

Aplicación móvil para la detección de cáncer de melanoma utilizando redes neuronales convolucionales.

Trabajo Terminal No. ____.

Alumnos: Graciano Herrera Gabriel, Montes Guerrero Daniel, *Olmedo Ramírez Esteban Raymundo

Directores: Dr. Luna Benoso Benjamín, Dra. Úrsula Samantha Morales Rodríguez

*Email: esteban.olmedo.ramirez@gmail.com

Resumen - El melanoma, es un tipo de cáncer que provoca lesiones en la piel ocasionando la muerte del 70% de las personas que lo padecen y reciben un diagnóstico tardío. En el mercado se cuentan con diversas aplicaciones que pueden identificar distintas lesiones en la piel mediante una fotografía de la lesión, estas aplicaciones cuentan con una funcionalidad limitada ya que permiten tener un historial de las fotografías, pero no proporcionan una herramienta para comparar las fotografías de su historial entre sí. Por ello, se pretende desarrollar una aplicación que sea capaz de clasificar lesiones en la piel, provocadas por cáncer de tipo melanoma, por medio del análisis de imágenes utilizando redes neuronales convolucionales, además de proporcionar una herramienta que permita identificar la evolución de la lesión utilizando las siguientes características: asimetría, bordes irregulares, color no homogéneo.

Palabras clave - Inteligencia Artificial, Melanoma, Procesamiento de imágenes, Redes Neuronales Convolucionales, Academia de Ciencias de la Computación.

1. Introducción

El melanoma es el cáncer de piel más agresivo, ya que representa el 80% de los casos de cáncer de piel y provoca la muerte si es detectado en una etapa avanzada [1]. El melanoma es provocado cuando los melanocitos, células que producen el pigmento que da color a la piel, se vuelven cancerosas [2]. Sin embargo, es una enfermedad curable si es detectada en una etapa temprana, de ahí la importancia de la rápida detección de este tipo de cáncer. Lucía Achell, doctora y miembro de la Sociedad Mexicana de Cirugía Dermatológica y Oncológica, menciona que el melanoma es el segundo cáncer de piel más frecuente en México y se presenta en manos y pies, por lo que es importante prestar atención a lunares y lesiones en estas áreas [2].

De acuerdo con la Clínica de Melanoma del Instituto Nacional de Cancerología (INCan), el melanoma lentiginoso acral es el más común en México [1]. Este aparece como una mancha en la piel con varios tonos de pigmentación, puede presentar ulceración e inflamación. Debido a sus características puede ser confundido con verrugas, por lo que requiere de detallada observación para su correcta clasificación. Las principales características para evaluar son cinco y son conocidas por el acrónimo ABCDE, asimetría, borde irregular, coloración, diámetro mayor de 6mm y elevación.

Una de las técnicas más utilizadas para la detección del melanoma es la llamada “dermatoscopia” o microscopia de la superficie de la piel. La técnica se realiza utilizando un dermatoscopio; el cual es un instrumento equipado con una luz polarizada y un juego de lentes con aumentos estándares [3]. Con las imágenes, llamadas imágenes dermatoscópicas, obtenidas con el dermatoscopio, el dermatólogo analiza si las imágenes pueden tratarse de cáncer de tipo melanoma, si el especialista sospecha que puede tratarse de dicha enfermedad, al paciente se le realiza una biopsia y se envía con un experto para un análisis más certero [4].

Con el avance tecnológico y la mejoría en el procesamiento de imágenes recientes investigaciones y aplicaciones comerciales han utilizado técnicas de Machine Learning como forma alternativa para el procesamiento de las imágenes obtenidas en la dermatoscopia. Una de las técnicas empleadas son las redes neuronales artificiales específicamente las redes neuronales convolucionales, ya que éstas son enfocadas principalmente al análisis de imágenes [5].

Actualmente existen diversas aplicaciones para la prevención del cáncer de piel, existen dos de ellas que brindan la opción de realizar la evaluación de lesiones en la piel para determinar la probabilidad de que sean provocadas

por algún cáncer de piel. Estas aplicaciones utilizan modelos de machine learning basados en redes neuronales para el análisis de las imágenes. AI Dermatologist y Skinvision son las dos aplicaciones que brindan la opción de realizar evaluaciones para determinar los tipos más comunes de cáncer de piel, incluido el melanoma.

