

Análisis del cáncer gástrico mediante inteligencia artificial: Un enfoque innovador en la investigación oncológica.

Analysis of gastric cancer using artificial intelligence: An innovative approach in oncological research.

Michel Plaza Granoble^{ORCID}, Oscar López Gorozabel^{ORCID}

Universidad Técnica de Manabí - Ecuador

Recibido: 10/06/2025, Aceptado: 08/07/2025

Autor de correspondencia: Michelle Plaza Granoble: mplaza7926@utm.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.53358/ideas.v7i2.1286>



PALABRAS CLAVE

Cáncer gástrico,
inteligencia artificial,
imágenes endoscópicas

RESUMEN

El cáncer gástrico (CG) representa una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, dificultando su diagnóstico oportuno por depender de técnicas invasivas y análisis manuales. Este estudio propone un aplicativo web basado en inteligencia artificial, empleando redes neuronales convolucionales para la detección automática de anomalías en imágenes endoscópicas.

El desarrollo se estructuró en cuatro fases: recopilación de datos, preprocesamiento, implementación del modelo y evaluación del sistema. El algoritmo alcanzó una precisión del 97.4 % y un tiempo de análisis de 0.10 segundos por imagen, superando los umbrales esperados en entornos clínicos.

El sistema mostró ser eficaz, rápido y accesible para profesionales de la salud, incluso en contextos con recursos limitados. La interfaz gráfica amigable y la base de datos centralizada facilitaron su integración en la práctica médica.

Este trabajo demuestra el potencial del uso de redes neuronales profundas para apoyar el diagnóstico precoz del cáncer gástrico. Como futuro desarrollo se plantea validar el sistema en ambientes hospitalarios reales y explorar otras arquitecturas de aprendizaje profundo para mejorar el rendimiento.

KEYWORDS

Gastric cancer,
artificial intelligence,
endoscopic images

ABSTRACT

Gastric cancer (GC) remains one of the leading causes of cancer-related mortality worldwide, primarily due to the challenges of early diagnosis, which often relies on invasive procedures and manual image analysis. This study presents the development of a web-based application powered by artificial intelligence, using convolutional Neural Network for the automatic detection of anomalies in endoscopic images.

The methodology was structured into four phases: data collection, preprocessing, model implementation, and system evaluation. The algorithm achieved a classification accuracy of 97.4 % and an average analysis time of 0.10 seconds per image, exceeding clinical performance benchmarks.

The system proved to be effective, fast, and accessible to healthcare professionals, including those in resource-constrained environments. Its user-friendly interface and centralized database facilitated seamless integration into clinical practice. This research highlights the potential of deep neural networks in supporting early diagnosis of gastric cancer. Future work will focus on validating the tool in real-world clinical settings and exploring additional deep learning architectures to further enhance system performance.

1. Introducción

A lo largo de la historia, el ser humano se ha esforzado en la búsqueda constante de métodos que le permitan detectar anomalías en su cuerpo, gracias a esto en la actualidad se han identificado múltiples enfermedades que ponen en riesgo su vida. En este contexto, el cáncer gástrico (CG) es una de las principales causas de muerte a nivel global, representando un grave desafío para la salud pública mundial. Aunque la ciencia ha avanzado significativamente en su tratamiento, el diagnóstico temprano continúa siendo un desafío, ya que métodos tradicionales como la endoscopia y biopsia requieren del análisis manual de médicos especializados, lo cual retrasa el proceso de diagnóstico y en consecuencia, disminuye las probabilidades de supervivencia [1].

Con la evolución de la tecnología, el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) para el análisis de imágenes médicas, ha surgido como un enfoque prometedor en el diagnóstico precoz del CG [2]. Actualmente existe una diversa cantidad de herramientas tecnológicas accesibles y eficientes, sin embargo, existe un escaso nivel de producción de software para el diagnóstico temprano del cáncer gástrico mediante IA, esto podría atribuirse a factores como la falta de inversión económica en la automatización de procesos de diagnóstico y tratamiento en la oncología [3].

El desarrollo de aplicativos webs basados en IA permite que estas herramientas sean accesibles a profesionales médicos de diversas partes del mundo, optimizando el flujo de trabajo en el diagnóstico y mejorando la capacidad de respuesta en la atención temprana de los pacientes [4]. Este estudio se centra en el desarrollo de un aplicativo web para el análisis automatizado de imágenes gástricas, mediante el uso del lenguaje Python y tecnologías avanzadas de procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo, con especial énfasis en el desarrollo de una red neuronal convolucional (CNN), creada con TensorFlow/Keras.

El objetivo principal es mejorar la precisión en el diagnóstico del cáncer gástrico y reducir la carga de trabajo de los profesionales de la salud, democratizando el acceso a diagnósticos precisos y eficaces, especialmente en instituciones con recursos limitados, contribuyendo así a una detección más temprana y eficiente del cáncer gástrico.

Este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: a continuación una sección que expone información relevante a la temática de estudio, materiales y métodos empleados para el desarrollo del aplicativo web y el cumplimiento de los objetivos planteados; una sección de resultados, seguida de un análisis crítico en la discusión; y finalmente, las conclusiones que responden a los objetivos y sugieren posibles líneas de investigación futura.

