

Reconocimiento facial para la detección o identificación de problemas en la piel del rostro, utilizando técnicas de IA.

Facial recognition for the detection or identification of facial skin problems, using AI techniques.

Diego Alejandro Portilla López
diego.portilla00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Tecnología en sistemas de información

Resumen

La inteligencia artificial trae consigo grandes beneficios para la sociedad, entre esos en el área de la dermatología. El reconocimiento facial por medio de inteligencia artificial ha permitido una mayor exactitud en los diagnósticos médicos, mejora de tiempos y mayor fiabilidad. La representación cognitiva de funciones humanas por medio de las máquinas y la programación de algoritmos complejos ha logrado un acertado acercamiento a un análisis dermatológico mucho más acertado. En este proyecto se realiza una revisión bibliográfica sobre las diferentes aplicaciones de la inteligencia artificial para el análisis dermatológico, diferentes casos de éxito, descripción sobre los distintos beneficios que trae y una prueba de campo sobre la percepción de las partes interesadas sobre el uso de esta herramienta para la mejora en la fiabilidad de los diagnósticos.

Palabras Clave: Inteligencia artificial, Análisis dermatológico facial.

Abstract

Artificial intelligence brings with it great benefits for society, including in the area of dermatology. Facial recognition by means of artificial intelligence has allowed a greater accuracy in medical diagnoses, improved times, and greater reliability. The cognitive representation of human functions by means of machines and the programming of complex algorithms has achieved a successful approach to a much more accurate dermatological analysis. This project carries out a literature review on the different applications of artificial intelligence for dermatological analysis, different success stories, description of the different benefits it brings and a field test on the perception of interested parties on the use of this tool to improve the reliability of diagnostics.

Keywords: Artificial intelligence, Facial dermatological analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología ha tenido un impacto significativo en la sociedad, proporcionando beneficios en diversos campos como la cultura y la medicina. La inteligencia artificial (IA) y la visión artificial han sido factores clave en el progreso de estos campos. Según el artículo de Patel et al. (2021) titulado "Inteligencia artificial en dermatología para el clínico", la IA emplea computadoras para replicar las funciones cognitivas humanas. Una de las tendencias más prometedoras es el reconocimiento de imágenes médicas para detectar y diagnosticar enfermedades, lo que puede mejorar la precisión y la eficiencia del diagnóstico de enfermedades (Susanto et al., 2022). Además, la IA tiene un gran potencial para apoyar el campo de la medicina, ya que puede analizar grandes cantidades de datos y ayudar con el diagnóstico de diversas enfermedades clínicas.

Los estudios de IA se centran en aplicaciones de aprendizaje automático y redes neuronales artificiales para mejorar la precisión en el diagnóstico de enfermedades de la piel, según el artículo de Patel et al. (2021). La IA se está volviendo cada vez más importante en dermatología, y hay estudios que informan que la precisión de la IA en el diagnóstico de lesiones cutáneas a partir de imágenes clínicas y dermatoscopias iguala o incluso supera la de los dermatólogos (Young et al., 2020).

Este artículo explora el potencial de la inteligencia y la visión artificial en el campo de la dermatología y su capacidad para mejorar la precisión y eficiencia de los enfoques de diagnóstico tradicionales, como la biopsia de piel y los exámenes histopatológico y visuales. Además, la tecnología puede mejorar la sensibilidad y especificidad en la detección y diagnóstico de enfermedades en general, lo que puede transformar el sector de la salud y mejorar la calidad de vida de los pacientes. La metodología de la investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo con una revisión bibliográfica en bases de datos relevantes para presentar diferentes puntos de vista sobre la visión artificial en el campo de la medicina, donde se muestran resultados prometedores de la combinación de la IA y dermatólogos en diferentes casos de prueba especialmente en los exámenes visuales en la piel del rostro.

