



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3623>

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

*Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento
dermatológico: Avances prometedores y desafíos por resolver*

*Applications of Artificial Intelligence in dermatological diagnosis and treatment:
Promising advances and challenges to be resolved*

*Aplicações da Inteligência Artificial no diagnóstico e tratamento dermatológico:
Avanços promissores e desafios a serem superados*

Andrea Paola Alcivar Aguirre^I

andrea.alciagui@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-2610-8062>

Alfonso Fabricio Correa Andrade^{II}

alfonso89andr@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-8504-2529>

Jenniffer Alexandra Morales Alomaliza^{III}

jenniffermoralesa@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-7215-9391>

Angie Vanessa Aveiga Mendoza^{IV}

angieaveigamendoza@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-7661-3241>

Correspondencia: andrea.alciagui@gmail.com

***Recibido:** 29 de junio de 2023 ***Aceptado:** 12 de agosto de 2023 * **Publicado:** 10 de octubre de 2023

- I. Médico Cirujano de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; Médico General en Centro Médico Semic; Guayaquil, Ecuador.
- II. Médico de la UEES; Médico en Seguridad y Salud Ocupacional – UEES; Médico Residente en el área de pediatría de SOLCA; Libre ejercicio y desempeño de la profesión de salud ocupacional; Guayaquil, Ecuador.
- III. Médica de la Universidad Técnica de Ambato; Médico General en Funciones Hospitalarias; Investigador Independiente, Ambato, Ecuador.
- IV. Médico General Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; Investigador Independiente, Manta, Ecuador.

Resumen

La utilización de la inteligencia artificial gracias a las técnicas de aprendizaje profundo y automático en el campo de la dermatología es una realidad que sigue en estudio a pesar de la evidencia científica que apoya su uso con estudios comprobables, en cuanto a la capacidad de predicción diagnóstica y apoyo a las opciones terapéuticas. La presente investigación se enmarca dentro de una metodología de tipo bibliográfica documental. Ya que es un proceso sistematizado de recolección, selección, evaluación y análisis de la información, que se ha obtenido mediante medios electrónicos en diferentes repositorios y buscadores tales como Google Académico, Science Direct, Pubmed, entre otros, empleando para ellos los diferentes operadores booleanos y que servirán de fuente documental, para el tema antes planteado. Las conclusiones de esta investigación apuntan a una mayor masificación de la inteligencia artificial dentro de la dermatología que promuevan su confianza en esta tecnología, existen limitaciones normativas y legales que regulen su uso, así como la fiabilidad de las bases de datos para el uso de los algoritmos de aprendizaje automático que puedan encontrarse con sesgos que alteren resultados, costes de adquisición y manejo de esta tecnología son otras limitaciones, así como dejar en manos de una tecnología decisiones en el área de salud que son puramente humanas, por último en cuanto a perspectivas futuras el apoyo de la inteligencia artificial en Tele dermatología, la instauración de la dermatopatología para el diagnóstico de lesiones cutáneas en apoyo a profesionales de la salud que no sean dermatólogos o en zonas o áreas donde estos sean escasos en la atención primaria en salud.

Palabras Claves: Artificial, Diagnóstico, Lesiones, Tecnología, Dermatología.

Abstract

The use of artificial intelligence thanks to deep and automatic learning techniques in the field of dermatology is a reality that continues to be studied despite the scientific evidence that supports its use with verifiable studies, in terms of its diagnostic predictive capacity. and support for therapeutic options. This research is framed within a documentary bibliographic methodology. Since it is a systematized process of collection, selection, evaluation and analysis of information, which has been obtained through electronic means in different repositories and search engines such as Google Academic, Science Direct, Pubmed, among others, using the different Boolean operators for them. and that will serve as a documentary source for the topic raised above. The conclusions of this research point to a greater massification of artificial intelligence within dermatology that promotes

confidence in this technology, there are regulatory and legal limitations that regulate its use, as well as the reliability of the databases for the use of the machine learning algorithms that may encounter biases that alter results, acquisition and management costs of this technology are other limitations, as well as leaving decisions in the health area that are purely human in the hands of a technology, finally in terms of perspectives future the support of artificial intelligence in Teledermatology, the establishment of dermatopathology for the diagnosis of skin lesions in support of health professionals who are not dermatologists or in zones or areas where these are scarce in primary health care.

Keywords: Artificial, Diagnosis, Injuries, Technology, Dermatology.

