



Licenciado en Medicina y Cirugía. Máster en Bioingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Máster en Medicina Estética, Regenerativa y Antienvjecimiento, Universidad Complutense de Madrid. Práctica privada en Medicina Estética y Bioingeniería.
<https://www.seme.org/revista/autores/julio-ochoa-pena>

Recepción: 04/07/2025. Revisión: 25/08/2025. Aceptación: 09/09/2025. Publicación: 29/09/2025.

Futuro de la energía electromagnética con soporte de inteligencia artificial para diagnóstico y tratamiento en medicina estética. Revisión sistemática

Electromagnetic energy future supported by AI for aesthetic medicine diagnosis and treatment. Systematic review

RESUMEN

Introducción. La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la práctica médica general al introducir herramientas innovadoras para el diagnóstico y el tratamiento. En el ámbito de la medicina estética, los dispositivos que utilizan energía electromagnética se emplean habitualmente en la práctica clínica, por lo que es fundamental comprender cómo evolucionan estos equipos con la incorporación de nuevas tecnologías.

Materiales y método. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura, conforme a las directrices del consenso PRISMA 2020, con el objetivo de analizar el impacto y las aplicaciones de la IA en los dispositivos utilizados en medicina estética. Se seleccionaron y examinaron trece artículos, que se organizaron en cinco grupos distintos según las características tecnológicas de los dispositivos y sus indicaciones clínicas.

Resultados. Las principales áreas de aplicación de la IA en medicina estética son: la mejora de la fotoprotección mediante modelos predictivos, la predicción de resultados de tratamientos láser, los avances en dispositivos de fototerapia, la optimización de la depilación láser y las innovaciones en el diagnóstico dermatológico.

Conclusiones. Las técnicas de IA, como las redes neuronales convolucionales, el procesamiento de imágenes, el aprendizaje automático y la minería de datos, abren nuevas posibilidades para optimizar tanto el diagnóstico como el tratamiento en medicina estética. Esta revisión

sistemática ofrece una perspectiva sobre el rol actual de la IA en la práctica clínica y subraya su potencial de desarrollo en el futuro de la medicina estética.

Palabras clave. Radiación electromagnética. Láser de Nd:YAG. Laserterapia. Laserterapia de baja densidad de potencia. Fotobiomodulación. Fototerapia. Fotoprotección. Protección solar. Depilación. Dermatología. Diagnóstico. Aprendizaje automático. Inteligencia artificial.

ABSTRACT

Background. The field of artificial intelligence (AI) is transforming general medical practice by introducing innovative tools for diagnosis and treatment. In the field of aesthetic medicine, devices that use electromagnetic energy are commonly used in clinical practice. Therefore, it is essential to understand how these devices are evolving with the incorporation of new technologies.

Materials and methods. A systematic review of the literature was conducted in accordance with the guidelines established by the PRISMA 2020 consensus. The aim of the review was to analyze the impact and applications of AI in devices used in aesthetic medicine. A total of thirteen articles were selected and examined, and these were organized into five different groups according to the technological characteristics of the devices and their clinical indications.

Results. The primary application areas for AI in aesthetic medicine include enhancing photoprotection through predictive models, predicting laser treatment outcomes, advancements in phototherapy devices, optimizing laser hair removal, and innovations in dermatological diagnosis.

Conclusions. Aesthetic medicine can benefit from AI techniques, such as convolutional neural networks, image processing, machine learning, and data mining. These techniques offer new possibilities for optimizing

diagnosis and treatment. This systematic review provides an overview of the current role of AI in aesthetic medicine and highlights its potential for future development in this field.

Keywords. Electromagnetic radiation. Nd:YAG laser. Lasertherapy. Low-level laser therapy · LLLT. Photobiomodulation. Phototherapy. Photoprotection. Sun protection. Epilation. Dermatology. Diagnosis. Machine learning. Artificial intelligence.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda por optimizar la práctica clínica en medicina estética, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una herramienta prometedora para el diagnóstico y tratamiento de condiciones cutáneas y procedimientos estéticos. En este contexto, técnicas como las redes neuronales convolucionales, el procesamiento de imágenes, el aprendizaje automático y la minería de datos se han vuelto esenciales para el desarrollo de nuevos dispositivos biomédicos.

El procesamiento de imágenes permite analizar y manipular imágenes digitales para extraer información útil. En medicina estética, ayuda a detectar cambios sutiles en la piel, como variaciones en textura o color, facilitando el diagnóstico y seguimiento del paciente [1]. Las redes neuronales convolucionales son algoritmos diseñados para interpretar imágenes, con la capacidad de aprender automáticamente a reconocer características específicas, contribuyendo al diagnóstico de afecciones cutáneas [2]. También se esperan nuevas aplicaciones de la IA a la ecografía cutánea para el diagnóstico y seguimiento de complicaciones en materiales de relleno.

El aprendizaje automático desarrolla modelos predictivos a partir de datos clínicos, permitiendo personalizar tratamientos y mejorar resultados [3]. Por su parte, la minería de datos identifica patrones y relaciones relevantes en grandes bases de datos, ayudando a detectar tendencias, asociaciones clínicas y pronósticos [4].