1.1 Conceptos

Inteligencia artificial

El Oxford English Dictionary define la IA como "la teoría y el desarrollo de sistemas informáticos para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana". Y, aunque no existe una definición ampliamente aceptada, se puede interpretar como cuando una máquina hace un comportamiento "inteligente" basado en un conjunto de reglas (algoritmos), se le denomina inteligencia artificial. Esta es una rama muy amplia de las ciencias de la computación, influye y es influida por otras disciplinas como las matemáticas, la estadística, la ingeniería, los negocios, la lógica y otras (Buchanan, 2005; Kumar et al., 2016). Así, las máquinas con IA se clasifican en dos grupos: IA débil e IA fuerte. Donde la primera, o también conocida como la IA estrecha, se limita a tareas específicas. Sus beneficios significativos incluyen la automatización de tareas tediosas, repetitivas y que consumen mucho tiempo y la realización de análisis de datos complicados, que los humanos no pueden hacer. La mayoría de los avances recientes, como Google Assistance y Alpha Go, son excelentes ejemplos de IA débil. Del mismo modo, la IA fuerte es una forma teórica de máquinas "inteligentes" a nivel humano comparable a la inteligencia humana. Se espera que este tipo de entidad inteligente tenga la capacidad de razonar, emitir juicios, resolver problemas e incluso comunicarse consigo mismo y con los humanos (Nguyen & Vo, 2022).

La IA tiene muchas aplicaciones en medicina y dermatología. Las aplicaciones actuales de la IA en medicina incluyen diagnóstico y tratamiento de enfermedades, intervenciones de salud de la población, herramientas para médicos, seguros, diagnóstico/educación basados en pacientes y potenciación de la infraestructura de datos de atención médica. También, los algoritmos de IA han aprendido a reconocer qué detalles e información son importantes versus irrelevantes; sin embargo, antes de que los sistemas de IA puedan aprender por sí mismos, primero deben ser entrenados en un conjunto de datos. Estos incluyen diagnóstico por imágenes, genética, electro diagnóstico, monitoreo fisiológico, evaluación de discapacidad y detección masiva. Las aplicaciones son amplias y tienen el potencial de proporcionar continuamente información actualizada, reducir el diagnóstico y tratamiento errores y proporcionar resultados de salud del paciente individualizados basados en factores de riesgo personalizados (Rundle et al., 2021).

La inteligencia artificial, al ser tan amplia, consta de distintas ramas, pero, para temas de este proyecto, solo se nombrará únicamente el aprendizaje automático (ML), aprendizaje profundo (DL) y visión artificial. Como menciona Patel, el

aprendizaje automático o Machine learning (ML) aplica algoritmos informáticos que realmente pueden aprender (reconocer patrones, hacer predicciones y autocorregirse después de cometer errores, de forma similar a lo que haría un humano). Las máquinas pueden seguir algunas reglas para un funcionamiento óptimo, pero también pueden, cuando sea necesario, adaptarse a algunos cambios a través del aprendizaje. Hay dos tipos de aprendizaje automático: (1) aprendizaje supervisado y (2) aprendizaje no supervisado. El aprendizaje supervisado involucra reconocimiento de patrones que se produce cuando se dispone de observaciones correctamente identificadas. El aprendizaje no supervisado comprende grupos o reconocimiento de patrones que ocurre al agrupar datos en categorías basadas en similitudes o diferencias. Los sistemas informáticos de IA tradicionales no tenían la capacidad de adaptarse, aprender o autocorregirse, pero con la llegada del aprendizaje automático, estos sistemas pueden mejorar la precisión con el tiempo con el análisis de conjuntos de datos más grandes (Patel et al., 2021).

El aprendizaje profundo o Deep Learning es familia del método de machine learning y es utilizado para distintos propósitos donde se incluye el reconocimiento de imágenes. Es intrigante en particular para el campo de la dermatología, donde los diagnósticos a menudo se basan en la observación visual y el reconocimiento de patrones. El aprendizaje profundo se ha vuelto cada vez más popular debido a su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos y extraer características significativas automáticamente. La mayoría de los modelos de aprendizaje profundo están inspirados en la arquitectura del cerebro humano, donde las redes neuronales se componen de múltiples neuronas interconectadas que se comunican a través de sinapsis (Rundle et al., 2021).