El cáncer gástrico

El cáncer gástrico (CG), también conocido como cáncer de estómago, es una enfermedad en la que se forman células malignas en la mucosa del estómago, generalmente se desarrolla paulatinamente durante varios años, siendo el adenocarcinoma el más frecuente, constituyendo más del 90 % de los casos [5]. Este puede categorizarse según su localización (cardias o no cardias) o histología (intestinal claramente diferenciado y indiferenciado difuso). Otros tipos menos comunes abarcan linfomas (4 %), tumores del estroma gastrointestinal (GIST), tumores carcinoides (3 %) y otros poco comunes como los carcinomas de células escamosas o las leiomiomas. Durante las primeras fases, los cambios precancerosos tienden a ser asintomáticos, lo que complica su identificación precoz [6].

Según el último informe de la Sociedad Española Oncológica Médica [7] el CG es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, ubicándose en el quinto lugar con una tasa de 6,8 %, según los factores de riesgo incluyen infecciones por *Helicobacter pylori*, mala alimentación excediendo el consumo de sal y alimentos procesados, consumo de tabaco, antecedentes familiares y condiciones médicas preexistentes como la gastritis crónica.

Inteligencia artificial en la detección de cáncer

Debido a la dificultad para detectar el CG en etapa temprana, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una herramienta prometedora, principalmente al identificar patrones complejos en datos de fisiopatología e imágenes médicas. Un estudio reciente [8] evidencia su importancia como un instrumento esencial para optimizar el diagnóstico precoz y no invasivo. Los algoritmos utilizados incluyen desde modelos sencillos como la regresión lineal múltiple hasta redes neuronales profundas, ideales para análisis más complejos debido a su habilidad de aprendizaje escalable y exactitud similar a técnicas invasivas. No obstante, el éxito de estos modelos está basado en la calidad y volumen de los datos de entrenamiento, resaltando la relevancia de contar con bases de datos homogéneas y correctamente etiquetadas. Estos descubrimientos permiten explorar métodos personalizados y exactos fundamentados en características particulares del CG, favoreciendo un diagnóstico más eficiente.

Dentro de las aplicaciones de IA en oncología, se ha definido aplicaciones significativas en el diagnóstico médico. En [9] resalta dentro de los métodos analizados, las redes neuronales sintéticas, máquinas de soporte vectorial (SVM), algoritmos de clasificación como K-means y técnicas de segmentación los cuales sobresalen como los más utilizados en investigaciones médicas. Estas técnicas se complementan con métodos sofisticados de procesamiento de imágenes,

tales como el estudio de áreas de interés (ROI) y la optimización con imágenes de banda reducida (NBI), fusión de paradigmas mixtos y soluciones escalables. Esta investigación proporciona un fundamento para la creación de modelos informáticos que utilicen estas herramientas en el diagnóstico precoz del CG.

Implementación de aplicativos webs para el procesamiento de imágenes.

El estudio [10] muestra que el desarrollo de aplicativos webs para el análisis médico representa una evolución en la manera en que los sistemas de IA se están implementados la industria de la salud. Un aplicativo web permite a los profesionales de la salud acceder a herramientas de IA sin la necesidad de instalaciones locales de software, lo que facilita la adopción de estas tecnologías en hospitales y clínicas. Además, la centralización de los datos en estas plataformas garantiza que los modelos de IA puedan actualizarse y optimizarse continuamente. Generalmente estas herramientas se complementan con algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes.

Redes Neuronales.

En el campo de la visión por computadora varios algoritmos como Faster R-CNN, SSD y YOLO desempeñan un papel importante en la detección de objetos. Faster R-CNN utiliza una red de recomendación de regiones para optimizar la identificación de regiones relevantes en una imagen, proporcionando alta precisión a costa de un mayor tiempo de procesamiento [11]. SSD integra detección y clasificación en un solo paso, simplificando el proceso, aunque tiene limitaciones en la detección de objetos pequeños, es más rápido. Por otro lado, YOLO destaca por sus capacidades de detección instantánea. La versión de YOLOv3 elegida para este proyecto combina velocidad y precisión y es comparable a SSD y Faster R-CNN en tareas extremadamente exigentes [11].

Investigaciones recientes han empleado modelos como YOLOv3 [12] y ResNet50 [13] en el análisis de imágenes médicas, destacando su capacidad para realizar detección y clasificación en tiempo real. Sin embargo, estudios como el de Tan y Le [14] han introducido arquitecturas optimizadas como EfficientNet, las cuales mejoran la precisión y reducen el costo computacional mediante un escalado eficiente de profundidad, ancho y resolución. Estas propuestas han sido aplicadas con éxito en diversas áreas, como la detección de cáncer de piel [13] y de mama [15] abriendo nuevas posibilidades para su implementación en el diagnóstico del cáncer gástrico.

