debe mantenerse funcional mientras se realicen nuevas iteraciones [21].

5.2.1.5. Mantenimiento:

En esta fase, el equipo de desarrollo se encarga de brindar soporte y mantenimiento al software ya entregado al cliente, en algunos casos, debido a la carga que representa resolver todas las dudas de los usuarios finales, se recomienda incorporar personal que brinde apoyo con esta actividad [21].

5.2.1.6. Fase Final

Fase final, o también denominada como Death Phase, se caracteriza por que ya no existen historias de usuarios que necesiten desarrollarse, por lo cual, no se solicitan más cambios al sistema y la implementación actual del mismo cumple con todos los requerimientos y necesidades de los usuarios finales. Sin embargo, que el software este funcionando en plenitud no es la única forma de llegar a la fase final, también se puede llegar aquí si el software que se esta desarrollando no ofrece los resultados deseados o si el desarrollo adicional de características resulta costoso [21].

5.3. Trabajos Relacionados

5.3.1. Improving Breast Cancer Detection Using DCGANs Generated Synthetic Mammograms

Existe una responsabilidad en lo que se refiere al ámbito de aprendizaje automático en los siguientes aspectos: el número de datos con los que se entrena un modelo y los resultados del mismo. En cuanto a la adquisición de datos, esta puede presentar una serie de problemas, principalmente las anomalías, los valores erróneos, o en especial, los faltantes [22].

Cuando se presenta una anomalía en datos destinados a aplicaciones médicas, como el análisis de mamografías para la detección de tumores, estas pueden disminuir el rendimiento del modelo y como resultado se generaría un diagnóstico erróneo que podría repercutir directamente sobre la vida de los pacientes. Frente a este problema, se plantea un desarrollo de software capaz de generar mamografías sintéticas de alta resolución con presencia de tumores benignos o malignos por medio de redes neuronales DCGAN (Deep Convolutional Generative Adversarial Networks). La finalidad de este programa es verificar el correcto funcionamiento de los clasificadores de cáncer de mama del estado arte para el correspondiente reconocimiento de tumores benignos o malignos [22].

5.3.2. Utilización de Técnicas de Inteligencia Artificial para brindar soporte cognitivo a cirujanos próximos a formarse en cirugía de cáncer de mama

En este documento se muestra una clasificación a partir de un razonamiento basado en casos con la ayuda de una base de datos de pacientes para la presentación de posibles diagnósticos de personas con cáncer de mama. Esta clasificación facilita la organización de pacientes con características parecidas, de tal manera que un futuro caso pueda ser categorizado y

comparado con los previos. Además, se presentan las técnicas de razonamiento basado en casos, cuyo uso es amplio en campos como la inteligencia artificial, sistemas cognitivos y en particular en aprendizaje automático, descubrimiento de conocimiento, minería de datos, etc. Se espera como resultado presentar una comparación entre un nuevo paciente con diversas características (edad, género, síntomas) y un caso abordado con anterioridad. De esta manera, se genera una sugerencia para el especialista médico que podría tomarse en cuenta para un diagnóstico más preciso basado en datos de pacientes (casos) [23].

5.3.3. Análisis crítico de las técnicas de inteligencia artificial más utilizadas en la predicción del cáncer de mama a partir de mamografías

Evidentemente, las actividades cotidianas del ser humano se han visto facilitadas por los avances en el campo de la informática. Una de las ramas en donde se ha logrado un mayor progreso es en la inteligencia artificial (IA), la cual ha aportado grandes beneficios para la humanidad, como la reducción del tiempo en diagnósticos médicos, en especial a aquellos dedicados a la detección temprana del cáncer de mama mediante mamografías, disminuyendo así también errores humanos por medio del uso de técnicas como el aprendizaje profundo o automático, los cuales progresan satisfactoriamente con el paso del tiempo. Estas técnicas transforman los datos en conocimientos para su procesamiento y análisis a través de métodos complejos. La IA procura un impacto positivo a futuro para el beneficio y éxito sin precedentes de la humanidad y simultáneamente, consigue disminuir los índices de mortalidad en mujeres con el diagnóstico antes mencionado [24].

