

Rev. Spirat. 2025;3(NE1): e5378  
DOI: [10.20453/spirat.v3iNE1.5378](https://doi.org/10.20453/spirat.v3iNE1.5378)

## Inteligencia Artificial: marco de competencias para orientar prácticas supervisadas y aplicaciones de redes neuronales en estudiantes de Computación

*Johnny Villalobos-Murillo*<sup>1</sup> [000-0003-1670-8989]  
*Gabriela Garita-González*<sup>2</sup> [0000-0002-7813-2770]  
*Byron Jesús Alfaro-Ramírez*<sup>3</sup> [0009-0005-3165-0748]  
*Universidad Nacional*

### Resumen

La investigación exploratoria se centra en el desarrollo de competencias en Inteligencia Artificial y redes neuronales. Se llevó a cabo en el Laboratorio de Procesamiento de Imágenes, durante el I ciclo del 2023, con la participación de académicos y estudiantes que cursan la Práctica Profesional. Propone un marco de competencias y una metodología para clasificar mamografías en benignas y malignas, se desarrolla un modelo de aprendizaje automático. Utiliza un conjunto de datos con 118 imágenes de mamografías, previamente diagnosticadas. Los resultados abarcan: la clasificación, los procesos de aprendizaje basado en competencias, resultados de aprendizaje y la rúbrica para la evaluación. Se crea una aplicación informática que integra la red neuronal. En conclusión, se evidencian avances significativos en el desarrollo de competencias en Inteligencia Artificial y redes neuronales, así como en la aplicación práctica en el campo de la salud en la clasificación de mamografías.

PALABRAS CLAVE: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, APRENDIZAJE AUTOMÁTICO, REDES NEURONALES DE CONVOLUCIÓN, COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA.

### Introducción

El Laboratorio de Procesamiento de Imágenes Digitales (LAPID), adscrito desde el 2016 a la Escuela de Informática de la Universidad Nacional (UNA), dedicado al procesamiento de imágenes digitales, rama de la Inteligencia Artificial (IA).

Esta investigación incluye: el análisis de imágenes, y el desarrollo de competencias en IA para el estudiantado. Se detalla el marco de 7 competencias y 14 resultados de aprendizaje (Tabla 1).

Además, se dedica al desarrollo de modelos y algoritmos para el procesamiento de imágenes digitales, utilizando matemáticas y técnicas de visión por computadora, un campo dentro de la inteligencia artificial.

**Tabla 1. Marco de competencias y resultados de aprendizaje**

Capacidad	Resultado de aprendizaje
C1. C. para manipular imágenes	RA 1.1 Aplica acciones o cambios para manipular las imágenes según los atributos
C2. C. para comprender los fundamentos de la IA y el Aprendizaje Automático	RA 2.1 Identifica los conceptos de la IA y el aprendizaje automático RA 2.2 Comprende las redes según los tipos de arquitecturas RA 2.3 Depura código para algoritmos de aprendizaje automático RA 2.4 Utiliza bibliotecas y frameworks para Aprendizaje Automático
C3. C. para programación y desarrollo de modelos	RA 3.1 Aplica la implantación de modelos de redes neuronales. RA 3.2 Puede construir, entrenar y evaluar modelos de redes neuronales. RA 3.3 Aplica análisis matemático.
C4. C. de solucionar problemas	RA 4.1 Provee soluciones utilizando programación y redes neuronales para imágenes médicas RA 4.2 Selecciona algoritmos y modelos según la necesidad.
C5. C. de análisis de resultados	RA 5.1 Interpreta función de pérdida, matriz de confusión y análisis de efectividad
C6. C. ética	RA 6.1 Cumple los protocolos éticos y de privacidad de datos médicos e imágenes.
C7. C. para investigar	RA 7.1 Se actualiza de forma constante en IA. RA 7.2 Investiga sobre la IA aplicada a la medicina e imágenes médicas.

La tabla 1 se fundamenta en una propuesta previa realizada por académicos (Garita-González et al., 2021).

La investigación en LAPID se enfoca en dos áreas principales: el análisis y almacenamiento de imágenes, y la formación de estudiantes a través de pasantías y proyectos de graduación, donde adquieren competencias en inteligencia artificial.