La energía electromagnética es un fenómeno físico en el que la energía se transmite a través de campos eléctricos y magnéticos que interactúan entre sí y se propagan en el espacio en forma de ondas. Este fenómeno abarca un espectro, que inicia con las ondas de radio y microondas hasta los rayos gamma, pasando por la luz visible y los rayos X. Se aplica en medicina por su capacidad de interactuar con tejidos biológicos, produciendo efectos como

calentamiento, estimulación celular o modulación de procesos.

En conjunto, estas tecnologías representan un avance importante para la medicina estética. Esta revisión sistemática analiza la evidencia actual para ofrecer una visión integral del papel de la IA en la práctica clínica y su proyección futura.

MATERIALES Y MÉTODO

Se tomaron las pautas del consenso PRISMA 2020 para la elaboración de esta revisión sistemática [5]. Una vez determinada la pregunta PICO se realizó la búsqueda de los correspondientes términos MeSH (*Medical Subject Headings*) de Medline. Se determinó la estrategia de búsqueda en base a los siguientes descriptores: ("Machine Learning" OR "Artificial Intelligence") AND ("Electromagnetic Radiation" OR "Radio Waves" OR "Radiofrequency Therapy" OR Lasers OR "Laser Therapy" OR "Low-Level Light Therapy" OR Light OR "Intense Pulsed Light Therapy" OR Phototherapy) AND (Esthetic OR "Plastic Surgery" OR "Plastic Surgery Procedures" OR Dermatology).

Se realizó la búsqueda en las 5 principales bases de datos médicos: PubMed, Web of Science, Scopus, Embase, Scielo. Se encontraron 812 resultados y se procedió a descargar el archivo RIS (*Research Information Systems*, sistema de información de investigación) e importarlo en la herramienta Rayyan para realizar la clasificación de los artículos [6]. Se encontraron 135 duplicados, que fueron descartados y se definieron los siguientes criterios de elegibilidad para responder la pregunta de investigación (Figura 1).

Criterios de inclusión

1. Estudios que investiguen el uso de cualquier fuente de energía electromagnética en la que se involucre el uso de IA como parte del diagnóstico o trata-

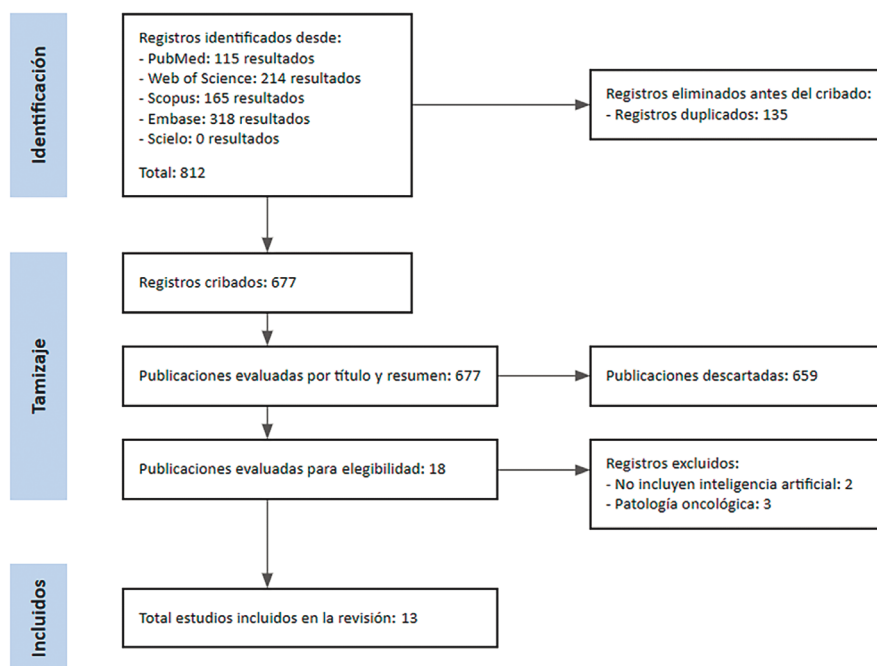


Figura 1. Diagrama de flujo sobre el proceso de búsqueda y selección PRISMA.

miento corporal y/o facial en medicina estética o especialidades médicas relacionadas.

2. Artículos publicados en revistas revisadas por pares.
3. Se aceptan publicaciones de cualquier año.

Criterios de exclusión

1. Poblaciones menores de 18 años.
2. Investigaciones que no proporcionen información relevante para la evaluación de usabilidad, seguridad, diagnóstico o resultados de los tratamientos.
3. Publicaciones no disponibles en texto completo.
4. Publicaciones en idioma diferente al inglés o español.
5. Publicaciones referentes a patologías exclusivamente oncológicas.
6. Publicaciones referentes a patología quirúrgica.
7. Publicaciones referentes a patologías no tratables por medicina estética.