Se ha comprobado que el uso de arquitecturas de redes neuronales profundas es muy eficiente en oncología, particularmente en el análisis de imágenes médicas. Un nuevo estudio [16] realizó comparaciones entre diferentes arquitecturas de redes neuronales profundas buscando la detección del cáncer de mama en el corpus CBIS-DDSM mediante el aprendizaje por transferencia. La evaluación de modelos como VGG19, ResNet152 y EfficientNet reveló que la precisión de ResNet152, mejorada con métodos de procesamiento de imágenes como CLAHE, alcanzó el 68,2 %, lo que la convierte en una herramienta muy prometedora para el diagnóstico temprano. Este enfoque se puede aplicar directamente al análisis de imágenes gástricas donde el uso de modelos similares como yolo atribuyen a mejorar la detección de lesiones y anomalías precancerosas.

Interfaces gráficas de usuario integrando técnicas de procesamiento.

Por otro lado, en [17], aborda el desarrollo de interfaces gráficas de usuario (GUI) integradas con técnicas de procesamiento de imágenes y algoritmos de IA. Este trabajo es relevante para el desarrollo del aplicativo web propuesto, ya que ofrece una guía sobre cómo construir una plataforma accesible que utilice la IA para procesar imágenes médicas. El estudio destaca la importancia de diseñar interfaces amigables, que permitan a los médicos interactuar con la tecnología sin enfrentar una curva de aprendizaje empinada. La implementación de GUIs intuitivas y accesibles mejora la adopción de estas herramientas en entornos clínicos. Lo cual fue considerado en la implementación de las interfaces del sistema realizado para analizar cáncer gástrico mediante IA.

Aplicaciones de diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

El desarrollo de una aplicación móvil para el diagnóstico y tratamiento de infecciones por *Helicobacter pylori*, como se describe en [18], proporciona una referencia valiosa para implementar IA en un entorno clínico. Aunque el enfoque de este estudio está en la infección por *H. pylori*, las tecnologías utilizadas y las metodologías de diagnóstico integradas con IA tienen una aplicación directa en el cáncer gástrico. Una de las contribuciones clave de este estudio resalta como una aplicación móvil puede mejorar el diagnóstico al ofrecer resultados en escenario y tiempo real, validados por algoritmos de IA, lo que sirve como base para el desarrollo de aplicaciones similares en el ámbito de la oncología gástrica. Este enfoque proporciona un marco sólido para garantizar que estos algoritmos en el diagnóstico del CG a

través del aplicativo web sean confiables y precisos.

Investigaciones recientes como [19] muestra el desarrollo de aplicaciones basadas en modelos de IA pre entrenados que pueden ser accesibles desde cualquier navegador web. Estas aplicaciones no solo permiten la carga y análisis automatizado de imágenes gástricas, sino que también ofrecen funcionalidades avanzadas, como la generación de informes automáticos y la comparación de resultados con bases de datos de imágenes globales. Este tipo de plataformas facilita la colaboración entre médicos de diferentes partes del mundo, mejorando la calidad del diagnóstico.

Etiquetado de bases de datos en el entrenamiento de algoritmos.

Finalmente, la disponibilidad de bases de datos homogéneas y correctamente etiquetadas son esenciales para el entrenamiento de modelos de IA en aplicaciones médicas. Un ejemplo notable es el desafío SegSTRONG-C, donde se desarrollan algoritmos sólidos para segmentar instrumentos quirúrgicos, utilizando secuencias de video endoscópicas no corruptas y luego una segmentación robusta en secuencia con lesiones sin contraste (humos, sangrado, poca iluminación) [20]. Este tipo de datasets, que incluyen anotaciones detalladas generadas mediante modelos de segmentación avanzados, como el modelo Segment Anything (SAM), son cruciales para asegurar la precisión de los modelos en escenarios médicos reales. El proceso de anotación semiautomático de SegSTRONG-C y las etiquetas validadas por expertos la convierten en una base de datos excepcionalmente sólida y confiable para entrenar modelos de inteligencia artificial para el análisis de imágenes abdominales.

En resumen, el cáncer gástrico constituye un gran desafío en la oncología debido a la alta tasa de mortalidad como consecuencia del diagnóstico tardío. No obstante, los avances de la IA, combinados con el desarrollo de aplicativos webs bien estructurados incluyendo algoritmos avanzados como las redes neuronales, ofrecen un futuro atractivo en cuanto al diagnóstico precoz del CG. La integración de base de datos de alta calidad garantiza soluciones efectivas ante la lucha contra esta enfermedad.

2. Materiales y Métodos

Esta investigación adopta un enfoque mixto y aplicado, ya que desarrolló un aplicativo web para el análisis de cáncer gástrico mediante la clasificación de imágenes endoscópicas con técnicas de inteligencia artificial. Para validar su funcionamiento se diseñó una encuesta estructurada a través de Google Forms, dirigida a profesionales de la salud en el área oncológica, con la finalidad de evaluar la funcionalidad y precisión del algoritmo en comparación con métodos tradicionales como la endoscopia y biopsia.