5.3.4. Desarrollo de un sistema de detección de tumores en mamografías mediante técnicas de inteligencia artificial

Este proyecto tiene como fin desarrollar un algoritmo con técnicas de inteligencia artificial, como las redes neuronales convolucionales, que fueron usadas en mamografías para la detección y clasificación de tumores, evitando intervenciones innecesarias e invasivas en pacientes con posibles diagnósticos de cáncer de mama. Para la ejecución del proyecto se utilizó la base de datos MIAS, la cual contiene imágenes de diagnósticos médicos de mamografías. Estas imágenes, fueron segmentadas para así lograr una mayor precisión en la preparación de la propuesta red neuronal convolucional. En la validación de la red se utilizó el 30% de las imágenes segmentadas. Los aciertos obtenidos en el entrenamiento en red estiman el 80% después de realizar varios entrenamientos de diferentes características para mejorarlo [25].

5.3.5. La Inteligencia Artificial En Oncología: Contexto Actual Y Una Visión Hacia La Próxima Década

Gracias a la inteligencia artificial (IA) se ha contribuido de manera sustancial en la resolución de múltiples problemas biomédicos, entre los cuales se incluyen diversos eventos relacionados con el cáncer. Entre uno de los subcampos de la IA se encuentra el aprendizaje profundo (deep learning), el cual es altamente flexible y permite la extracción automática

de características y además, su aplicación aumenta cada vez más en diversas áreas de la investigación del cáncer, tanto básica como clínica. En esta revisión, se describen varios de los más recientes ejemplos sobre la aplicación de la IA en la oncología y además se incluyen casos en los que el aprendizaje profundo ha solucionado eficientemente conflictos antes no resueltos. Así mismo se abordan los obstáculos que deben ser superados antes de que dicha aplicación pueda generalizarse y también, se destacan los recursos y conjuntos de datos que mejoran el aprovechamiento del poder de la IA aplicada a la investigación. El desarrollo de enfoques y aplicaciones innovadores de la IA es esencial para la generación de conocimientos en la oncología que permitirán una amplia modificación de la práctica clínica [26].

5.3.6. Análisis de los trabajos relacionados

Los trabajos presentados con anterioridad aportan a este proyecto diferentes aspectos, tales como la forma en la que funciona el aprendizaje autónomo y la recolección de datos. Además, tomando en cuenta que el tema del cáncer actualmente cada vez tiene más impacto en la sociedad, existen una gran cantidad de trabajos que buscan realizar su aporte a la lucha contra esta enfermedad, lo que brinda un punto de partida para trabajos futuros, dando diferentes avances o perspectivas de como abordar el tema.

6. Metodología

OBJETIVOS	ALCANCE	PRODUCTO	MÉTODOS	MATERIALES / TECNICAS	LUGAR	RESPONSABLE
Desarrollar la arquitectura del modelo de red neuronal mediante visión por computador y el conjunto de datos necesarios para la detección del cáncer de mama	Diseñar un modelo de visión por computador que permita la detección de cáncer en imágenes (mamografías)	Modelo de Visión por Computador.	Desarrollo Entrenamiento del Modelo	Repositorio de I mágenes, Jupyter / Google Colab, Laptop	Aula de la Universidad Nacional de Loja	Richard Torres
	Realizar el entrenamiento del modelo en la detección de imágenes mamográficas					
	Mejorar el entrenamiento del modelo en caso de que los resultados presentados se alejen de la percepción del experto					
Construir un prototipo de software para la arquitectura del modelo de red neuronal utilizando la metodología XP	Elaborar las Historias de Usuario del prototipo para el consumo del modelo de visión por computado	Prototipo de software	Desarrollo de Prototipo Metodología XP	Lucidchart, Python	Aula de la Universidad Nacional de Loja	Richard Torres
	Realizar prototipos de las diferentes interfaces de acuerdo a los requerimientos y procesos establecidos					
	Evaluar el funcionamiento del prototipo para corrección de errores					
Evaluar la detección del cáncer de mama utilizando el prototipo de software mediante un entorno de laboratorio de prácticas académicas	Planificar la evaluación del prototipo en un ambiente simulado o entorno de laboratorio de prácticas	Resultados de Evaluación	Implementar Pruebas	Laptop, SmartLab	Aula de la Universidad Nacional de Loja	Richard Torres
	Ejecutar las pruebas del prototipo con expertos del tema					
	Analizar los resultados obtenidos de las pruebas ejecutadas					

Tabla 6.1: Metodología

En la tabla 6.1 se presentan todos los objetivos del proyecto de tesis, además de las diferentes tareas que se realizarán dentro de cada uno, para conseguir los resultados establecidos en cada objetivo. Además de los métodos mediante los cuales se trabajará, los materiales a utilizar en cada etapa y el responsable de cada una.