Una de las técnicas más populares de modelos de aprendizaje profundo especializado en el procesamiento y reconocimiento de imágenes son las redes neuronales convolucionales (CNN). Una CNN consta de múltiples capas, incluyendo capas de convolución, capas de agrupación y capas totalmente conectadas. La capa de convolución es la parte central de la red y se encarga de aplicar filtros y realizar operaciones de convolución en la imagen de entrada para detectar características como bordes, texturas y formas. Las capas de agrupación reducen el tamaño espacial de las características extraídas, lo que ayuda a reducir la complejidad computacional. Finalmente, las capas totalmente conectadas se encargan de realizar la clasificación o regresión final basada en las características extraídas. Su capacidad para aprender patrones complejos y características significativas de las imágenes las convierte en una herramienta poderosa en tareas de reconocimiento de objetos, detección de rostros, clasificación de imágenes y análisis de imágenes médicas, como en el campo de la dermatología (Rundle et al., 2021).

1.2 Herramientas con aprendizaje automático

En el ámbito del aprendizaje automático, existen diversas herramientas que permiten desarrollar modelos para la detección de objetos en imágenes y videos. Una de estas herramientas es YOLO (You Only Look Once), que es un algoritmo de detección de objetos en tiempo real basado en redes neuronales convolucionales. Por otro lado, MATLAB es una herramienta de programación que ofrece una amplia variedad de funciones y librerías para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje automático, incluyendo la implementación de modelos basados en YOLO. En este contexto, es importante entender el funcionamiento y las capacidades de estas herramientas para poder desarrollar aplicaciones de detección de objetos precisas y eficientes.

YOLO

El modelo de aprendizaje automático YOLO es un método de detección de objetivos en tiempo real de última generación, es un código abierto que su primera versión fue desarrollado en 2015. Utiliza una única red neuronal profunda para realizar el proceso completo de detección de objetos como RCNN (Region-based Convolutional Neural Networks). Este proceso está dividido en dos pasos, el primero define si es primer plano o el fondo, en el siguiente paso se concentra en el primer plano para producir un resultado de clasificación. YOLO en la actualidad ha tenido 7 versiones en total, en la versión YOLOv3 tuvo un gran crecimiento en el procesamiento de imágenes gracias a que diseñó una red de detección más profunda utilizando versiones con dos técnicas distintas YOLOv3-SPP y CNN. Ya en su última versión

YOLOv5 se convierte en la actualidad como el modelo de detección de objetos más avanzado y con mucho más potente en términos de velocidad de inferencia y puede utilizarse en dispositivos con configuraciones bajas. También, el modelo profundiza cambiando los parámetros del modelo de red (Zhang et al., 2021). Por otro lado, este modelo emplea una red neuronal convolucional. Donde, las CNN tienen un tipo único de red neuronal artificial (ANN) que son utilizados para procesar datos como si fuera una cuadrícula. Cabe aclarar que las CNN se utilizan sobre todo en la clasificación de imágenes y en aplicaciones de aplicaciones de visión por ordenador. Maneja principalmente tres tipos de capas en su arquitectura: la capa de convolución, la capa de agrupación y la capa totalmente conectada (FC) (Baduge et al., 2022).

Matlab

Matlab es una herramienta que integra un entorno de escritorio avanzado para el análisis iterativo y el diseño de procesos, junto con un lenguaje de programación que permite expresar directamente las matemáticas de matrices y arrays. Con Matlab, es posible desarrollar algoritmos, analizar datos, crear aplicaciones, realizar cálculos en la nube y mucho más. Además, Matlab cuenta con aplicaciones en el campo del machine learning y deep learning para el reconocimiento de patrones. Esto implica preparar los datos, extraer características y entrenar modelos para clasificar objetos nuevos utilizando el reconocimiento por patrones (ACF). En resumen, Matlab es una herramienta versátil y potente para el análisis y diseño de procesos, con aplicaciones prácticas en una amplia variedad de campos, desde la ingeniería hasta la ciencia de datos y la inteligencia artificial.