Resumo

A utilização da inteligência artificial graças a técnicas de aprendizagem profunda e automática na área da dermatologia é uma realidade que continua a ser estudada apesar das evidências científicas que suportam a sua utilização com estudos verificáveis, ao nível da sua capacidade preditiva diagnóstica. e apoio às opções terapêuticas. Esta pesquisa enquadra-se numa metodologia bibliográfica documental. Por se tratar de um processo sistematizado de coleta, seleção, avaliação e análise de informações, que foram obtidas por meio eletrônico em diversos repositórios e buscadores como Google Academic, Science Direct, Pubmed, entre outros, utilizando os diferentes operadores booleanos para eles . e que servirá de fonte documental para o tema levantado acima. As conclusões desta investigação apontam para uma maior massificação da inteligência artificial dentro da dermatologia que promove a confiança nesta tecnologia, existem limitações regulamentares e legais que regulam a sua utilização, bem como a fiabilidade das bases de dados para utilização dos algoritmos de aprendizagem automática que podem encontrar vieses que alteram os resultados, os custos de aquisição e gestão desta tecnologia são outras limitações, bem como deixar decisões na área da saúde que são puramente humanas nas mãos de uma tecnologia, finalmente em termos de perspectivas futuras o apoio da inteligência artificial em Teledermatologia, estabelecimento da dermatopatologia para o diagnóstico de lesões cutâneas em apoio aos profissionais de saúde que não são dermatologistas ou em zonas ou áreas onde estas são escassas nos cuidados de saúde primários.

Palavras-chave: Artificial, Diagnóstico, Lesões, Tecnologia, Dermatologia.

Introducción

En los inicios de la medicina los clínicos pensaban en grupo, colegas trabajan juntos con el fin de resolver problemas que resultaban ser extremadamente complejos para un solo individuo, actualmente la medicina se ha tornado aún más compleja, se dispone de muchas más terapias, medicamentos, exámenes, y procesar tales datos exceden la capacidad de comprensión de la mente humana, de allí que es necesario buscar una nueva herramienta con la capacidad de integrar enormes cantidades de datos, reconocer patrones y crear modelos que permitan resolver las limitaciones humanas, disminuir carga médica, acelerar la atención, brindar manejos más personalizados y disminuir recursos (Álvarez Vega et al., 2020).

El desarrollo de la ciencia y la tecnología facilita el uso de máquinas y agentes inteligentes con inteligencia artificial (IA) que simulan pensamiento humano bajo aprendizaje automático-cognitivo-profundo o por refuerzo. La IA es útil en el sector salud al contribuir en la forma en que se realiza la atención en salud por lo que se busca integrar los sistemas de atención a la salud con los big data, las computadoras aprenden y procesan datos que modelan los factores que afectan los determinantes de la salud, ayuda en la toma de decisiones e implementar prácticas personalizadas (Jiménez Herrera, 2021).

La IA puede utilizar algoritmos sofisticados para “aprender” características de un gran volumen de datos sanitarios y, a continuación, utilizar los conocimientos obtenidos para ayudar a la práctica clínica. También puede estar dotada de capacidades de aprendizaje y autocorrección para mejorar su precisión en función de la información recibida. Un sistema de IA puede ayudar a los profesionales sanitarios proporcionándoles información clínica actualizada procedente de revistas, libros de texto y prácticas clínicas para informar sobre el cuidado adecuado de los pacientes. Además, teóricamente un sistema de IA podría ayudar a reducir los errores diagnósticos y terapéuticos que son inevitables en la práctica clínica. Por otra parte, un sistema de IA puede extraer información útil de un gran número de pacientes para hacer inferencias en tiempo real para alertar de riesgos sanitarios y estimar resultados de salud (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).

De manera general, los campos donde más desarrollo ha presentado la AI en estudios científicos son en el diagnóstico por imagen, la genética o el electro diagnóstico. Otras aplicaciones de la IA en el

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

ámbito sanitario incluyen la clasificación de pacientes de riesgo, la predicción de eventos adversos, la monitorización de pacientes, la automatización de dispositivos de asistencia en el cuidado del paciente, la robótica en cirugía o las mejoras en gestión sanitaria. Con la implantación de la AI se espera conseguir mayor rapidez y precisión en el diagnóstico y en el tratamiento de enfermedades, así como una mejoría en la calidad de la atención sanitaria (Benavent Núñez et al., 2020).

Dentro de la diagnosis médica automática, el campo de la dermatología siempre ha estado a la cabeza en cuanto a avances en el uso de la inteligencia artificial. Desde que en 1987 Cascinelli, Ferrario, Tonelli y Leo propusieron el uso de los ordenadores en el diagnóstico clínico del melanoma, han sido numerosos los avances en esta empresa, como, por ejemplo, los esfuerzos de Binder et al. que en 1994 lograron entrenar una red de neuronas artificiales para la clasificación de melanomas utilizando imágenes. El procedimiento habitual de diagnosis del cáncer de piel y del resto de patologías relacionadas, se basa en la inspección visual del tipo de lesión, utilizando la medición de parámetros como el tamaño, color y forma. Este tipo de patrones son detectables por un sistema de visión artificial, de ahí la idoneidad de los ordenadores para la detección de enfermedades de la piel (Barba Sánchez, 2021).

En Dermatología habitualmente utilizamos múltiples variables, por lo que se necesitan múltiples “neuronas” para tejer una red de conexiones que nos generen información útil. Así, cuando hablamos de un sistema que basa su información en más de 1 capa de información, nos referimos al **Deep Learning (DL) o aprendizaje profundo**. Este tipo de redes generan excelentes resultados siempre y cuando cumplamos con sus 2 premisas fundamentales: cantidad y calidad de datos (*Big Data*), tanto de imagen como de información (Martorell et al., 2022).