7. Cronograma

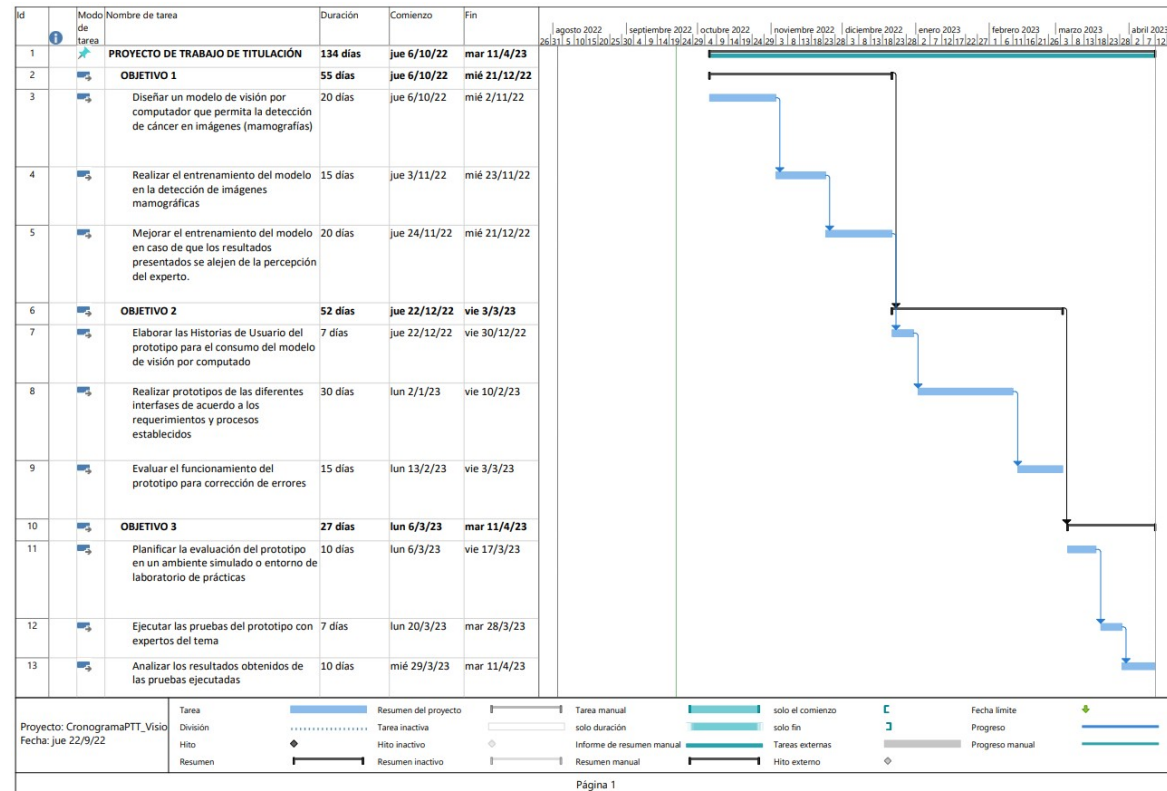


Figura 7.1: Cronograma de actividades

Como se puede observar en la Figura 7.1 el cronograma de actividades planteado para el proyecto de titulación tiene un máximo de cuatro meses y medio. Como se puede observar, para el primer objetivo, se destina un mes y tres semanas, donde se realizara el desarrollo y entrenamiento del modelo, estableciendo tres tareas para esto, la primera, siendo el diseño del modelo, para lo cual se destinan veinte días, a continuación se procede con el entrenamiento del modelo, destinando dos semanas para esta actividad, y finalmente, el mejoramiento del modelo, en caso de que los resultados obtenidos no sean satisfactorios.