1.3 Antecedentes

Estudios asociados han demostrado el potencial que tiene la inteligencia artificial para el reconocimiento facial, tanto así que Beltrami en su artículo “Artificial intelligence in the detection of skin cancer” menciona que los recientes avances en IA en dermatología han demostrado la capacidad de mejora en la precisión de la detección del cáncer de piel. También que estas capacidades pueden agilizar los procesos de diagnóstico actuales y desarrollar el enfoque para el manejo del cáncer de piel. Por esto, la detección del cáncer de piel con tecnología mejorada tiene el potencial de mejorar la calidad de vida, disminuir los costos de atención médica al reducir los procedimientos innecesarios y promover un mayor acceso a una valoración de la piel de alta calidad. Cabe resaltar que los dermatólogos son cruciales en el desarrollo y despliegue responsable de capacidades de IA aplicadas al cáncer de piel (Beltrami et al., n.d.).

La IA está preparada para tener un impacto transformador en el campo de la dermatología. Dada la naturaleza visual de la especialidad, las redes neuronales de la IA pueden clasificar datos visuales, descubrir correlaciones y luego aplicar información a nuevos conjuntos de datos, lo que lo convierte en un sistema ideal para analizar imágenes en dermatología. Los recientes avances en IA de reconocimiento visual hacen que la aplicación e integración de la tecnología esté preparada para mejorar la eficiencia y la precisión de los enfoques de diagnósticos tradicionales como la biopsia de piel y los exámenes histopatológicos y visuales (Patel et al., 2021).

El impulso que tienen las tecnologías que están emergiendo por la IA han avanzado rápidamente. Una de las tendencias es el reconocimiento de imágenes médicas para detectar y diagnosticar riesgos de enfermedades. En el artículo “Creación de una aplicación de teléfono inteligente de reconocimiento de imágenes médicas impulsada por inteligencia artificial: lo que los médicos deben saber” Susanto habla de que esta tecnología puede mejorar la sensibilidad y especificidad, por lo tanto, mejorar la precisión y la eficiencia del diagnóstico de enfermedades, esto trae un avance muy beneficioso e importante para la salud, por lo tanto, proveedores de atención médica trabajan en comprender los conceptos básicos de la IA para desarrollar sus propias tecnologías (Susanto et al., 2022).

Martorell en su artículo titulado “Inteligencia artificial en dermatología: ¿amenaza u oportunidad?” afirma que la IA ha creado un antes y después al generar mejoras en distintos sectores. El aprendizaje automático a través de la IA está ayudando a mejorar procesos profesionales y traer beneficios que logran transformar sectores tales como la salud proporcionando información de alta calidad basados en datos clínicos que generan un apoyo adicional confiable en la toma de decisiones mediante el análisis de imágenes por el aprendizaje automático a través de la IA (Martorell et al., 2022).

Se postula que la IA tendrá un impacto significativo en la práctica de la dermatología, en el artículo “inteligencia artificial

en dermatología” Rundle habla de que actualmente la IA y el aprendizaje automático tiene una variedad de aplicaciones en medicina que incluye, entre otras, diagnóstico, manejo de pacientes, medicina preventiva y análisis genómico. Aunque el papel de la IA en dermatología sigue siendo extremadamente limitado, el desarrollo continuo de la tecnología y su implementación puede permitir una mayor eficiencia del dermatólogo y mejores resultados para los pacientes (Rundle et al., 2021).

Esteva en su artículo “Clasificación a nivel dermatólogo del cáncer de piel con redes neuronales profundas” demuestra la capacidad de una CNN entrenada a partir de imágenes y etiquetas de enfermedades para clasificar lesiones cutáneas. Se utiliza un conjunto de datos de 129,450 imágenes clínicas, mucho más grande que los conjuntos de datos anteriores, y se prueba el rendimiento de la CNN en comparación con dermatólogos certificados. En dos casos críticos de clasificación binaria, la CNN logra un rendimiento comparable al de los dermatólogos en la identificación de carcinomas de queratinocitos versus queratosis seborreica benigna, así como en la identificación de melanomas malignos versus nevos benignos. Esto demuestra que la IA puede clasificar el cáncer de piel con un nivel de competencia similar al de los dermatólogos (Esteva et al., 2017)

Haenssle afirma que la CNN de aprendizaje profundo superó a la mayoría de un grupo internacional de 58 dermatólogos en el diagnóstico de melanoma. La arquitectura Inception v4 CNN de Google fue entrenada y validada utilizando imágenes dermatoscópicas para un conjunto de pruebas de 100 imágenes, donde la CNN demostró una mayor especificidad y un rendimiento diagnóstico generalmente superior en comparación con los dermatólogos. Además, se encontró que tanto los médicos expertos como los no expertos podrían beneficiarse de la asistencia de la clasificación de imágenes de la CNN (Haenssle et al., 2018).