## Marco teórico

La inteligencia artificial creada 1956 en una conferencia en el Dartmouth College, es un concepto muy amplio que se caracteriza por simular la inteligencia humana (Magomedov et al., 2024), el pensamiento y la cognición humana con máquinas,

Otro concepto que nos compete es el aprendizaje automático (ML), según los autores Rashed y Popescu (Rashed y Popescu, 2021) permite a los sistemas aprender de la experiencia sin necesidad de programación explícita, aplicándose en tareas como procesamiento de imágenes y análisis predictivo. Para los autores Mian y Sushma (Mian y Sushma, 2023) quienes señalan que el ML se ha vuelto esencial en sectores como la banca y la medicina.

Sin embargo, el ML depende de la intervención humana para la selección y preparación de datos, así como para el diseño de algoritmos. Por otro lado, las redes neuronales (RN) están inspiradas en el cerebro de los animales y son empleadas en tareas complejas como clasificación y predicción (Rashed y Popescu, 2021; Shin y Yoo, 2020). Las CNN, una arquitectura de RN, se utilizan especialmente en la clasificación y detección de objetos en imágenes, siendo fundamentales en la resolución de problemas complejos (Mahadevkar et al., 2022).

Es valido destacar que la IA es la capacidad de crear métodos y modelos en un entorno tecnológico (Tian, 2020) además como lo creado por el humano (Mian y Sushma, 2023). El aprendizaje automático permite aprender de la experiencia sin programación explícita (Rodriguez-Tovar et al., 2023); esencial en diversos sectores (Mian y Sushma, 2023).

Las redes neuronales, inspiradas en el cerebro animal (Rashed y Popescu, 2021; Shin y Yoo, 2020), su aplicación en tareas de clasificación y detección de objetos. El uso de Convolutional Neural Networks (CNN) en el procesamiento de imágenes se enfatiza como una herramienta valiosa (Cooke y Xiang, 2023). Por lo que estas pueden ser muy precisas al aplicarlas en la medicina.

En los últimos 20 años, se han realizado avances significativos en el uso de tecnologías para detectar cáncer de mama, aunque los enfoques tradicionales no han mejorado considerablemente los resultados. Sin embargo, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML) han mostrado un mayor impacto en este campo, con más de 20 aplicaciones de IA aprobadas por la FDA para imágenes mamarias (Taylor et al., 2023).

Estas herramientas no solo mejoran la detección de cáncer, sino que también ofrecen soporte en la toma de decisiones, evaluación de riesgos y optimización de flujos de trabajo. A pesar de sus beneficios, la adopción de estas tecnologías sigue siendo limitada y enfrenta desafíos.

La IA es crucial en el procesamiento de grandes bases de datos de imágenes médicas, permitiendo la extracción automática de información crítica. Magomedov et al (Magomedov et al., 2024) quienes destacan su uso en el diagnóstico y control de enfermedades mediante el análisis de rayos X, resonancias magnéticas y tomografías computarizadas, mejorando la precisión diagnóstica, especialmente en la detección de cáncer de mama. Aunque prometedora, se requiere más investigación para validar su eficacia en la práctica clínica real.

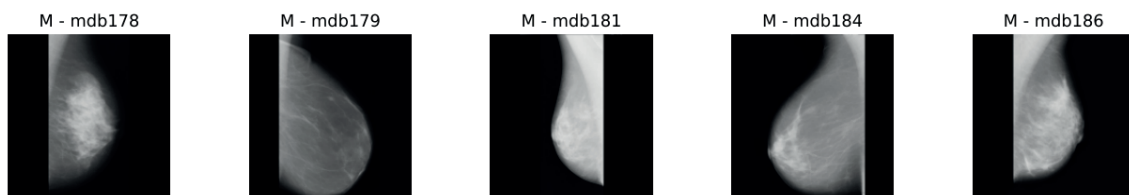
En el ámbito académico, el procesamiento de imágenes también es útil para involucrar a los estudiantes en el aprendizaje práctico, enseñándoles conceptos matemáticos clave. Un ejemplo de aplicación es el desarrollo de un modelo de red neuronal convolucional (CNN) para clasificar mamografías, aprendiendo a reconocer características como forma, bordes y densidad de las imágenes. Se identificaron seis tipos principales de diagnósticos mamográficos, lo que demuestra la complejidad y utilidad del procesamiento de imágenes en el campo médico (Sardiñas, 2009).