Con los avances en inteligencia artificial (IA), numerosas aplicaciones se han desarrollado en el diagnóstico de cáncer de piel de alta precisión. Sin embargo, la automatización del tratamiento del cáncer de piel, incluido la escisión de la lesión, el seguimiento o la planificación del tratamiento no son comunes debido a varios factores. Un factor principal es la escasez de grandes volúmenes de datos etiquetados con opciones de tratamiento necesarias para entrenar los modelos. Además, automatizar el tratamiento del cáncer de piel es un desafío ya que el tratamiento varía

significativamente según la gravedad de la enfermedad, la lesión característica y factores relacionados con el paciente, como la edad, otras morbilidades, y preferencias personales (Rezk et al., 2023).

Metodología

La presente investigación se enmarca dentro de una metodología de tipo bibliográfica documental. Ya que es un proceso sistematizado de recolección, selección, evaluación y análisis de la información, que se ha obtenido mediante medios electrónicos en diferentes repositorios y buscadores tales como Google Académico, Science Direct, Pubmed, entre otros, empelando para ellos los diferentes operadores booleanos y que servirán de fuente documental, para el tema antes planteado.

Resultados

Aprendizaje automático en dermatología

El aprendizaje profundo es una familia de métodos de aprendizaje automático que se utilizan para diversos fines, incluido el reconocimiento de imágenes. Esto es particularmente intrigante en el campo de la dermatología, donde los diagnósticos a menudo se hacen visualmente mediante el reconocimiento de patrones. La mayoría de los modelos de aprendizaje profundo están inspirados en la arquitectura del cerebro humano, donde las redes neuronales están compuestas por múltiples neuronas interconectadas que se comunican a través de sinapsis. A medida que los humanos aprenden, son capaces de distinguir diferentes entidades en función de sus características físicas. Por ejemplo, para la mayoría de las personas, no sería difícil reconocer la diferencia entre un pájaro y un perro. Durante nuestro desarrollo, nuestro cerebro ha aprendido a reconocer un patrón de características que son exclusivas de estos animales, diferenciándolos así (Rundle et al., 2021).

Dada la naturaleza visual de la dermatología, la mayoría de los estudios de IA se centran en aplicaciones de aprendizaje automático y redes neuronales artificiales utilizadas para la clasificación de imágenes para mejorar la precisión del diagnóstico de enfermedades de la piel. La IA puede conducir a diagnósticos dermatológicos más precisos a través del análisis de segmentación automatizado de imágenes clínicas, dermatoscópicas e histopatológicas y, en última instancia, puede ayudar a reducir la morbilidad y la mortalidad en los pacientes (Patel et al., 2021).

CNN (técnicas de aprendizaje profundo)

Uno de los tipos más populares de modelos de aprendizaje profundo utilizados para el reconocimiento de imágenes son las CNN. Una CNN se entrena utilizando una gran cantidad de datos etiquetados, estas bases de datos suelen constar de miles de imágenes. Luego, la CNN deconstruye los atributos físicos de la base de datos para crear su propia designación. Las CNN tienen la ventaja de no requerir entrenamiento previo, lo que significa que no es necesario decirle al algoritmo qué características buscar. Esto contrasta con otros modelos que requieren que el usuario ingrese características. Como, por ejemplo, si a una CNN se le proporciona un conjunto de datos de imágenes dermatoscópicas de melanoma, puede identificar características exclusivas del melanoma, como una red, glóbulos, rayas, rayas blancas brillantes, velo azul blanquecino, áreas de color rojo lechoso, manchas o falta de estas características. El mismo proceso se puede utilizar para diferenciar otras lesiones como nevos, queratosis seborreica, carcinoma de células basales, carcinoma de células escamosas, angiomas y dermatofibromas (Rundle et al., 2021).

Tabla 1.

Aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) a la dermatología clínica.

	Definición	Ejemplo
Inteligencia artificial	Un término general para algoritmos informáticos que dirigen las máquinas a realizar tareas con parecido a un humano inteligencia.	Asistentes digitales personales (Siri de Apple o de Amazon Alexa)
Aprendizaje automático	Algoritmos informáticos que pueden aprender (es decir, reconocer patrones, hacer predicciones y autocorregirse).	Viaje compartido, aplicaciones como (Uber o Lyft)
Redes neurales profundas	Algoritmos informáticos que simulan el cerebro humano para clasificar conjuntos de datos, descubriendo correlaciones y luego	Conducción autónoma de vehículos

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
 Avances prometedores y desafíos por resolver

	aplicando conocimientos a nuevos conjuntos de datos.	
Técnicas de aprendizaje profundo	Un tipo de red neuronal profunda que intenta imitar neuronas corticales respondiendo a estímulos visuales en regiones restringidas de campos receptivos con capas, lo que lo hace un sistema ideal para analizar imágenes.	Reconocimiento facial en redes sociales medios de comunicación aplicaciones (Facebook o Instagram)

Fuente: (Patel et al., 2021).

Aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) a la dermatología clínica

La precisión del diagnóstico clínico de enfermedades de la piel por parte de un dermatólogo certificado se basa en gran medida en la experiencia. Un dermatólogo certificado a menudo ha pasado años analizando visualmente las condiciones de la piel de miles de pacientes, reconociendo patrones y, en última instancia, haciendo diagnósticos basados en el parecido con pacientes anteriores. De manera similar, la IA intenta analizar visualmente las condiciones de la piel de miles de imágenes, reconocer patrones y realizar diagnósticos basados en el parecido con imágenes anteriores. Una pregunta importante que hay que responder es si la IA tiene la capacidad de diagnosticar enfermedades dermatológicas clínicas de la piel tan correctamente como un dermatólogo certificado (Patel et al., 2021).

Recientemente, se probó una CNN con 21 dermatólogos certificados para 2 casos de uso: (1) carcinomas de queratinocitos versus queratosis seborreicas benignas y (2) melanomas malignos versus nevos. Para añadir validez al estudio, los investigadores probaron sólo imágenes comprobadas por biopsia. Uno de los desafíos que enfrentó la CNN fue la variabilidad detallada de las lesiones cutáneas. Después de analizar un conjunto de datos de 129.450 imágenes clínicas con más de 2.032 afecciones cutáneas diferentes, los investigadores descubrieron que la CNN se desempeñó a la par de los dermatólogos certificados. Gran parte del éxito de la CNN se debió al importante entrenamiento

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

previo: los investigadores habían alimentado al sistema con 1,41 millones de imágenes de entrenamiento para ayudar a tener en cuenta la variabilidad fotográfica (Patel et al., 2021).

Un estudio de IA logró una precisión del 86%, una sensibilidad del 94% y una especificidad del 68% al clasificar las lesiones cutáneas pigmentadas y discriminar entre lesiones benignas y malignas. Se utilizó una cámara digital de nivel de consumidor. A los investigadores se les ocurrió una solución novedosa para corregir la iluminación desigual que suele estar presente en las imágenes clínicas. Postularon que la lesión cutánea pigmentada se encuentra en el componente de alta frecuencia espacial de una imagen, y la iluminación desigual se encuentra en el componente de baja frecuencia espacial de una imagen. Los investigadores diseñaron su sistema de clasificación de redes neuronales para eliminar el componente de baja frecuencia espacial de las imágenes clínicas, corrigiendo así la iluminación desigual y mejorando la precisión de la clasificación diagnóstica de la red neuronal (Patel et al., 2021).

Tabla 2.

Algoritmos de DL que se han utilizado con fines de clasificación en diferentes enfermedades inflamatorias dermatológicas.

Psoriasis	<ul style="list-style-type: none">• El primer programa de IA diseñado para psoriasis fue creado por Guo y colaboradores en 2014. Su objetivo era predecir el desarrollo de psoriasis utilizando perfiles de expresión genética basados en <i>microarray</i> de dos conjuntos de datos. El clasificador binario utilizado logró una precisión global del 99,81%.• Se han propuesto varios intentos de desarrollo de un programa de IA que ayude a evaluar la gravedad de la psoriasis. En uno de los últimos modelos los autores utilizaron tres clasificadores estándar diferentes (máquinas de soporte vectorial (<i>support vector machine</i>), árbol de decisión (<i>decision tree</i>) y redes neuronales artificiales (<i>artificial neural network, ANN</i>) para estratificar el riesgo y evaluar tres atributos principales: color, textura y espectros de orden superior.
------------------	--

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

	<ul style="list-style-type: none">• Otros estudios tratan de desarrollar un sistema para estratificar la gravedad de la psoriasis utilizando el Psoriasis Area and Severity Index (PASI), evaluando el área afectada, la descamación, la induración y el color, y el eritema de forma aislada.• También se han desarrollado programas de IA para evaluar y optimizar el tratamiento de la psoriasis, en concreto para determinar la respuesta a largo plazo a los tratamientos biológicos. El primero de estos estudios se basó en dos modelos de aprendizaje automático (machine learning) que estudiaban la expresión genética de biopsias cutáneas. Estos modelos fueron capaces de predecir la respuesta PASI 75 después de 12 semanas de tratamiento evaluando el perfil molecular del tratamiento a corto plazo (2-4 semanas). Otro estudio utilizó el análisis de multi-omics en pacientes en tratamiento con etanercept, encontrando indicadores de respuesta al tratamiento en genes y vías asociadas con la señalización del factor de necrosis tumoral (TNF) y el complejo mayor de histocompatibilidad.
Dermatitis atópica	La investigación en IA en el campo de la dermatitis atópica está, no obstante, en sus comienzos. Se ha diseñado un algoritmo de machine learning que identificaba dermatitis atópica desde registros electrónicos de salud. Para ello, se utilizó un procesador de lenguaje natural que permitió incorporar tanto datos estructurados como no estructurados. Utilizando 562 notas clínicas los diseñadores lograron un valor predictivo positivo del 84% y una sensibilidad del 75%. Otro grupo desarrolló una red neuronal artificial para la detección de dermatitis atópica frente a piel sana, utilizando información de imágenes. No obstante, el número de muestras utilizado fue bajo dado que se trataba de un estudio exploratorio.