Brinker utilizando métodos de aprendizaje profundo y entrenando una CNN con 12.378 imágenes dermatoscópicas de código abierto comparó el rendimiento de la CNN con el de los 157 dermatólogos de 12 hospitales universitarios en Alemania. Brinker en su artículo titulado “El aprendizaje profundo superó a 136 de 157 dermatólogos en una tarea de clasificación de imágenes de melanoma dermatoscópico cabeza a cabeza” interpretó que una CNN entrenada por imágenes de código abierto superó a 136 de los 157 dermatólogos con distintos niveles de experiencia (Brinker, Hekler, Enk, Klode, et al., 2019).

Asimismo, Brinker en su artículo titulado “Las redes neuronales profundas son superiores a los dermatólogos en la clasificación de imágenes de melanoma” realiza un estudio comparativo donde entrena a la CNN con 4204 imágenes de melanoma y nevos. Para el estudio, se presentaron al azar 804 imágenes dermatoscópicas adicionales de melanoma y nevos y se evaluó la sensibilidad y especificidad de los resultados. En comparación con los dermatólogos la CNN logró una mayor sensibilidad y especificidad en las pruebas (Brinker, Hekler, Enk, Berking, et al., 2019).

Marchetti afirma en su artículo “Los algoritmos informáticos muestran potencial para mejorar la precisión de los dermatólogos para diagnosticar el melanoma cutáneo: resultados de la International Skin Imaging Collaboration 2017” que las redes neuronales profundas pueden clasificar las imágenes de la piel de melanoma y sus imitadores benignos con alta precisión y potencialmente mejorar rendimiento al realizar un conjunto de pruebas de detección de melanoma donde se utilizaron 150 imágenes de dermatoscopia y obtener un resultado superior a la de los dermatólogos (Marchetti et al., 2017).

Tschandl demuestra en su artículo titulado “Comparación de la precisión de los lectores humanos frente a los algoritmos de aprendizaje automático para la clasificación de lesiones cutáneas pigmentadas: un estudio de diagnóstico abierto, basado en la web e internacional” que los algoritmos de aprendizaje automático de última generación superan a los expertos humanos en el diagnóstico de lesiones cutáneas pigmentadas. Se compararon los diagnósticos de 511 lectores humanos con los de 139 algoritmos de aprendizaje automático. Los algoritmos obtuvieron un mayor número de diagnósticos correctos en comparación con los lectores humanos, tanto en general como en la categoría de expertos dermatólogos. Sin embargo, se encontró que los algoritmos tienen un rendimiento inferior en imágenes que no están incluidas en su conjunto de entrenamiento, lo que sugiere una posible limitación en su rendimiento en casos fuera de distribución (Tschandl et al., 2019).

Codella demuestra en su estudio que un sistema automatizado basado en aprendizaje profundo y enfoques de aprendizaje automático puede ser efectivo para la detección de melanoma, la forma más mortal de cáncer de piel. El sistema combina métodos de segmentación de lesiones cutáneas con análisis del área detectada y del tejido circundante.

Se evaluó utilizando un conjunto de datos de referencia de imágenes dermatoscópicas y se demostró un rendimiento superior en comparación con el estado de la técnica anterior y la evaluación de expertos dermatólogos. El sistema logró mejoras significativas en términos de área bajo la curva ROC, precisión y especificidad, con una sensibilidad clínicamente relevante del 95%. Estos resultados sugieren que los sistemas automatizados pueden mejorar la detección del melanoma, lo que podría salvar vidas, reducir biopsias innecesarias y disminuir los costos asociados con el diagnóstico de esta enfermedad (Codella et al., 2016).