Tabla 1. Aplicaciones en el mercado

Nombre de la aplicación	Descripción	Costos
AI Dermatologist	Permite realizar un seguimiento de lesiones en la piel ubicadas en distintas partes del cuerpo. Evalúa el riesgo de las lesiones en seguimiento otorgando un porcentaje que indica la probabilidad de que la lesión sea provocada por algún cáncer de piel, sin embargo, para un diagnóstico preciso recomiendan consultar un dermatólogo. Además, permite guardar las evaluaciones que se realizan para realizar el seguimiento de las lesiones.	- \$27.00 MXN por prueba única. - \$159 MXN por 15 pruebas durante una semana - \$1,049.00 MXN por 800 pruebas durante un año
Skin Vision	Permite tomar fotos de lesiones en la piel y realizar un análisis de estas para determinar el riesgo de la lesión, una vez hecho el análisis te ofrece recomendaciones basadas en el riesgo de la lesión, además, ofrece la posibilidad de establecer recordatorios para realizar un seguimiento de la lesión. También ofrece recomendaciones para el cuidado de la piel con base en tu posición geográfica.	- \$146.99 MXN por prueba única - \$526.99 MXN por tres meses - \$1,052.99 MXN por un año

También se han realizado varios trabajos de investigación con un enfoque similar al de las aplicaciones antes mencionadas, a continuación, se listan algunas.

Tabla 2. Investigaciones relacionadas con el diseño de redes neuronales para la detección de cáncer de tipo melanoma

Nombre	Descripción	Tipo
Melanoma Skin Cancer Detection using Image Processing and Machine Learning [6]	Se diseñó un modelo para la detección del cáncer de melanoma utilizando diversos algoritmos de inteligencia artificial como redes neuronales convolucionales y máquinas de soporte de vectores. El diseño consiste en tres fases: recolección del dataset y preprocesamiento de las imágenes (eliminación de bello, reducción de brillo y eliminación de sombras), segmentación y extracción de características y finalmente diseño y entrenamiento del modelo utilizando redes neuronales convolucionales. El modelo alcanzó una precisión del 85%.	Artículo de investigación
Melanoma skin cancer detection and classification based on supervised and unsupervised learning [7]	Se diseñó un sistema para la clasificación de cáncer de melanoma utilizando algoritmos de <i>machine learning</i> por medio de aprendizaje supervisado y no supervisado. El diseño consiste en la segmentación de la imagen para aislar la lesión, extracción de características de la lesión y finalmente la	Artículo de investigación

	clasificación. Se utilizaron tres algoritmos para realizar la clasificación: redes neuronales, algoritmo de los k vecinos más cercanos y máquina de soporte de vectores. La precisión obtenida por los algoritmos fue de 75%, 90% y 52.63% respectivamente.	
Aplicación móvil para el diagnóstico asistido por computadora en imágenes dermatoscópicas [8]	En esta tesis se propone un sistema para el procesamiento de imágenes dermatoscópicas para la asistencia en el diagnóstico médico basado en la metodología de diagnóstico clínico ABCD para la identificación de melanoma. Se utiliza el algoritmo <i>Fuzzy C Means</i> para el aislamiento de la lesión en una imagen dermatoscópica. Por último, se implementa dicho sistema en una aplicación móvil.	Tesis con número A150937

2. Objetivo

Desarrollar una aplicación móvil que permita detectar cáncer de tipo melanoma en imágenes dermatoscópicas mediante redes neuronales convolucionales.

2.1. Objetivos particulares

- Obtener un banco de imágenes dermatoscópicas de lesiones en la piel tipo melanoma y no melanoma mediante la plataforma Kaggle para el entrenamiento de la red neuronal convolucional.
- Realizar una investigación sobre las arquitecturas existentes y realizar una comparativa entre éstas analizando su ventajas y desventajas, para diseñar la arquitectura a utilizar en el proyecto.
- Entrenar la red neuronal convolucional utilizando el dataset creado para clasificar imágenes con lesiones causadas por el cáncer tipo melanoma
- Desarrollar un servicio web utilizando Python donde se realizará el procesamiento de la imagen proporcionada por el usuario.
- Desarrollar una aplicación móvil utilizando React Native para comunicarse con el servicio web y enviar las imágenes proporcionadas por el usuario.