Para clasificar mamografías como benignas o malignas, se desarrolló un modelo básico de CNN, pretende reconocer características (Sardiñas, 2009; Magomedov et al., 2024). Seis tipos de diagnósticos de mamografías se utilizaron: calcificaciones, masas circunscritas, masas espiculadas, masas mal definidas, distorsiones arquitecturales y densidades asimétricas (Blanco et al., 2017).

## Metodología

La investigación es aplicada y exploratoria. El objetivo principal desarrollar un marco de competencias que oriente prácticas supervisadas y aplicaciones de redes neuronales con un enfoque aplicado en IA. Se utilizó el set de mamografías de la base de datos The Mammographic Image Society (Suckling et al., 2015) con 322 imágenes en el formato PGM (Portable Gray Map). Se utilizaron 118 imágenes de mamografías con diagnósticos médicos: calcificaciones 25, masas circunscritas 20, masas espiculadas 21, masas mal definidas 15, distorsiones arquitecturales 20 y densidades asimétricas 17. Ver fig. 1.

**Fig. 1. Mamografías**



Fuente: <http://45.162.204.97/index.php/rf01?view=article&id=54&catid=2>

*Nota.* Data set de fotografías almacenadas en la base de datos Mammographic Image Analysis Society (MIAS).

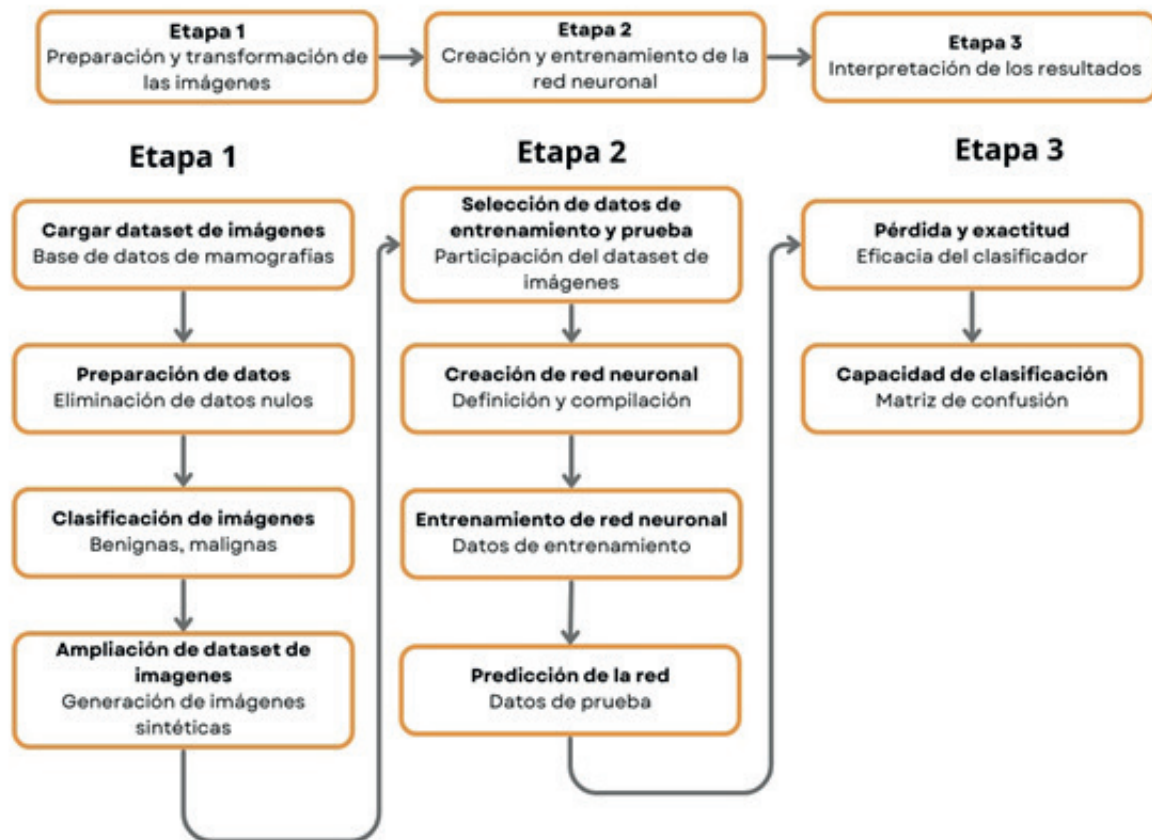
Sobre la fig. 1, es importante indicar que la base de datos Mini-MIAS es una versión reducida y anotada de la base de datos de imágenes de mamografías proporcionada por la Mammographic Image Analysis Society (MIAS). Hay que destacar que la base de datos MIAS completa, y el uso de la Mini-MIAS está sujeto a ciertas restricciones y condiciones. Puede ser utilizada para fines académicos. Dado que Mini-MIAS es una versión reducida y anotada de la base de datos, su acceso está sujeto a restricciones específicas.