1.4 Metodología

Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque de metodología cualitativa, en donde la observación y el análisis obtenido son punto de partida, con el fin de presentar diferentes perspectivas sobre la visión artificial en el campo de la medicina, especialmente en los exámenes visuales, la biopsia de piel y el examen histopatológico y los desarrollos recientes de aplicaciones de teléfonos inteligentes habilitadas para IA para el reconocimiento de imágenes médicas.

Es por ello que para la primera fase se llevó a cabo una revisión bibliográfica en bases de datos relevantes como PubMed, Scopus y ScienceDirect utilizando palabras claves como: “Inteligencia Artificial”, “Aprendizaje automático”, “detección de imágenes”, “deep learning”, “red neuronal convolucional”, “dermatología”, “enfermedades inflamatorias dermatológicas” y “enfermedades en la piel del rostro”. En la segunda fase de la metodología se seleccionaron artículos científicos y de investigación relevantes y actualizados obteniendo un total de 20 artículos para la revisión bibliográfica, en la tercera fase, se realizó una organización de la búsqueda bibliográfica para tener una perspectiva más estructurada para continuar con el siguiente paso donde se realizó un análisis crítico y riguroso de la información recopilada, destacando las diferencias y similitudes entre los diferentes puntos de vista y desarrollos en el campo de la visión artificial en la medicina. Por último, se redactó el análisis de la información y se presentó los resultados y principales beneficios de la visión artificial en problemas de la piel del rostro.

2. RESULTADOS

Según los resultados de la investigación la inteligencia y visión artificial permiten la detección de enfermedades de la piel en el rostro a través de una técnica de segmentación de la piel las cuales permiten aislar la región del rostro y aplicar algoritmos de clasificación y reconocimiento de patrones. Específicamente, se pueden utilizar redes neuronales convolucionales para entrenar el modelo y detectar patrones característicos de diferentes enfermedades de la piel, lo que permitiría enfocarse únicamente en la región del rostro para una mejor identificación de los patrones específicos de cada enfermedad.

Varios estudios han comparado el rendimiento de la inteligencia artificial con el de los dermatólogos en términos de clasificación del cáncer de piel, enfermedades de la piel y otras lesiones cutáneas. A continuación, se presentan algunos de los resultados e impactos de la inteligencia artificial encontrados en los diferentes artículos en la clasificación del melanoma y lesiones cutáneas.

Melanoma

Esteva et al. (2017) demostraron que una CNN puede diagnosticar carcinoma y melanoma y tener un desempeño a la par de los dermatólogos. Además, Haenssle et al. (2018) demostró que CNN superó a la mayoría de los dermatólogos al comparar el rendimiento diagnóstico en imágenes dermatoscopias de melanoma y nevos. Asimismo, Brinker, Hekler,

Enk, Klode, et al., (2019) entrenaron y validaron una CNN obteniendo un resultado donde superó a 136 de 157 dermatólogos en términos de especificidad y sensibilidad promedio. También, Susanto et al (2022) utilizando CNN para clasificar las lesiones cutáneas de alto, medio y bajo riesgo el rendimiento de la detección impulsada por IA fue considerablemente mas baja en comparación con los diagnósticos realizado por dermatólogos, sin embargo, en su artículo señala que la CNN es útil para la detección temprana del melanoma. Por otro lado, Marchetti et al. (2017) en el desafío de detección de melanoma obtuvieron un resultado superior a la de los dermatólogos y de residentes.

Lesiones cutáneas

Tschandl et al. (2019) también demostraron que los clasificadores de aprendizaje automático superaron a los expertos humanos en el diagnóstico de lesiones cutáneas pigmentadas de la dermatoscopia. Del mismo modo, Brinker et al. (2019) informaron que la CNN se capacitó con imágenes dermatoscopias de código abierto realizadas a la par con 145 dermatólogos en una tarea de clasificación de imágenes clínicas. Además, Codella et al (2016) compararon la CNN entrenada con imágenes dermatoscopias de lesiones cutáneas con el promedio de 8 dermatólogos expertos y la CNN fue superior en precisión y especificidad que la de los dermatólogos. Por otro lado, Young et al. (2020) estudio donde se realizó un aprendizaje profundo en teléfonos inteligentes y se evaluó la precisión del clasificador, coincidiendo con los resultados de los dermatólogos y siendo mayor que la de los médicos de atención primaria, por último, Martorell et al (2022) utilizó algoritmos de aprendizaje profundo con fines de clasificación en diferentes enfermedades inflamatorias dermatológicas en el cuerpo y el rostro, logrando una precisión global del 99.81% al utilizar 670 imágenes de psoriasis.