3. Justificación

De acuerdo con un consenso realizado del registro hospitalario de cáncer en México [9] de las 19,264 neoplasias malignas confirmadas histológicamente, un 2.0% de estos (384) correspondieron a casos de melanoma en la piel. Mientras que según otro estudio [3] en el 2016 se registraron 699 defunciones, cuando en 1998 se contabilizaron 313 decesos por la misma causa. Existen artículos en donde se menciona que los pacientes con lesiones presentes en estadio tardío (cuando el melanoma se ha diseminado), un poco más del 20%, se ven favorecidos por tratamiento quimioterapéutico [2]. Según la Guía de Prevención y Tratamiento del Melanoma algunas estrategias de diagnóstico precoz para la población en general son: la autoexploración (llevar una bitácora con fotografías) y prestar atención a los signos de alarma (criterios ABCDE y lista de 7 puntos de Glasgow) [9]. Esta guía menciona que llevar un seguimiento con fotografías corporales es de utilidad para el médico, ya que es difícil identificar precozmente un melanoma entre varios lunares sin información previa.

Las aplicaciones que podemos encontrar actualmente nos permiten hacer un diagnóstico de las lesiones que ingresamos a sus sistemas, pero al momento de llevar un historial de éstas nos encontramos con que es el mismo usuario quien debe detectar anomalías en las lesiones que se han diagnosticado.

El sistema que se pretende desarrollar implementará, además del mecanismo para clasificar imágenes de lesiones en la piel, una herramienta que permita identificar la evolución de dicha lesión basándose en las siguientes características: asimetría, bordes irregulares y color no homogéneo. Esto con el propósito de brindar una herramienta que ayude a las personas a llevar una bitácora de las lesiones en la piel de acuerdo con las

recomendaciones en la Guía de Prevención y Tratamiento de Melanoma [9], además, proporcionar información extra para que el usuario pueda mostrar al médico al momento de realizar un diagnóstico.

4. Productos o resultados esperados

En la figura se puede observar la arquitectura que tendrá el sistema.

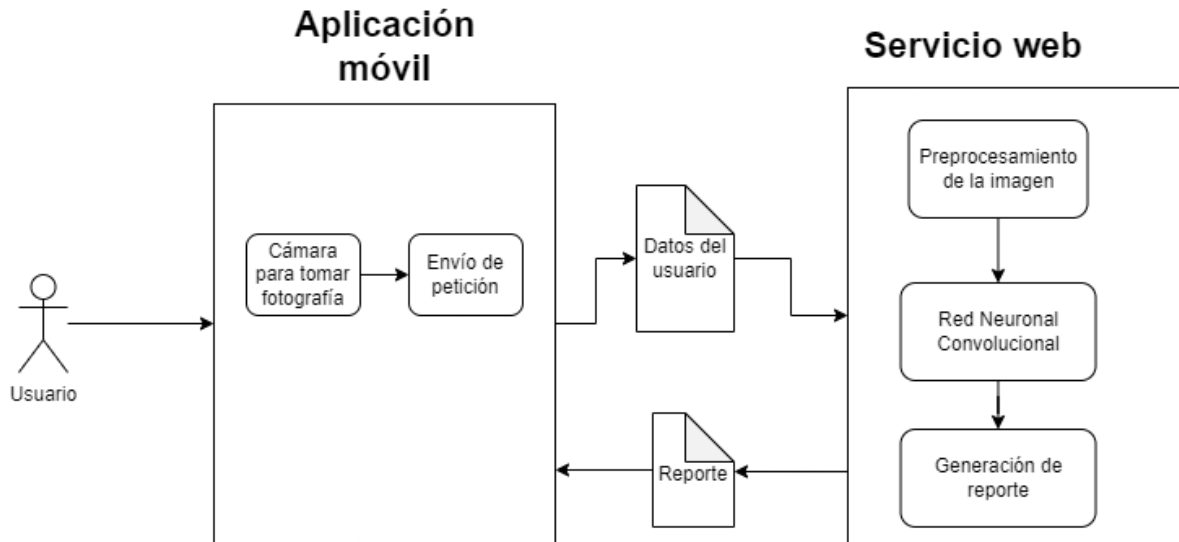


Figura 1 Arquitectura del sistema

Por último, los productos esperados al finalizar este proyecto son:

- Código fuente
- Archivo ejecutable
- Manual de usuario
- Documentación técnica.
- Análisis de los resultados de las pruebas realizadas

5. Metodología

Se utilizará el modelo incremental/iterativo como modelo de desarrollo de software. Se elige este modelo por la flexibilidad que ofrece para en comparación como modelos como el modelo en cascada y el incremental, ya que no se conocen a la perfección los requerimientos del proyecto y después de cada iteración se nos da flexibilidad para continuar con el desarrollo y agregar características que no se tenían presentes al inicio del proyecto.[10]

El modelo en incremental utiliza el modelo en cascada, pero de una forma iterativa. Es decir, se realiza el proyecto en un número determinado de etapas llamadas iteraciones, estas iteraciones se realizan utilizando las etapas que tiene el modelo en cascada, las cuales son: [10]

1. Análisis de requerimientos: Son las características que se quiere que tenga el programa al terminar la iteración, por lo general se eligen por orden de prioridad.
2. Diseño: Se toman en cuenta los requerimientos elegidos para la iteración y se busca la manera de llevarlos a cabo mediante software, como, por ejemplo: la arquitectura que se utilizara, el diseño de los algoritmos, el lenguaje de programación, el gestor de base de datos, etc.
3. Implementación: En esta etapa, se comienza con la codificación de los requerimientos elegidos
4. Pruebas: Se realizan pruebas para verificar el funcionamiento de lo implementado.

Así, se han planeado un total de 6 iteraciones descritas a continuación:

- Iteración 1: Se creará el data-set con bancos de imágenes de lesiones de la piel causadas por cáncer de tipo melanoma y se investigará como realizar su procesamiento. Duración 1 mes.
- Iteración 2: Se diseñará la arquitectura que tendrá la Red Neuronal Convolucional y se entrenará con el data-set construido previamente. Duración 2 meses.
- Iteración 3: Se desarrollarán los algoritmos para el procesamiento de las imágenes que serán proporcionadas por el usuario, así como el servicio web con el que se comunicará la aplicación móvil y tendrá la Red Neuronal Convolucional. Duración 4 meses.
- Iteración 4: Se diseñará el UX/UI de la aplicación móvil y se desarrollará la misma. Duración 2 meses.
- Iteración 5: Se realizarán la integración de la aplicación móvil y el servicio web. Duración 2 meses.

Cabe aclarar que la documentación técnica se irá realizando paralelamente a las iteraciones antes mencionadas.