Por lo que la ética es una de las competencias y habilidades que conforman el marco de competencias del laboratorio y se debate con el estudiantado, es claro que se han tratado con ética todas las imágenes de mamografías del estudio. Al ser datos sensibles y su uso debe manejarse con extremo cuidado.

En síntesis, es de relevancia, el valor educativo de Mini-MIAS en la formación académica pues contribuye de manera efectiva al aprendizaje práctico de los estudiantes en áreas como la ética, el análisis de imágenes médicas y el desarrollo de algoritmos de IA.

Se siguieron tres etapas para desarrollar el modelo de clasificación de mamografías benignas y malignas (fig. 2). Durante la investigación, se planificaron tres etapas clave para desarrollar un modelo de clasificación de mamografías benignas y malignas. El proceso comenzó con la identificación del problema médico y la selección de componentes en Python, incluyendo módulos, bibliotecas y funciones, clasificados en aprendizaje automático, procesamiento de imágenes y redes neuronales de convolución.

Fig. 2. Metodología con la secuencia de pasos



La primera etapa se centró en la preparación y transformación de imágenes, utilizando una base de datos de mamografías digitales para almacenamiento. En la segunda etapa, se creó un modelo de clasificación automático mediante redes neuronales de convolución, que fue entrenado y validado para diferenciar entre mamografías benignas y malignas. Finalmente, la tercera etapa involucró la interpretación de los resultados y el desarrollo de una aplicación informática accesible desde la página web del LADIP, permitiendo pruebas de funcionalidad y corrección de errores.

## Análisis

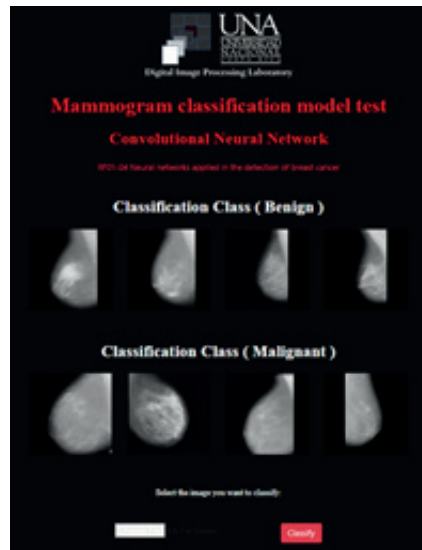
Hay cuatro hallazgos. 1. Clasificación de componentes para la creación del modelo de desarrollo y la CNN, con características como tipos, clasificación y funcionalidad. Incluye bibliotecas como Cv2 para imágenes, módulos como Os para el sistema operativo, y otras herramientas como Pycaret, Numpy, Pandas, Matplotlib, Sklearn, Tensorflow y Redes Neuronales, y Keras.

2. Diseño de rúbrica para evaluar los aprendizajes, los criterios de evaluación en cuatro: manipulación de imágenes, conocimientos de IA y aprendizaje automático en Python, uso de bibliotecas y frameworks. Se evalúa en cuatro niveles: Avanzado, Competente, Básico e Insuficiente.

3. La precisión muestra los valores de pérdida y precisión obtenidos durante el entrenamiento de la CNN. Para el conjunto de entrenamiento y validación en cada una de las 10 épocas. La pérdida en el conjunto de validación disminuye de 0.68392 en la primera época a 0.1182 en la décima época, el entrenamiento fue exitoso, mostrando mejoría la pérdida como en la precisión en los conjuntos y la validación en los ciclos. El modelo aprendió con una precisión del 95.50%.