Para concretar, seis de diez artículos revisados respalda la afirmación que destacan las técnicas de segmentación de la piel y la utilización de algoritmos de clasificaciones y reconocimiento de patrones, especialmente las redes neuronales convolucionales que se destacan para diagnosticar y en la clasificación del cáncer de piel, enfermedades de la piel y otras lesiones cutáneas, superando a la mayoría de los dermatólogos en términos de rendimiento diagnóstico.

3. CONCLUSIONES

Podemos concluir que en casos de pruebas donde se evalúa la precisión, sensibilidad y especificidad en evaluaciones de problemas en piel del rostro tales como melanomas, psoriasis, lesiones cutáneas y otras enfermedades de la piel, los resultados fueron favorables para la inteligencia artificial, coincidiendo con la de los dermatólogos y siendo en ocasiones superior a ellos. Con base a los resultados obtenidos, se destacan las técnicas de segmentación de la piel y la utilización de algoritmos de clasificaciones y reconocimiento de patrones, especialmente las redes neuronales convolucionales, superando a la mayoría de los dermatólogos en términos de rendimiento diagnóstico.

Además, se puede concluir que la inteligencia artificial tiene un gran campo en el ámbito de la medicina, sobre todo en la dermatología y no solo en la detección de imágenes de la piel del rostro con enfermedades benignas y malignas sino además padecimientos comunes en el rostro, obteniendo unos valores acertados en casos de prueba. Aunque aún se necesitan más avances tecnológicos y regulaciones para maximizar su utilidad clínica, la inteligencia y la visión artificial tienen un gran potencial para mejorar significativamente la precisión y la eficiencia del diagnóstico clínico en problemas de la piel del rostro. En definitiva, aunque la IA no reemplazará al dermatólogo, puede ser una herramienta útil para mejorar la atención médica y proporcionar un apoyo valioso a otros médicos donde no haya acceso a dermatólogos o recursos para acercarlos.