6. Cronograma

Graciano Herrera Gabriel

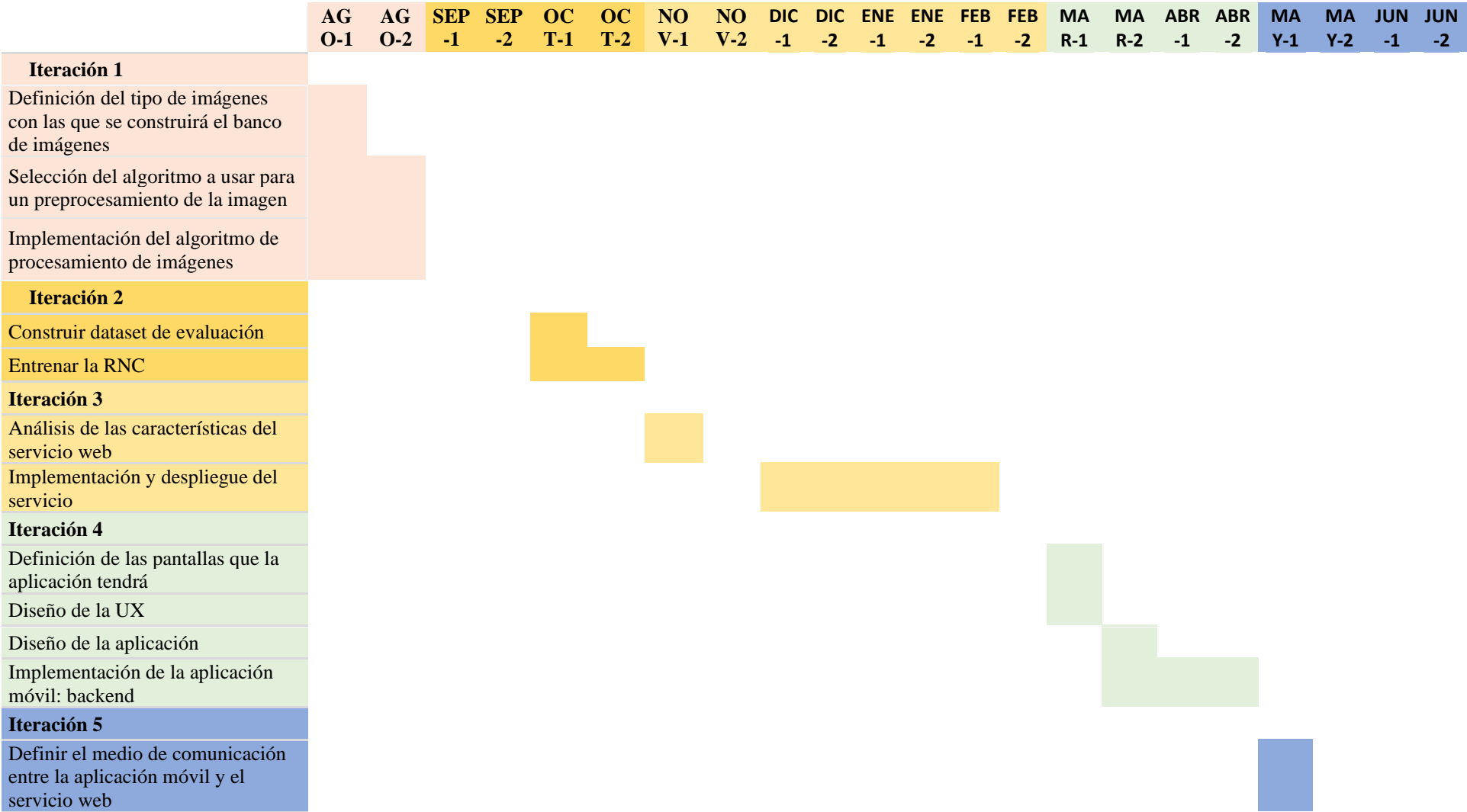


Figura 2 Cronograma parte 1

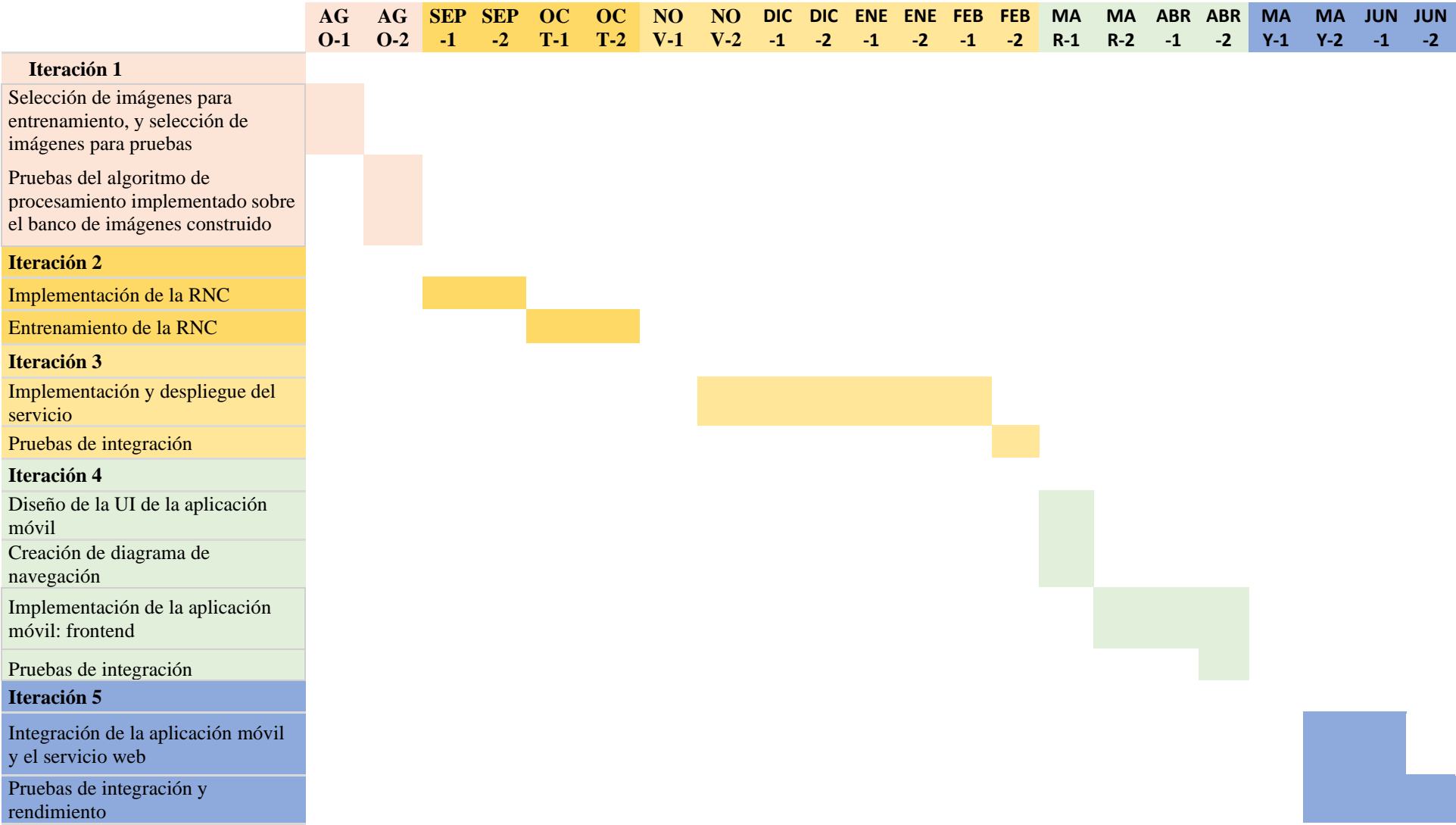


Figura 4 Cronograma parte 2

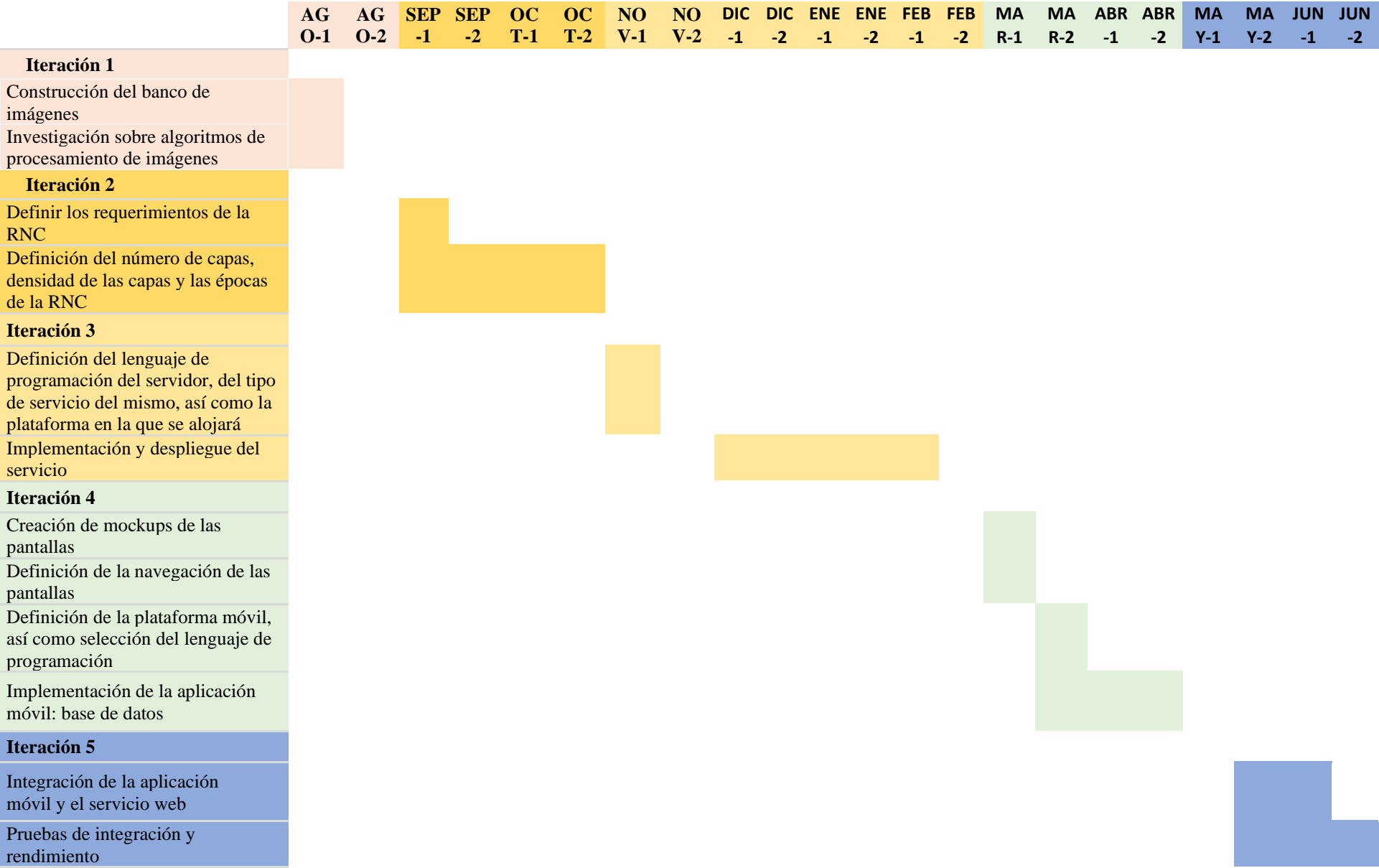


Figura 4 Cronograma parte 3

	Análisis de requerimientos	Diseño	Implementación	Pruebas
Iteración 1	Definición del tipo de imágenes con las que se construirá el banco de imágenes	Selección de imágenes para entrenamiento, y selección de imágenes para pruebas	Construcción del banco de imágenes	Se omiten las pruebas
	Investigación sobre algoritmos de procesamiento de imágenes	Selección del algoritmo a usar para un preprocesamiento de la imagen	Implementación del algoritmo de procesamiento de imágenes	Pruebas sobre el banco de imágenes construido
Iteración 2	Definir los requerimientos de la RNC	Definición del número de capas, densidad de las capas y las épocas de la RNC	Implementación de la RNC	Entrenamiento de la RNC
Iteración 3	Análisis de las características del servicio web	Definición del lenguaje de programación del servidor, del tipo de servicio del mismo, así como la plataforma en la que se alojará	Implementación y despliegue del servicio	Pruebas de integración
Iteración 4	Diseño de la UI	Definición de las pantallas que la aplicación tendrá	Creación de mockups de las pantallas	Se omiten las pruebas
	Diseño de la UX	Definición de la navegación de las pantallas	Creación de diagrama de navegación	Se omiten las pruebas
	Diseño de la aplicación	Definición de la plataforma móvil, así como selección del lenguaje de programación	Implementación de la aplicación móvil: backend Implementación de la aplicación móvil: frontend Implementación de la aplicación móvil: base de datos	Pruebas de integración
Iteración 5		Definir el medio de comunicación entre la aplicación móvil y el servicio web	Integración de la aplicación móvil y el servicio web	Pruebas de integración y rendimiento