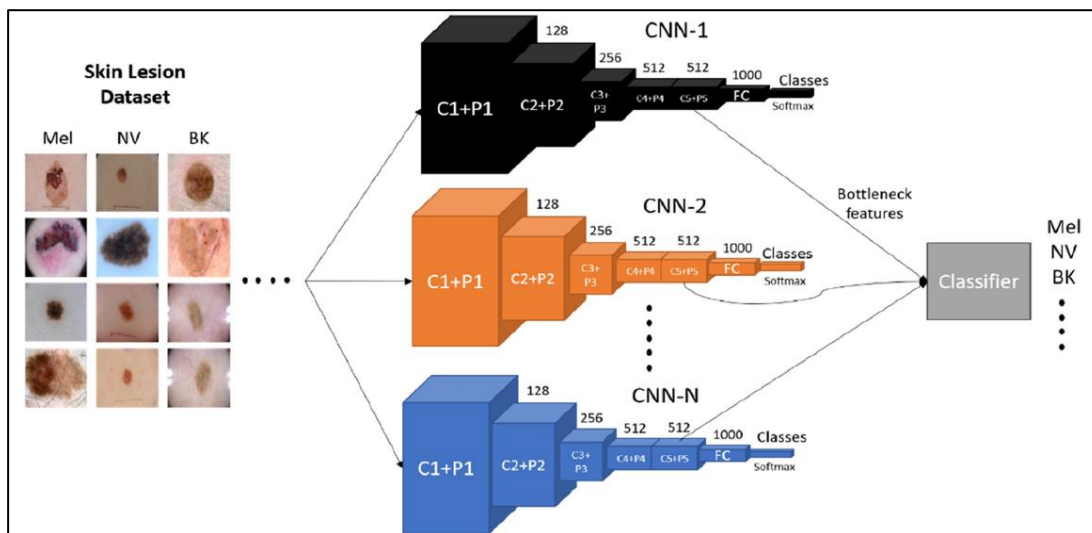
Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

Onicomycosis	Un estudio reciente comparó a un grupo de dermatólogos con una CNN para la detección de onicomycosis. Se utilizaron 49.567 imágenes para entrenar al clasificador para distinguir entre onicomycosis y uñas normales. En su validación, este clasificador obtuvo una sensibilidad del 82,7-96,7% y una especificidad del 69,3-96,7%. El área bajo la curva ROC (AUROC) fue del 0,82- 0,98. La capacidad del clasificador para diferenciar uñas sanas de uñas con onicomycosis fue estadísticamente superior que la de los dermatólogos en este estudio.
Rosácea y acné	<ul style="list-style-type: none">• La evaluación clínica de los pacientes con rosácea, al igual que ocurre en otras enfermedades inflamatorias, a menudo presenta una importante variabilidad intra e interobservador. Por ello, Binol y colaboradores desarrollaron un programa de IA basado en el uso de CNN con el fin de realizar una evaluación cuantitativa y reproducible de las lesiones, después de haber sido entrenado con más de un millón de imágenes. Estos autores definen así mismo lo que denominan regiones de interés anatómico, que son aquellas regiones faciales altamente susceptibles a rosácea, lo que produce un descenso significativo de los falsos positivos en la identificación de lesiones de rosácea.• Del mismo modo, el procesamiento digital de imágenes ha sido utilizado para la detección automática de lesiones de acné, con la intención de realizar una contabilización más precisa y reproducible. Min y colaboradores desarrollaron un sistema que contabiliza de forma automática cinco subtipos de lesiones (pápulas, nódulos, pústulas, comedones cerrados y comedones abiertos) y los compararon con el recuento manual por un dermatólogo experto. En las lesiones evaluadas en 25 pacientes, encontraron una sensibilidad y una especificidad mayor.

Fuente: (Martorell et al., 2022).

Figura 1.

Enfoque conjunto CNN para la clasificación de lesiones cutáneas.



Fuente: (Goyal et al., 2020).

La figura 1 representan 3 algoritmos de aprendizaje profundo para la detección y clasificación de lesiones cutáneas, en base a un conjunto de imágenes. El algoritmo CNN-1 ha clasificado un conjunto de imágenes como Melanoma (Mel), el algoritmo CNN-2 ha detectado una lesión como Nevus (Nev) y el algoritmo CNN-N ha detectado una lesión como Queratosis benigna (Bk). En el desafío de diagnóstico de lesiones ISIS en el año 2018 se evaluaron 11.720 imágenes la precisión de este algoritmo fue de un 88,5%, para el año 2019 se introdujeron más imágenes (33. 569), disminuyendo la precisión del algoritmo en un 63,6% (Goyal et al., 2020).