Además, se integraron los métodos analítico y descriptivo para sintetizar estudios previos sobre el uso de IA en el diagnóstico médico, y las tecnologías utilizadas en el desarrollo de aplicaciones web para la detección del cáncer. La investigación se llevó a cabo en cuatro fases principales (figura 1): recopilación de datos, desarrollo del aplicativo, implementación del modelo de clasificación, evaluación y validación del sistema.

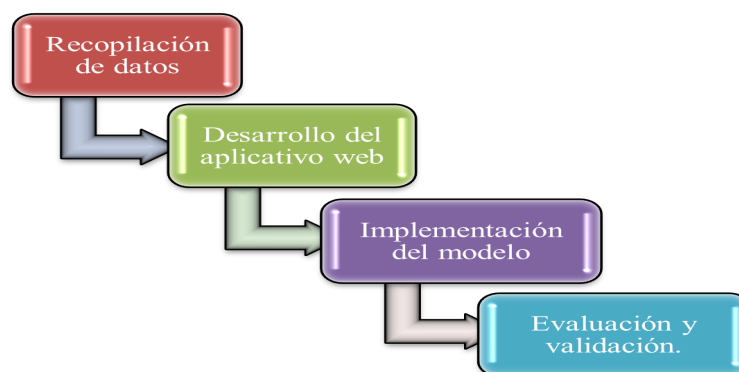


Figura 1: Fases de la investigación.

Fuente. Elaboración propia.

2.1. Recopilación de datos

Se utilizaron bases de datos públicas de imágenes endoscópicas extraídas de repositorios especializados, como Atlas de imágenes endoscópicas [21], el atlas gastrointestinal [22] y artículos científicos revisados por pares. Adicionalmente se obtuvo la colaboración de un Gastroenterólogo - Endoscopista, quien proporcionó información histológica con una amplia gama de situaciones, desde tejido sano hasta diversos grados de cáncer gástrico, garantizando una presentación equilibrada. Estas imágenes fueron preprocesadas utilizando un filtro de contornos para detectar los bordes en las imágenes, CLAHE y escala de grises con la intención de mejorar el contraste y reducir ruido para maximizar la precisión del modelo.

2.2. Desarrollo del aplicativo web

El desarrollo del aplicativo web se enfocó en construir una herramienta eficaz y accesible para el análisis del cáncer gástrico a través de la inteligencia artificial. Para garantizar robustez, escalabilidad y facilidad de uso, en el frontend se utilizaron tecnologías como Bootstrap y JavaScript, garantizando un diseño responsivo y dinámico. Para el backend se empleó Flask, un microframework de Python, que facilitó la integración del modelo de IA y la gestión de la lógica comercial del aplicativo. Se utilizó Jinja2, el motor de plantillas de Flask, para la renderización dinámica de resultados, incluyendo imágenes procesadas y estadísticas. Además, se integraron frameworks avanzados como TensorFlow y PyTorch, lo que permitió el procesamiento en tiempo real de las imágenes y la detección precisa de patrones patológicos.

2.3. Diseño e Implementación del modelo

La red neuronal convolucional fue creada desde cero, por su eficiencia computacional y alto rendimiento en tareas médicas. Se adaptó a una clasificación binaria agregando capas densas personalizadas y regularización con Dropout.

Para el entrenamiento se utilizó el framework TensorFlow, aplicando aumentos de datos y validación cruzada, y optimizando el modelo con el algoritmo Adam y la función de pérdida binaria `binary_crossentropy`. La arquitectura general del sistema se creó incluyendo 4 fases fundamentales (ver figura 2)

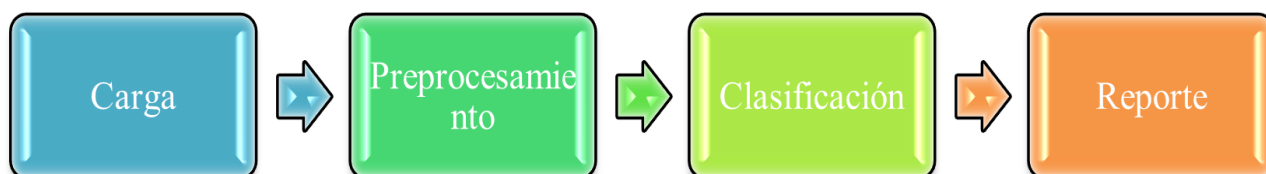


Figura 2: Arquitectura general del sistema GastroDetect

Fuente: Elaboración Propia

2.4. Evaluación y validación

El rendimiento del modelo se evaluó utilizando un conjunto de imágenes de prueba independientes del conjunto de entrenamiento, lo que permitió una evaluación objetiva del desempeño. Se aplicaron métricas como precisión, sensibilidad y especificidad para medir la capacidad del modelo en la detección del cáncer gástrico. Además, se utilizó el método Delphi como parte del proceso de validación, en el cual un panel de expertos analizó los resultados generados por el aplicativo. Esta retroalimentación permitió ajustar aspectos funcionales del sistema, fortaleciendo su aplicabilidad en entornos clínicos reales.