4. La aplicación informática desarrollada se muestra en la figura 3.

**Fig. 3. Aplicación informática.** <https://www.imaginglab.una.ac.cr/clasificacion/>



## Conclusiones

Primero se establece una metodología que abarca desde la transformación de imágenes hasta el entrenamiento de una CNN. Además, de un marco de competencias y resultados de aprendizaje que guían al estudiantado. Se identifican componentes y herramientas de Python para el desarrollo del modelo, el procesamiento de imágenes y el modelo de aprendizaje automático.

La rúbrica es una herramienta para evaluar las competencias del estudiantado. Al final, se analizan los resultados de la CNN, demostrando su efectividad en la clasificación de mamografías. Dado el éxito demostrado de la CNN en la clasificación de mamografías, se recomienda a futuro investigar y refinar el modelo en su precisión y eficiencia.

Este estudio hace importantes contribuciones a la investigación en inteligencia artificial (IA), específicamente en diagnóstico por imágenes, y fortalece las competencias de futuros profesionales en informática y computación. Además, mejora habilidades clave como la programación, la resolución de problemas y el uso de aprendizaje automático y redes neuronales.

Destacando el valor formativo de las prácticas profesionales. El LAPID ha desarrollado modelos y algoritmos inspirados en la visión humana, incluye el almacenamiento, la manipulación y el análisis de imágenes, mientras ofrece a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia en IA. Sin embargo, la carrera actualmente no incluye cursos de IA, lo que sugiere la necesidad de replicar actividades académicas como las descritas en este estudio.

Finalmente, la investigación resalta la eficacia del entrenamiento de la red neuronal de convolución en la clasificación de mamografías, y sugiere que esta metodología innovadora podría abrir nuevos caminos para futuras investigaciones y la evaluación de competencias en IA para las próximas generaciones.

## Referencias

- Blanco, S, Di Risio, C, Andisco, D, Rojas, R.R, & Rojas, R.M. (2017). Parámetros mamográficos: comprensión, dosis y discomfort. *Revista argentina de radiología*, 81(2), 100-104.
- Cooke, W., Mo, Z., & Xiang, W. (2023). Guaranteed Quantization Error Computation for Neural Network Model Compression. 2023 IEEE International Conference on Industrial Technology.
- Garita-González, G., Villalobos-Murillo, J., Cordero-Esquivel, C., & Cabrera-Alzate, S. (2021). Referentes internacionales para el rediseño de un plan de estudios: competencias para una carrera en Informática. *Uniciencia*, 35(1), 169-189.
- Magomedov, I. A, Khafizova, A, Sh., & Ketova, F. R. (2024). Artificial intelligence's ability to process images. En P. Stanimorovic, & I. Kovalev (Eds.) ITM Web of Conferences, 59, 1-5. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245904009>
- Mahadevkar, S. V., Khemani, B., Patil, S., Kotecha, K., Vora, D., Abraham, A., & Gabralla, L. A. (2022) A review on Machine Learning Styles in Computer Vision—Techniques and Future Directions. En. *IEEE Access*, 10, (pp. 107293-107329). <https://doi.org/10.1109/access.2022.3209825>
- Mian, S. M., Sushma. (2023). Review of Machine Learning and Artificial Intelligence in Health Care. 2023 3rd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE).
- Rashed, B. M., & Popescu, N. (2021). Machine learning techniques for medical image processing. 2021 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB).
- Rodriguez-Tovar, K. L., Gutiérrez-Portela, F., & Hernández-Aros, L. (2023). Análisis del uso de técnicas supervisadas de aprendizaje automático y profundo en la detección de fraude financiero. *Revista Tecnología En Marcha*, 36(8), Pág. 50–56.
- Sardiñas Ponce, Raysy. (2009). Autoexamen de mama: un importante instrumento de prevención del cancer de mama en atencion primaria de salud. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(3)
- Shin, D., & Yoo, H. (2020). The heterogeneous deep neural network processor with a non-Von Neumann architecture. *Proceedings of the IEEE*, 108(8), 1245-1260.
- Suckling, J., Parker, J., Dance, D. et al. (2015). Mammographic Image Analysis Society (MIAS) data-base v1.21. [Dataset]. Apollo - University of Cambridge Repository.
- Taylor, C. R., Monga, N., Johnson, C., Hawley, J.R., & Patel, M. (2023) Artificial Intelligence applications in Breast Imaging: Current Status and Future Directions. *Diagnostics*, 13, 2041. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13122041>.
- Tian, J. (2020). The Human Resources Development Applications of Machine Learning in the View of Artificial Intelligence.