¿Dónde estamos ahora?

La investigación de la IA en dermatología se centró inicialmente en el cáncer de piel, particularmente melanoma; más recientemente, ha asumido múltiples clases de diagnósticos y recomendaciones terapéuticas. Un metaanálisis de 70 estudios encontró que la precisión del diagnóstico del melanoma asistido por ordenador es comparable a la de expertos humanos; usando técnicas de aprendizaje profundo (CNN), el algoritmo líder para análisis de imágenes. Muchos estudios han informado a nivel dermatólogo la clasificación de las lesiones cutáneas desde imágenes dermatoscópicas y nodermoscópica (Young et al., 2020).

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

- **Imágenes nodermoscópica:** Una CNN entrenada con 129.450 imágenes logró un rendimiento comparable al de los dermatólogos en dos tareas de clasificación binaria, carcinomas versus seborreicos queratosis y melanomas versus nevos, tanto para dermatoscopia e imágenes no dermatoscópicas. Después, la clasificación a nivel dermatólogo de malignos versus lesiones benignas utilizando conjuntos de datos no dermatoscópicas de participantes predominantemente de Asia Oriental. CNN también han clasificado la onicomiosis y enfermedades de los labios a un nivel similar al de los dermatólogos (Young et al., 2020).
- **Imágenes dermatoscópicas:** CNN ha clasificado imágenes dermatoscópicas de melanoma versus nevos con actuaciones similares iguales o superiores a los dermatólogos. Las CNN también han logrado un diagnóstico a nivel de expertos del cáncer de piel no pigmentado y superados a dermatólogos en cinco clases de enfermedades. En modalidades de imágenes transpuesta, una CNN entrenada únicamente en imágenes dermatoscópicas logró, no obstante, la clasificación de un melanoma a nivel dermatólogo con imágenes no dermatoscópicas (Young et al., 2020).
- **Modalidades de imágenes alternativas:** IA combinada con métodos de hardware como espectroscopia, imágenes multiespectrales, u otras modalidades de imágenes especializadas pueden aumentar las capacidades de los dermatólogos. Por ejemplo, los melanomas pueden no presentar diferencias morfológicas tempranas detectables mediante fotografía convencional, pero asistido por técnicas de ordenador como la dermatofluoroscopia pueden proporcionar información adicional para el diagnóstico precoz. Además, el uso de IA con estas modalidades obvia la necesidad de formación especializada de operadores (Young et al., 2020).

Aplicaciones emergentes

- **Tele dermatología:** La telemedicina puede ser una de los primeros campos para adoptar la IA, impulsados por la demanda de servicios, la necesidad de recopilar imágenes de alta calidad adecuadas para su propósito, y la disponibilidad de la tecnología existente. La precisión del diagnóstico presencial supera a la de la tele dermatología; sin embargo, las desigualdades persisten, las dificultades en torno al acceso a la atención dermatológica. Tele dermatología tiene el potencial de aumentar el acceso al facilitar referencias y ofrecer comodidad y menor espera a veces, además de proporcionar diagnóstico de apoyo en el momento de la revisión

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

del caso. Para casos de teledermatología, la clasificación por medio de la precisión de algoritmos de aprendizaje profundo coincidió con la de los dermatólogos y fue superior a la de los médicos de atención primaria para 26 afecciones de la piel (Young et al., 2020).

- **Aumentar las evaluaciones presenciales:** La IA puede mejorar la atención proporcionando soporte de diagnóstico en tiempo real durante una visita clínica. Utilizando imágenes clínicas, las precisiones top 1 y top 3 (que indica la fracción de casos en los que los n diagnósticos principales contenían el diagnóstico correcto) de los dermatólogos en el diagnóstico de 134 trastornos de la piel aumentaron un 7,0% y 10,1%, respectivamente, con IA. Para imágenes de dermatoscopia, la combinación de IA y humanos ha logrado una precisión del 83,0% (en comparación con el 81,6% y 42,9% logrado solo por IA y humanos, respectivamente). Aproximadamente la mitad de las visitas al médico relacionadas con la piel no son realizadas por dermatólogos, que tienen una formación variable en el diagnóstico y manejo de afecciones de la piel y son menos preciso que los dermatólogos en el diagnóstico del melanoma; el diagnóstico asistido por IA probablemente tendrá un beneficio aún mayor para la piel en el médico de atención primaria en exámenes (Young et al., 2020).
- **Dermatopatología:** La histopatología es el estándar de oro para el diagnóstico de lesiones cutáneas pero los estudios han demostrado una pobre concordancia entre los intraevaluadores y la reproducibilidad para el diagnóstico de melanoma. La IA tiene el potencial de aumentar la precisión y reproducibilidad de los resultados, especialmente si el diagnóstico molecular se utiliza para el entrenamiento de modelos. Dermatopatología aumentada por IA también puede aumentar el acceso a la evaluación en áreas donde los dermatopatólogos son escasos. La evidencia respalda la digitalización de diapositivas; diagnóstico en imágenes cutáneas escaneadas de portaobjetos completos tiene una precisión y reproducibilidad comparables al diagnóstico en portaobjetos de vidrio (Young et al., 2020).