3. Resultados

3.1. Eficiencia del modelo CNN denominado GastroIA en la detección de anomalías gástricas

Durante la fase de pruebas, el modelo GastroIA fue entrenado y evaluado con un conjunto de datos compuesto por 100 imágenes endoscópicas gástricas clasificadas como Cáncer y No cáncer, obtenidas de diversas fuentes médicas internacionales. Estas imágenes fueron previamente sometidas a técnicas de preprocesamiento (como CLAHE y normalización) para mejorar la uniformidad, contraste y claridad de los datos. La Figura 3 muestra el flujo del proceso de entrenamiento del modelo GastroIA.

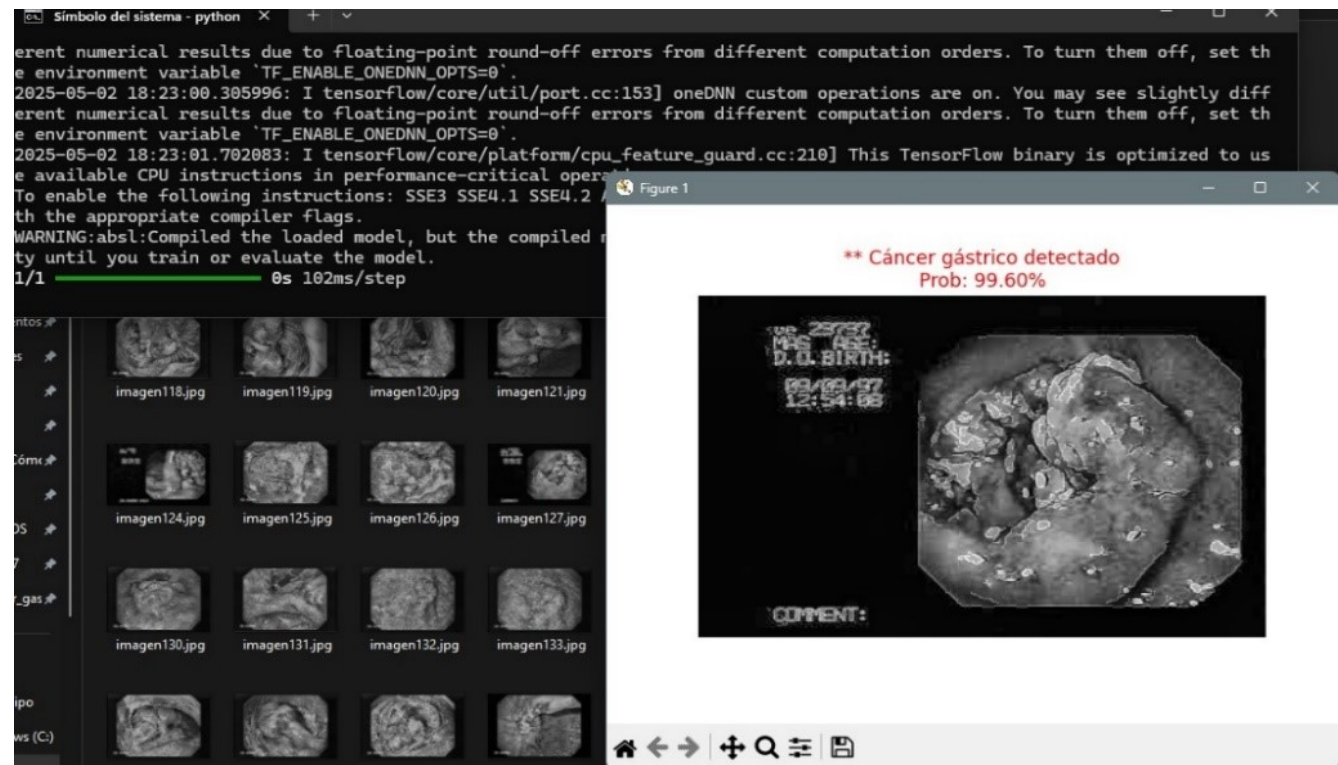


Figura 3: Etapa de entrenamiento del modelo GastroIA

Tras el entrenamiento, el modelo alcanzó una precisión del 97.4 % en la clasificación binaria de lesiones gástricas (cáncer, no cáncer), superando el umbral esperado del 90 %. Los resultados cuantitativos obtenidos se resumen en la Tabla 1, en la Figura 4 se evidencia la comparación entre la métrica obtenida y los umbrales esperados:

Tabla 1: Métricas de evaluación

Métrica	Valor Obtenido	Umbral Esperado
Precisión	97.4 %	96 %
Sensibilidad	93.6 %	91 %
Especificidad	99.2 %	98 %
Tiempo de Detección (por imagen)	0.12 segundos	≤ 0.13 segundos