Figura 5 Actividades

7. Referencias

- [1] Agencia EFE (10, 06, 2019). “Melanoma provoca muerte a 70 % de quienes lo padecen por diagnóstico tardío”. [Online] Disponible en: <https://www.efe.com/efe/america/mexico/melanoma-provoca-muerte-a-70-de-quienes-lo-padecen-por-diagnostico-tardio/50000545-4020304>. [Acceso: 04-Mar-2019].
- [2] N. Herrera, A. Arco. “El melanoma en México”, *Revista de especialidades Médico-Quirúrgicas*. Vol. 15, no. 3, pp. 161-164, julio – septiembre 2010.
- [3] E. Acosta, E. Fierro, V. Velásquez, X. Rueda. “Melanoma: patógenesis, clínica e histopatología”, *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología*. Vol. 17, no. 2, pp. 87-108, junio 2009.
- [4] J. Gallegos, A. Ortiz, G. Minauro, H. Arias, M. Hernández, “Dermatoscopia en melanoma cutáneo”, *Cirugía y cirujanos*. Vol. 83, no. 2, pp. 107 – 111, 2015.
- [5] Chan, S., Reddy, V., Myers, B. et al. Machine Learning in Dermatology: Current Applications, Opportunities, and Limitations. *Dermatol Ther (Heidelb)* 10, 365–386 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13555-020-00372-0>
- [6] Vijayalakshmi M. M. “Melanoma Skin Cancer Detection using Image Processing and Machine Learning”, *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (ijtsrd)*, ISSN 2456-6470, Volumen-2 Artículo-4, pp. 780-784, Junio 2019. Disponible en: <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd23936.pdf>.
- [7] H. R. Mhaske and D. A. Phalke, "Melanoma skin cancer detection and classification based on supervised and unsupervised learning," 2013 International conference on Circuits, Controls and Communications (CCUBE), 2013, pp. 1-5, doi: 10.1109/CCUBE.2013.6718539.
- [8] M. Castillo “Aplicación móvil para el diagnóstico asistido por computadora en imágenes dermatoscópicas”, tesis, Sección de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica, Ciudad de México, enero 2017.
- [9] Consellería de Sanitat de la Generalitat Valenciana, “Guía de Prevención y Tratamiento del Melanoma”. Grafimar Coop. V. 2006
- [10] P. Trivedi and A. Sharma, "A comparative study between iterative waterfall and incremental software development life cycle model for optimizing the resources using computer simulation," 2013 2nd International Conference on Information Management in the Knowledge Economy, 2013, pp. 188-194.

8. Alumnos y directores

Graciano Herrera Gabriel.- Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales en Escuela Superior de Cómputo, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630012, Tel. 4431747184, email: gabrielgh@live.com.mx.

Firma: _____

Montes Guerrero Daniel.- Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales en Escuela Superior de Cómputo, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630019, Tel. 7352140767, email: danimontesguerrero17@gmail.com.

Firma: _____

Esteban Raymundo Olmedo Ramírez.- Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales en Escuela Superior de Cómputo, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630019, Tel. 7352140767, email: esteban.olmedo.ramirez@gmail.com.

Firma: _____

Dr. Benjamín Luna Benoso.- Licenciatura en Física y Matemáticas por la ESFM del IPN. Maestría y Doctorado en ciencias por el CIC del IPN. Actualmente profesor titular C en la ESCOM. Áreas de Interés: Reconocimiento de patrones, análisis de imágenes, autómatas celulares. Correo: blunab@ipn.mx.

Firma: _____

Dra. Úrsula Samantha Morales Rodríguez.- Dra. en Ciencias de la Computación (2022) y M. en C. en Ingeniería de Cómputo(2018) del Centro de

Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional. Ing. en Sistemas Computacionales (2016) de la Escuela Superior de Cómputo/IPN. Áreas de interés: Reconocimiento de patrones, procesamiento digital de señales, IA. E-mail: umoralesr@ipn.mx.

Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.