Tratamiento

En relación al tratamiento/terapia, las tecnologías de uso intensivo de datos tienen un claro potencial terapéutico. La abundancia de datos digitales ha facilitado la farmacoepidemiología y, en particular, la investigación observacional sobre la eficacia de la medicación en el mundo real. Hay indicios de que las terapias basadas en entornos de realidad virtual inmersiva codiseñados y los humanos virtuales (por ejemplo, chatbots) pueden superar las barreras de comunicación y ampliar el acceso a una

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

atención de mayor calidad. Sin embargo, se han notificado efectos adversos y consecuencias no deseadas que plantean la necesidad de implicar a las comunidades culturalmente diversas que hablan varios idiomas, a las personas con discapacidades y problemas de comunicación, a las redes de apoyo de los cuidadores formales y a los cuidadores familiares, los cuales pueden desempeñar un papel activo en la formulación de directrices y normas para evaluar la seguridad y los resultados de los pacientes. Aprovechando la gran cantidad de datos con abundante información, se espera que la IA ayude a estudiar cuestiones clínicas mucho más complicadas, pero mucho más cercanas a la vida real, lo que conduce a una mejor toma de decisiones en el tratamiento (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).

Algunos desafíos

- **El primer obstáculo proviene de la normativa.** La normativa actual carece de normas para evaluar la seguridad y la eficacia de los sistemas de IA. Para superar esta dificultad, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) realizó un primer intento de proporcionar una guía para evaluar los sistemas de IA. Esta clasifica los sistemas de IA como “productos de bienestar general”, que están regulados de forma poco estricta siempre que los dispositivos se destinen únicamente al bienestar general y presenten un bajo riesgo para los usuarios. Una segunda orientación, justifica el uso de pruebas en el mundo real para evaluar el rendimiento de los sistemas de IA. Por último, la guía aclara las normas para el diseño adaptativo en los ensayos clínicos, que se utilizarían ampliamente para evaluar las características de funcionamiento de los sistemas de IA (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).
- **El segundo obstáculo es el intercambio de datos.** Para que funcionen bien, los sistemas de IA necesitan ser entrenados (continuamente) por los datos de los estudios clínicos. Sin embargo, una vez que un sistema de IA se despliega tras el entrenamiento inicial con datos históricos, la continuación del suministro de datos se convierte en una cuestión crucial para el desarrollo y la mejora del sistema. El entorno sanitario actual no ofrece incentivos para compartir los datos del sistema. Sin embargo, se está llevando a cabo una revolución sanitaria para estimular el intercambio de datos, que ha sido favorecido por la pandemia por COVID19 (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).
- Los procesos clínicos para emplear el trabajo de imagen basado en la IA están muy lejos de estar listos para su uso diario. Los distintos proveedores de tecnología de imagen y los

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:
Avances prometedores y desafíos por resolver

algoritmos de aprendizaje profundo tienen focos diferentes: la probabilidad de una lesión, la probabilidad de cáncer, la característica de un nódulo o su localización. Estos focos distintos harían muy difícil la incorporación de los sistemas de aprendizaje profundo a la práctica clínica actual (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).

- Por otra parte, los algoritmos de aprendizaje profundo para el reconocimiento de imágenes requieren “datos etiquetados”: millones de imágenes de pacientes que han recibido un diagnóstico definitivo de cáncer, un hueso roto u otra patología. Sin embargo, actualmente no está claro el número total de estos repositorios, ni los conjuntos de datos que contienen o si las imágenes radiológicas están etiquetadas o no (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).
- Hay una serie de implicaciones éticas en torno al uso de la IA en la asistencia sanitaria. Las decisiones sanitarias han sido tomadas casi exclusivamente por humanos en el pasado, y el uso de máquinas inteligentes para tomarlas o ayudarlas plantea cuestiones de responsabilidad, transparencia, permiso y privacidad. En primer lugar, la capacidad de los sistemas IA debe superar la restricción de la dimensionalidad requiere conjuntos de datos voluminosos. Los conjuntos de datos pequeños y/o sesgados pueden dar lugar a un exceso de ajuste, lo que limita los problemas que pueden abordar los métodos actuales de aprendizaje automático. El uso de bases de datos de imágenes dermatológicas es un buen ejemplo de los retos a enfrentar. La aplicación de algoritmos para uso generalizado a nivel poblacional requiere una mayor transparencia en los repositorios y conjuntos de datos disponibles. Una revisión sistemática de los bancos de imágenes dermatológicas disponibles confirma un predominio de imágenes de lesiones cutáneas de pacientes asiáticos y pacientes blancos de EE.UU (Bermúdez-Tamayo & Jiménez-Pernet, 2022).