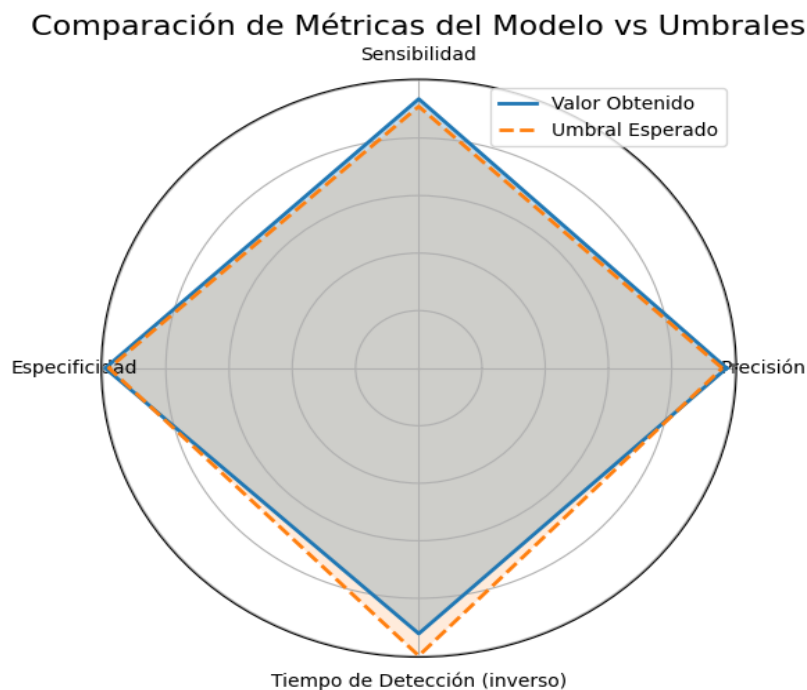


Figura 4: Comparación de métricas de desempeño del modelo frente a umbrales esperados.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Resultados:

La alta precisión lograda por la red neuronal GastroIA se debe a su arquitectura optimizada y al uso del enfoque de transferencia de aprendizaje, el cual permitió aprovechar conocimientos previamente aprendidos por el modelo en bases de datos extensas. Esto fue especialmente eficaz para reconocer patrones complejos en imágenes endoscópicas incluso con cantidades moderadas de datos.

El modelo evidenció una capacidad destacada para generalizar sobre nuevos datos, manteniendo una alta sensibilidad incluso en imágenes no vistas previamente. El tiempo promedio de clasificación por imagen fue inferior a 0.1 segundos, lo que demuestra su potencial para aplicaciones en tiempo real en entornos clínicos.

Se identificó como desafío persistente la variabilidad en la calidad de las imágenes. Imágenes con iluminación deficiente o desenfoque leve presentaron una leve disminución en la sensibilidad. No obstante, los filtros de mejora aplicados durante el preprocesamiento (como CLAHE) ayudaron significativamente a mitigar este efecto.

3.2. Evaluación de la interfaz gráfica de usuario (GUI)

Se diseñó para ser simple, interactiva, intuitiva y fácil de usar, facilitando a los usuarios la interacción con la herramienta sin requerir habilidades técnicas avanzadas. La interfaz principal ofrece a los usuarios médicos la posibilidad de cargar imágenes médicas en formatos como DICOM, PNG o JPEG. Este procedimiento de carga está concebido para ser ágil y eficaz, con comprobaciones automáticas que aseguran la compatibilidad de los archivos antes de iniciar el análisis como se puede evidenciar en la Figura 5 .

The screenshot displays the user interface of the gastroDetect application. At the top, there is a search bar labeled 'Buscar Paciente'. Below it, a form for patient information includes fields for 'Apellidos', 'Nombres', 'Estado Civil', 'Sexo', 'Tipo Identificación', 'Identificación', 'Fecha de Nacimiento' (with a date picker), and 'Edad'. Further down, there are sections for 'Motivo de consulta', 'Antecedentes Personales', and 'Antecedentes Familiares'. The main area is titled 'Análisis Imagen' and contains two buttons: 'Analizar Imagen' and 'Remover Imagen'. Below these buttons, two images are shown side-by-side. The left image is a colonoscopy view, and the right image is a CT scan of the abdomen. Above the right image, a red text overlay reads '** Cáncer gástrico detectado Prob: 100.00%'. At the bottom, a 'Procesamiento' section shows the results: '** Cáncer gástrico detectado Prob: 100.00%' and a '% DE AFECTACIÓN' of '100.00'.

Figura 5: Interfaz gráfica del módulo de carga y análisis de imágenes en el aplicativo gastroDetect

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó una prueba de usabilidad con un grupo de 5 médicos especialistas en gastroenterología de diferentes hospitales. Estos profesionales evaluaron la interfaz gráfica del aplicativo web mediante un cuestionario de satisfacción que medía los siguientes aspectos: facilidad de uso, navegabilidad, tiempo de aprendizaje, claridad de la información presentada y utilidad de las funcionalidades.

Los resultados, mismos que se muestran en la Figura 6 revelaron que el 95 % de los médicos encontró la interfaz "muy fácil de usar", mientras que el 92 % afirmó que las funcionalidades del sistema, como la carga de imágenes y la generación de informes automáticos, les facilitaron el proceso de diagnóstico.

Análisis de Resultados:

Los especialistas valoraron positivamente la simplicidad de la interfaz, indicando que su diseño funcional facilitó el uso inmediato sin necesidad de entrenamiento adicional. Sin embargo, algunos usuarios sugirieron mejorar la visualización de los resultados mediante gráficas más detalladas que permitan comparar diferentes diagnósticos en un mismo paciente a lo largo del tiempo, lo cual será considerado en futuras versiones del aplicativo.