Para el segundo objetivo, se destina alrededor de un mes de trabajo, ya que aquí se busca desarrollar un prototipo que implemente el modelo de visión por computador previamente creado. Siguiendo la metodología XP, este objetivo se divide en tres tareas, donde la primera consiste en la creación de las historias de usuario, dando un periodo de una semana para esta actividad, continuando con la segunda tarea que ya consiste en la creación de las interfaces del prototipo en base a los requerimientos establecidos, para lo que se asigna un mes de duración para la tarea. Para finalizar este objetivo, se realiza la tarea de evaluación del prototipo, para corroborar que el mismo funcione como se espera, para esta evaluación se asigna un periodo de dos semanas.

Finalmente para el último objetivo se destina el mes final del proyecto. En este punto, se busca validar los resultados de los dos primeros objetivos, es decir, si el modelo puede realizar o no una detección de cáncer, y cuan confiable es esta. Para esto, se realiza como primera tarea la planificación de la evaluación, creando los escenarios e instrumentos necesarios para la recolección de información. Para posteriormente realizar las pruebas con una duración de una semana, para finalmente, realizar el análisis de los resultados de las pruebas en los últimos diez días del proyecto.

8. Presupuesto

Para el desarrollo de este trabajo de titulación son necesarios ciertos recursos, entre ellos económicos, por lo cual, se propone el siguiente presupuestos:

8.1. Recursos Humanos

RECURSOS HUMANOS			
RESPONSABLE	HORAS	VALOR / HORA	SUBTOTAL
1 ESTUDIANTE	300	12	3.600
1 TUTOR	150	15	2.250
TOTAL			5.850

Tabla 8.1: Presupuesto Recursos Humanos

8.2. Recursos Tecnológicos

RECURSOS TÉCNICOS / TECNOLÓGICOS			
RECURSO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
Laptop	1	1.600	1.600
Repositorio de Datos	1	0	0
TOTAL			1.600

Tabla 8.2: Presupuesto Recursos Tecnológicos

8.3. Servicios

SERVICIOS			
SERVICIO	MESES	COSTO / MES	SUBTOTAL
Internet	6	27	162
Jupyter / Google Colab	-	0	0
TOTAL			162

Tabla 8.3: Presupuesto Servicios

8.4. Presupuesto General

PRESUPUESTO GENERAL	
DESCRIPCIÓN	COSTO
RECURSOS HUMANOS	5.850
RECURSOS TECNOLÓGICOS	1.600
SERVICIOS	162
SUBTOTAL	7.612
IMPREVISTOS (10% del Subtotal)	716,20
TOTAL	8.328,20

Tabla 8.4: Presupuesto General

En la tabla 8.4 se puede observar el total del valor que conllevará el proyecto de tesis, con un valor de \$8.328,20, cuyo valor se desglosa de la siguiente forma, \$5.850 están destinados para los recursos humanos que intervienen, los cuales se pueden observar en la tabla 8.1, donde \$3.600 están destinados al estudiante y \$2.250 al docente tutor. El valor de \$1.600 destinado para los recursos tecnológicos visibles en la tabla 8.2, cubren el valor de una Laptop con la que el estudiante realizará todo el trabajo, y los repositorios de datos que son gratuitos. Los servicios que se usarán en este proyecto son internet por un valor de \$27/mes a lo largo de seis meses que es la duración estimada del proyecto, además de los servicios gratuitos de Jupyter o Google Colab, esto visible en la tabla 8.3. Finalmente se destina un 10% del subtotal destinado para imprevistos o inconvenientes que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto.