4. REFERENCIAS

- Baduge, S. K., Thilakarathna, S., Perera, J. S., Arashpour, M., Sharafi, P., Teodosio, B., Shringi, A., & Mendis, P. (2022). Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. *Automation in Construction*, 141. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2022.104440>
- Beltrami, E. J., Brown, A. C., M Salmon, P. J., Leffell, D. J., Ko, J. M., & Grant-Kels, J. M. (n.d.). Artificial intelligence in the detection of skin cancer. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2022.08.028>
- Brinker, T. J., Hekler, A., Enk, A. H., Berking, C., Haferkamp, S., Hauschild, A., Weichenthal, M., Klode, J., Schadendorf, D., Holland-Letz, T., von Kalle, C., Fröhling, S., Schilling, B., & Utikal, J. S. (2019). Deep neural networks are superior to dermatologists in melanoma image classification. *European Journal of Cancer*, 119, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2019.05.023>
- Brinker, T. J., Hekler, A., Enk, A. H., Klode, J., Hauschild, A., Berking, C., Schilling, B., Haferkamp, S., Schadendorf, D., Holland-Letz, T., Utikal, J. S., von Kalle, C., Ludwig-Peitsch, W., Sirokay, J., Heinzerling, L., Albrecht, M., Baratella, K., Bischof, L., Chorti, E., ... Schrüfer, P. (2019). Deep learning outperformed 136 of 157 dermatologists in a head-to-head dermoscopic melanoma image classification task. *European Journal of Cancer*, 113, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2019.04.001>
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115–118. <https://doi.org/10.1038/NATURE21056>
- Guo, B. H. W., Zou, Y., Fang, Y., Goh, Y. M., & Zou, P. X. W. (2021). Computer vision technologies for safety science and management in construction: A critical review and future research directions. *Safety Science*, 135, 105130. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105130>
- Han, S. S., Park, I., Eun Chang, S., Lim, W., Kim, M. S., Park, G. H., Chae, J. B., Huh, C. H., & Na, J. I. (2020). Augmented Intelligence Dermatology: Deep Neural Networks Empower Medical Professionals in Diagnosing Skin Cancer and Predicting Treatment Options for 134 Skin Disorders. *Journal of Investigative Dermatology*, 140(9), 1753–1761. <https://doi.org/10.1016/J.JID.2020.01.019>
- Hu, K., Lu, J., Lee, D., Xiong, D., & Chen, Z. (2022). AS-Net: Attention Synergy Network for skin lesion segmentation. *Expert Systems with Applications*, 201, 117112. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2022.117112>
- Marchetti, M. A., Liopyris, K., Dusza, S. W., Codella, N. C. F., Gutman, D. A., Helba, B., Kalloo, A., Halpern, A. C., Soyer, H. P., Curiel-Lewandrowski, C., Caffery, L., & Malvey, J. (2020). Computer algorithms show potential for improving dermatologists' accuracy to diagnose cutaneous melanoma: Results of the International Skin Imaging Collaboration 2017. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 82(3), 622–627. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.07.016>
- Martorell, A., Martin-Gorgojo, A., Ríos-Viñuela, E., Rueda-Carnero, J. M., Alfageme, F., & Taberner, R. (2022). [Translated article] Artificial intelligence in dermatology: A threat or an opportunity? *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 113(1), T30–T46. <https://doi.org/10.1016/J.AD.2021.07.014>
- Nguyen, Q. P., & Vo, H. (2022). Artificial intelligence and unemployment: An international evidence. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.09.003>
- Patel, S., Wang, J. v, Motaparathi, K., & Lee, J. B. (2021). Artificial intelligence in dermatology for the clinician. *Clinics*

in *Dermatology*, 39, 667–672. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2021.03.012>

Phillips, M., Marsden, H., Jaffe, W., Matin, R. N., Wali, G. N., Greenhalgh, J., McGrath, E., James, R., Ladoyanni, E., Bewley, A., Argenziano, G., & Palamaras, I. (2019). Assessment of Accuracy of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Melanoma in Images of Skin Lesions. *JAMA Network Open*, 2(10). <https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2019.13436>

Rundle, C. W., Hollingsworth, P., & Dellavalle, R. P. (2021). Artificial intelligence in dermatology. *Clinics in Dermatology*, 39, 657–666. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2021.03.011>

Susanto, A. P., Winarto, H., Fahira, A., Abdurrohman, H., Muharram, A. P., Ratulangi Widitha, U., Warman Efrianti, G. E., George, A. E., & Tjoa, K. (2022). Building an artificial intelligence-powered medical image recognition smartphone application: What medical practitioners need to know. *Informatics in Medicine Unlocked*, 32, 101017. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2022.101017>

Tschandl, P., Codella, N., Akay, B. N., Argenziano, G., Braun, R. P., Cabo, H., Gutman, D., Halpern, A., Helba, B., Hofmann-Wellenhof, R., Lallas, A., Lapins, J., Longo, C., Malvehy, J., Marchetti, M. A., Marghoob, A., Menzies, S., Oakley, A., Paoli, J., ... Kittler, H. (2019). Comparison of the accuracy of human readers versus machine-learning algorithms for pigmented skin lesion classification: an open, web-based, international, diagnostic study. *The Lancet Oncology*, 20(7), 938–947. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30333-X](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30333-X)

Young, A. T., Xiong, M., Pfau, J., Keiser, M. J., & Wei, M. L. (2020). Artificial Intelligence in Dermatology: A Primer. *Journal of Investigative Dermatology*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2020.02.026>

Zhang, F., Ren, F., Li, J., & Zhang, X. (2021). Automatic stomata recognition and measurement based on improved YOLO deep learning model and entropy rate superpixel algorithm. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101521>