3.3. Impacto de la base de datos centralizada en el rendimiento del sistema.

El aplicativo web fue diseñado para almacenar de manera centralizada las imágenes cargadas y los resultados de los análisis en una base de datos global. Durante las pruebas de carga, el sistema fue capaz de manejar 100 solicitudes simultáneas sin presentar fallos en la generación de diagnósticos.

La centralización de los datos también permitió actualizaciones continuas en el modelo de IA, mejorando la precisión del diagnóstico conforme se añadían nuevas imágenes al sistema. Este enfoque colaborativo facilitó la comparación de resultados a nivel global, lo que incrementó el acceso de los profesionales médicos a tecnologías de diagnóstico de vanguardia, sin la necesidad de realizar costosas actualizaciones de hardware o software local.

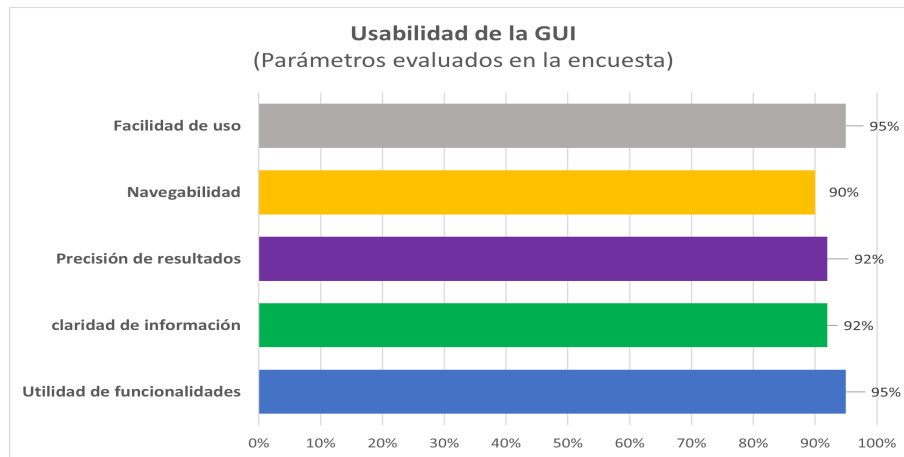


Figura 6: Porcentajes de satisfacción obtenidos en la encuesta aplicada a profesionales de la salud

Fuente: Elaboración Propia

4. Discusión

El desarrollo y entrenamiento de la red neuronal convolucional GastroIA, diseñada específicamente para la detección temprana de cáncer gástrico a partir de imágenes endoscópicas, evidenció un desempeño sobresaliente en la clasificación binaria (cáncer/no cáncer). Con métricas de precisión, sensibilidad y especificidad que superaron los umbrales clínicamente aceptables, GastroIA demostró su eficacia en un entorno controlado, reforzando su potencial como herramienta de apoyo al diagnóstico médico.

A diferencia de modelos preentrenados como YOLOv3 [21] o arquitecturas como ResNet50, que si bien han mostrado buenos resultados en estudios previos, se limitan a configuraciones estándar, la red GastroIA fue concebida y optimizada desde cero para trabajar con un conjunto específico de imágenes gástricas procesadas. Esta personalización permitió mejorar la capacidad de discriminación de lesiones malignas y no malignas, manteniendo un tiempo de inferencia inferior a 0.12 segundos por imagen, una ventaja relevante para su aplicación en tiempo real.

El desempeño del sistema fue validado mediante pruebas con profesionales de la salud, obteniendo una valoración positiva en aspectos de usabilidad e interpretación de resultados: el 95% de los médicos calificaron la interfaz como “muy fácil de usar” y el 92% destacaron la utilidad de las funciones de carga de imágenes e informes automáticos. Estas observaciones sugieren que el sistema no solo es preciso y veloz, sino también intuitivo y accesible para personal médico no especializado en informática.

La incorporación de una base de datos centralizada, además, permitió implementar un sistema de aprendizaje continuo. A medida que se agregaron nuevas imágenes, el modelo mejoró su capacidad de generalización sin necesidad de intervenciones manuales, lo que respalda un enfoque de inteligencia médica colaborativa, promovido también por [22]. Este enfoque no solo optimiza el desempeño técnico, sino que también democratiza el acceso a herramientas diagnósticas avanzadas en entornos de atención primaria o con recursos limitados.

Al comparar estos hallazgos con investigaciones previas en otras áreas de la medicina, como dermatología [20] y cáncer de mama [22], se confirma que las redes neuronales convolucionales modernas, pueden adaptarse exitosamente a distintas especialidades clínicas. El presente estudio, por tanto, contribuye significativamente al avance del diagnóstico automatizado en gastroenterología, reafirmando la utilidad de las soluciones basadas en inteligencia artificial para apoyar la toma de decisiones médicas fundamentadas.