Bibliografía

- [1] J. F. Ávila-Tomás, M. A. Mayer-Pujadas, and V. J. Quesada-Varela, “La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina ii: Importancia actual y aplicaciones prácticas,” *Atención Primaria*, vol. 53, no. 1, pp. 81–88, 2021.
- [2] S. Saldaña, “Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de detección de cáncer de mama mediante una red neuronal artificial,” *Revista Plus Economía*, vol. 10, no. 1, pp. 34–42, 2022.
- [3] J. Q. Domínguez, “Aplicación de técnicas de inteligencia artificial para contribuir en la detección de microcalcificaciones en mamografía digitalizada,” 2015.
- [4] H. Sung, J. Ferlay, R. L. Siegel, M. Laversanne, I. Soerjomataram, A. Jemal, and F. Bray, “Global cancer statistics 2020: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries,” *CA: a cancer journal for clinicians*, vol. 71, no. 3, pp. 209–249, 2021.
- [5] G. Cristian Gonzáles, “Descifrando el papel del entrenamiento interválico de alta intensidad en el cáncer de mama: revisión sistemática,” *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, no. 44, pp. 136–145, 2022.
- [6] Ó. A. Bonilla-Sepúlveda, “Marcadores tumorales en cáncer de mama. revisión sistemática,” *Ginecología y obstetricia de México*, vol. 88, no. 12, pp. 860–869, 2020.
- [7] R. Lozano-Ascencio, H. Gómez-Dantés, S. Lewis, L. Torres-Sánchez, and L. López-Carrillo, “Tendencias del cáncer de mama en américa latina y el caribe,” *Salud pública de México*, vol. 51, pp. s147–s156, 2009.
- [8] C. R. Aguilar-Torres, M. Cisneros-Castolo, T. Stener-Lechuga, K. F. Pérez-Molinar, H. Parra-Acosta, I. P. Sáenz-Cabrales, and C. Ornelas-Flores, “Panorama actual del tamizaje para detección del cáncer de mama en el estado de chihuahua, méxico,” *Ginecología y obstetricia de México*, vol. 89, no. 2, pp. 91–99, 2021.
- [9] C. J. S. Moya, “Construcción de una base de datos de imágenes de mamografía para la identificación de microcalcificaciones,” 2014.
- [10] N. Almeida Cintra, “Diagnóstico clínico asistido por computadora: avances tecnológicos y su impacto social,” 2021.
- [11] M. d. C. Expósito Gallardo and R. Ávila Ávila, “Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina: perspectivas y problemas,” *Acimed*, vol. 17, no. 5, pp. 0–0, 2008.

-
- [12] F. Izaurieta and C. Saavedra, “Redes neuronales artificiales,” *Departamento de Física, Universidad de Concepción Chile*, 2000.
- [13] E. S. Barrientos Mogollon and S. A. Mamani Mamani, “Modelos de aprendizaje supervisado como apoyo a la toma de decisiones en las organizaciones basados en datos de redes sociales: Una revisión sistemática de la literatura.,” 2019.
- [14] J. Durán Suárez, “Redes neuronales convolucionales en r: Reconocimiento de caracteres escritos a mano,” 2017.
- [15] D. Mery, “Visión por computador,” *Santiago de Chile. Universidad Católica de Chile*, 2004.
- [16] J. A. C. Ochoa and J. F. M. Trinidad, “Reconocimiento de patrones,” *México. Inaoep: [https://goo. gl/JbY654](https://goo.gl/JbY654)*, 2014.
- [17] D. Conde Ortiz, “Inteligencia artificial con tensorflow para predicción de comportamientos,” 2018.
- [18] A. Valle Barrio, “Aplicación de tensorflow en deep learning,” 2018.
- [19] L. Long and X. Zeng, “Keras advanced api,” in *Beginning Deep Learning with TensorFlow*, pp. 283–314, Springer, 2022.
- [20] J. R. Molina Ríos, J. A. Honores Tapia, N. Pedreira Souto, and H. Pardo, “Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles,” *3C Tecnología*, vol. 10, no. 2, pp. 17–45, 2021.
- [21] S. Al-Saqqa, S. Sawalha, and H. AbdelNabi, “Agile software development: Methodologies and trends.,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 14, no. 11, 2020.
- [22] L. Garcia-Tiscar, “Improving breast cancer detection using dcgans generated synthetic mammograms,” Master’s thesis, 2021.
- [23] J. E. Rodas Osollo, “Utilización de técnicas de inteligencia artificial para brindar soporte cognitivo a cirujanos próximos a formarse en cirugía de cáncer de mama,” *Instituto de Ingeniería y Tecnología*, 2020.
- [24] S. Pulgarin Sánchez and S. L. Valencia Orozco, “Análisis crítico de las técnicas de inteligencia artificial más utilizadas en la predicción del cáncer de mama a partir de mamografías,” 2020.
- [25] R. M. Argoti Arcos, “Desarrollo de un sistema de detección de tumores en mamografías mediante técnicas de inteligencia artificial.,” Master’s thesis, Quito, 2021, 2020.
- [26] A. Loaiza-Bonilla, “La inteligencia artificial en oncología: Contexto actual y una visión hacia la próxima década,” *Medicina*, vol. 43, no. 4, pp. 527–534, 2021.
-