Conclusión

A pesar de que el uso de la inteligencia artificial en la dermatología es una realidad, todavía falta para una verdadera masificación de su uso en todo el espectro de dicho campo, el método de IA utilizado para esta especialidad de la salud, es el aprendizaje automático, en base a algoritmos que clasifican las imágenes de las diferentes patologías dermatológicas para apoyar un diagnóstico, sin embargo esta tecnología sigue requiriendo del dermatólogo para poder identificar las diferentes tipos de lesiones y su carga en el software para que tenga la capacidad de predecir un diagnóstico, dentro de

la bibliografía consultada, al analizar los estudios que comparan los diagnósticos realizados entre los dermatólogos versus la inteligencia artificial, esta última nunca a estado por debajo de los dermatólogos, mas bien los han igualado y hasta superado en la capacidad diagnóstica.

Los desafíos de esta tecnología tienen que afrontar son variados, los costes de su adquisición, el manejo y la carga de imágenes, la fiabilidad, calidad, versatilidad, cantidad de las imágenes que se cargan dentro del sistema, ya que mientras más capacidad de análisis de imágenes tenga el algoritmo, más preciso y menos sesgado es su pronóstico en cuanto a un diagnóstico. La desconfianza del mundo médico en cuanto a la toma de decisiones en base a una tecnología es otro desafío, así como la normativa para su uso y aplicación.

Así como se puede avanzar en un diagnóstico preciso de patologías dermatológicas, las mismas consideraciones se deben tener en cuenta en cuanto al tratamiento se refiere, ya que la comprensión clínica de la fisiopatología de las diferentes enfermedades dermatológicas gracias a la inteligencia artificial con datos reales, conllevará a una mejor toma de decisiones terapéuticas, ya que la abundante información que proporciona un banco de datos extenso gracias al aprendizaje automático, con las referencias de millones de imágenes de todas las lesiones disponibles y sus tratamientos, darán a los dermatólogos un amplio espectro de toma de decisiones basadas en evidencia científica.

En cuanto a los avances prometedores o perspectivas futuras, lo que se quiere no es sustituir bajo ninguna circunstancia el papel importante del dermatólogo, lo que se busca con la inteligencia artificial es optimizar los patrones de diagnóstico en el menor tiempo posible y con un alto grado de sensibilidad, ya que hay patologías que se les puede confundir el diagnóstico por la similitud de las lesiones, la telemedicina sigue ganando espacios al combinarla con la inteligencia artificial, por su capacidad de poder dar un diagnóstico en tiempo real, así como las opciones terapéuticas a seguir, la inteligencia artificial puede ser de gran ayuda en cuanto a la atención primaria de lesiones dermatológicas a médicos que no sean dermatólogos o en donde estos sean escasos gracias a la Dermatopatología.

Referencias

- Álvarez Vega, M., Quirós Mora, L. M., & Cortés Badilla, M. V. (2020). Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina. *Revista Medica Sinergia*, 5(8), e557. <https://doi.org/10.31434/rms.v5i8.557>
- Barba Sánchez, A. M. (2021). *Estudio de técnicas de machine learning para el diagnóstico del melanoma y otras lesiones cutáneas a partir de imágenes*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Benavent Núñez, D., Colomer Mascaró, J., Quecedo Gutiérrez, L., Gol-Montserrat, J., & del Llano Señarís, J. E. (2020). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DECISIONES CLÍNICAS: Cómo está cambiando el comportamiento del médico* (Fundación).
- Bermúdez-Tamayo, C., & Jiménez-Pernet, J. (2022). Inteligencia artificial para el avance de los sistemas de salud. Posibles aportes y retos. *Revista de Derecho de la Seguridad Social, Laborum*, 401–414.
- Goyal, M., Knackstedt, T., Yan, S., & Hassanpour, S. (2020). Artificial intelligence-based image classification methods for diagnosis of skin cancer: Challenges and opportunities. *Computers in Biology and Medicine*, 127, 104065. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.104065>
- Jiménez Herrera, L. G. (2021). Inteligencia artificial como potencia de herramienta en salud. *Infodir*, 36.
- Martorell, A., Martín-Gorgojo, A., Ríos-Viñuela, E., Rueda-Carnero, J. M., Alfageme, F., & Taberner, R. (2022). Inteligencia artificial en dermatología: ¿amenaza u oportunidad? *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 113(1), 30–46. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2021.07.003>
- Patel, S., Wang, J. V, Motaparathi, K., & Lee, J. B. (2021). Artificial intelligence in dermatology for the clinician. *Clinics in Dermatology*, 39(4), 667–672. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2021.03.012>
- Rezk, E., Haggag, M., Eltorki, M., & El-Dakhakhni, W. (2023). A comprehensive review of artificial intelligence methods and applications in skin cancer diagnosis and treatment: Emerging trends and challenges. *Healthcare Analytics*, 4, 100259. <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100259>
- Rundle, C. W., Hollingsworth, P., & Dellavalle, R. P. (2021). Artificial intelligence in dermatology. *Clinics in Dermatology*, 39(4), 657–666. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2021.03.011>
- 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(8), 1504–1512. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2020.02.026>

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico y tratamiento dermatológico:

Avances prometedores y desafíos por resolver

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|