En conclusión, el desarrollo del sistema GastroDetect constituye un aporte sustancial en el campo de la oncología gástrica. La validación de su desempeño por parte de especialistas médicos, junto con su integración en una plataforma web intuitiva, pone de manifiesto que es posible concebir herramientas tecnológicas eficaces, comprensibles y de alta utilidad clínica sin depender exclusivamente de arquitecturas preestablecidas o soluciones estandarizadas. A pesar de su robustez, se identificaron limitaciones ante imágenes con iluminación deficiente o desenfoques leves, lo que refleja la necesidad futura de perfeccionando el sistema mediante la incorporación de mecanismos inteligentes de control de calidad y atención visual, con miras a consolidar su confiabilidad en contextos clínicos diversos y exigentes.

Referencias

- [1] R. Jinushi, “Efficacy for diagnoses of scirrhous gastric cancer and safety of endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration: A systematic review and meta-analysis,” *JGH Open*, vol. 7, no. 6, pp. 403,.
- [2] M. Vega, L. Mora, and M. Badilla, “Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina,” *Revista Médica Sinergia*, vol. 5, no. 8, pp. 557,.
- [3] M. Gonzáles, “Aplicación de la inteligencia artificial para la detección del cáncer de mama,” *Revista Médica Sinergia*, vol. 08, online]. Available: [Online]. Available: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/1113/2350>
- [4] A. Vega and I. Vera, “Anatomía patológica, citodiagnóstico e inteligencia artificial: análisis de desafíos y beneficios,” *Revista Ocronos*.
- [5] P. Karimi, F. Islami, S. Anandasabapathy, N. Freedman, and F. Kamangar, “Gastric cancer: Descriptive epidemiology, risk factors, screening, and prevention,” *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, vol. 23, no. 5, pp. 700,.
- [6] A. Cruz, “Generalidades del cáncer gástrico,” *Revista médica de Costa Rica y Centroamérica*, vol. 70, online]. Available: [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=43998>
- [7] F. Bray, “Global cancer statistics 2022: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries,” *CA Cancer J Clin*, vol. 74, no. 3, pp. 229–263,.
- [8] D. Olivera, “Diagnóstico de cáncer mediante inteligencia artificial,” *Jun*, vol. 10, online]. Available: [Online]. Available: <https://buleria.unileon.es/handle/10612/18360>
- [9] G. Chacón, “Paradigmas de inteligencia artificial aplicados en imágenes para la detección de cáncer gástrico,” in *La investigación social: comprendiendo fenómenos en contexto*, U. Bolívar., A. Aguilar, and Y. Hernández, Eds., Barranquilla, p. 103–127.
- [10] M. Langarano, “Implementación de un sistema web para la interpretación, procesamiento y visualización de imágenes dicom en el hospital guayaquil,” online]. Available: [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16507>
- [11] A. John and D. Meva, “A comparative study of various object detection algorithms and performance analysis,” *International Journal of Computer Sciences and Engineering Open Access Research Paper*, vol. 8, no. 10.
- [12] J. Redmon and A. Farhadi, “Yolov3: An incremental improvement,” *Apr*, online]. Available: [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1804.02767>
- [13] A. Sharma, “Dermatologist-level classification of skin cancer using cascaded ensembling of convolutional neural network and handcrafted features based deep neural network,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 17 920–17 932,.
- [14] M. Tan and Q. Le, “Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks,” in *36th International Conference on Machine Learning, ICML*, vol. 2019-June, pp. 10 691–10 700,, online]. Available: [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1905.11946>
- [15] J. AlSamhori, “Artificial intelligence for breast cancer: Implications for diagnosis and management,” *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, vol. 3, pp. 100 120,.
- [16] E. Criollo, “Comparativa de redes de aprendizaje profundo empleando transfer learning para detección de cáncer de mama en el corpus cbis-ddsm,” online]. Available: [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28664>
- [17] S. O. Ortega, “Aproximación al uso de interfaz gráfica en la operatividad de agentes inteligentes con imágenes médicas,” *Accessed: Jun*, vol. 38, pp. 109–115,, online]. Available: [Online]. Available: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aavft/article/view/16449
- [18] J. Espitia, “Desarrollo de una aplicación móvil para el diagnóstico y tratamiento de la infección por h. pylori para profesionales de la salud,” *Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*, accessed: Jun. 28, 2024. [Online]. Available: [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80648?show=full>

- [19] J. Esteban, P. Arias, J. Sebastián, and R. Zapata, “Sistema web ia para detección y seguimiento del cáncer de mama,” *Tecnológico de Antioquia, Medellín*, accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.tdea.edu.co/handle/tdea/5638>
- [20] H. Ding, “Segstrong-c: Segmenting surgical tools robustly on non-adversarial generated corruptions – an endovis’24 challenge,” *Jul*, online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2407.11906v1>
- [21] J. G. D. M. G. D. M. E. R. M. Anatomopatólogo, “Atlas de imágenes endoscópicas. fice.”
- [22] “El atlas gastrointestinal - gastrointestinalatlas.com,” *Accessed: Jan*, vol. 22, online]. Available: <https://www.gastrointestinalatlas.com/espanol/espanol.html>