Lista de Acrónimos y Abreviaturas

AAS	Australian Acoustical Society.
ADAA	Asociación de Acústicos Argentinos.
AES	Audio Engineering Society.
APA	American Psychological Association.
ASA	Acoustical Society of America.
CEV	Central Eólica de Villonaco.
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
EAA	European Acoustics Association.
I-INCE	International Institute of Noise Control Engineering.
ICA	International Congress on Acoustics.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
IIAV	International Institute of Acoustics and Vibration.
IOA	Institute Of Acoustics.
ISRA	International Symposium on Room Acoustics.
ISVA	International Seminar on Virtual Acoustics.
RSL	Revisión Sistemática de Literatura.
SEA	Sociedad Española de Acústica.
TFG	Trabajo Final de Grado.
TFM	Trabajo Final de Máster.
TT	Trabajo de Titulación.

A. Anexo I

TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTA:

A.0.1. Entrevista Experto

Entrevistadores	Richard Andrés Torres Silva
Entrevistado	Dr. Manuel Galarza
Cargo del entrevistado	Cirujano Oncologo
Fecha de entrevista	14 de Septiembre del 2022
Hora de entrevista:	11:30
Canal de Comunicación	Presencial

1. ¿Cuáles son los medios que maneja para realizar el diagnostico y detección del cáncer de mama?

En primer lugar, hay que establecer que las mamografías se realizan únicamente a personas mayores a 40 años y personas menores a 40 años se realiza un eco mamario. Se puede distinguir los nódulos mejor en la mamografía.

2. ¿Cuál es el procedimiento que se sigue para realizar el diagnostico y detección?

Primero se realiza con el paciente la entrevista, o como la conocemos los médicos anamnesis, que es lo que conversamos con el paciente que le pregunto que tiene, que le molesta, que le duele. Luego pasamos hacerle un examen físico, el examen físico consiste en un examen general de cabeza a los pies, y más nos enfocamos en lo que es la mama en si, palpar la mama, los cuadrantes y la axila.

3. ¿Qué tiempo le toma analizar los exámenes para realizar una detección de cáncer de mama?

Si toma unos días, por lo general entre cinco a siete días.

4. ¿Cuántas mamografías se deben realizar para poder determinar una detección de cáncer de mama?

Una sola mamografía para realizar una detección

5. ¿Cuál es el margen error que maneja al momento de realizar una detección?

Pregunta un poco complicada, un 5% sería aceptable.

6. ¿La forma de revisión de los exámenes, los realiza de forma manual, o tiene algún proceso o sistema que le permita automatizar esta tarea?

Se realiza el trabajo de forma manual aquí.

7. Desde el punto de vista del doctor, ¿considera usted que el factor humano puede llegar a afectar o influir al momento de realizar una detección?

Por supuesto, porque el médico en primera tiene que conocer del tema, dos, empoderarse del caso del paciente, es fundamental.

8. Al momento de realizar una mamografía, ¿Cuántas imágenes se obtiene como resultado del examen mamográfico?

Resultan cuatro imágenes.

9. Considerando el uso de mamografías para la detección de cáncer de mama, ¿Cual sería el porcentaje de precisión que usted asignaría a esta técnica?

Sería un 90%.

10. ¿considera usted que el uso de la computación y software podría permitir la detección de cáncer de mama?

Claro que sí, sin duda.

B. ANEXO 2

Dirección web de la Entrevista realizada.

Link: <https://drive.google.com/file/d/1vCMbVIQoXU24adqrbQQxj-BXyTM1F-W/view?usp=sharing>