Se llevó a cabo un proceso de revisión ciega entre 2 médicos, basado en el título y el resumen, disminuyendo así el riesgo de que la selección no fuera exhaustiva. En esta etapa se eligieron 18 artículos. Posteriormente, se realizó una lectura completa de cada uno y se excluyeron 5 que no cumplían con los criterios de elegibilidad, ya fuera

por no abordar procesos de IA o por centrarse en patología oncológica. Finalmente, se incluyeron 13 artículos en esta revisión sistemática.

Se extrajeron y clasificaron datos relevantes de los estudios incluidos según su contenido, tipo de terapia y características de publicación. Se evaluó la calidad de los estudios según su naturaleza, y debido a su heterogeneidad y la falta de datos suficientes, el análisis fue cualitativo. Los estudios se compararon para identificar patrones comunes. No se identificaron consideraciones éticas, ya que se trabajó exclusivamente con datos de investigaciones previamente publicadas.

RESULTADOS

De los 13 artículos seleccionados, 4 eran cartas al editor, utilizadas comúnmente para introducir temas innovadores antes del registro de patentes o como declaración preliminar de relevancia. Además, se identificó una patente registrada en la comunidad europea; sin embargo, es probable que otras estén aún en trámite, lo que explicaría su ausencia en esta búsqueda. Los 8 artículos restantes incluyen 6 estudios originales que detallan el desarrollo de tecnologías de IA aplicadas a dispositivos de energía electromagnética, describiendo sus características, resultados y limitaciones, y 2 son revisiones de literatura. La Tabla I resume sus principales características.

AUTOR	PAÍS	AÑO	TIPO DE PUBLICACIÓN	INTENCIÓN DEL DISPOSITIVO / TECNOLOGÍA
Shim, Lim & Park ⁷	Corea	2019	Carta al editor	Predictivo para mejorar la fotoprotección.
Zaino <i>et al</i> ⁸	Estados Unidos	2024	Carta al editor	Predicción de resultados del láser Nd:YAG 1064 nm.
Elder <i>et al</i> ¹⁶	Estados Unidos	2021	Carta al editor	Mejorar resultados de la depilación láser.
Mancha & Filipe ¹⁰	Portugal	2023	Carta al editor	Mejorar los resultados de la fototerapia.
Dijkstra <i>et al</i> ^P	Holanda	2022	Patente	Registro de un nuevo dispositivo/tecnología. Terapia electromagnética con fuentes de 100 a 1600 nm.
Pai <i>et al</i> ⁴	India	2022	Artículo original	Mejorar resultados de la depilación láser.
Sharifa <i>et al</i> ¹¹	Irlanda	2017	Artículo original	Mejorar los resultados de la fototerapia.
Avsar & Yetik ¹⁵	Turquía	2015	Artículo original	Mejorar los resultados de la depilación láser.
Phan <i>et al</i> ¹²	Corea	2023	Artículo original	Mejorar la terapia láser de bajo nivel (LLLT).
Yang <i>et al</i> ¹³	Taiwán	2023	Artículo original	Mejorar resultados de fototerapia.
Urban <i>et al</i> ⁷	Estados Unidos	2021	Artículo original	Mejorar el diagnóstico de la tomografía de coherencia óptica en alopecia.
Mehrabi <i>et al</i> ¹⁸	Estados Unidos	2021	Revisión de literatura	Análisis y diagnóstico de la microscopía confocal de reflectancia en piel.
Lunter <i>et al</i> ⁹	Alemania, Austria, Hungría, Francia	2022	Revisión de literatura	Diagnóstico de la piel con espectroscopia Raman.

Tabla I. Caracterización de los artículos escogidos para la revisión.

Mejora de la fotoprotección mediante modelos predictivos

Es ampliamente reconocida la importancia del uso de protectores solares para prevenir quemaduras cutáneas y distintos tipos de cáncer de piel. El objetivo principal de estos productos es evitar la sobreexposición a los rayos UVA (320 – 400 nm) y UVB (280 – 320 nm), para los cuales existen escalas específicas de fotoprotección: PA (grado de protección UVA) y SPF (factor de protección solar UVB). Con el fin de mejorar la capacidad de predicción del SPF y del PA, se desarrolló un modelo basado en *machine learning* (aprendizaje automático) que incorpora cuatro factores relacionados con la formulación de los protectores solares: presencia de pigmentos, cantidad de dióxido de titanio, tipo de formulación y tipo de producto. El análisis subsiguiente de estos factores permitió aumentar tanto la velocidad como el rango de predicción del SPF y el PA. Habitualmente, la evaluación *in vivo* del SPF o del PA puede tardar entre dos horas y tres días; sin embargo, este nuevo modelo logra predecir los resultados para más de

1000 fórmulas en menos de un minuto. De acuerdo con el autor, esta herramienta representa una forma rápida y rentable de desarrollar nuevas fórmulas de protección solar [7].

Predicción de resultados del láser Nd:YAG 1064 nm

En este estudio se plantea que observar la respuesta de pacientes con rosácea tratados con láser Nd:YAG de 1064 nm resulta complejo, ya que la percepción del eritema por parte del paciente no siempre coincide con la del dermatólogo. Para evaluar los cambios en el eritema, se utilizaron dos sistemas de análisis facial que proporcionan datos cuantitativos de la piel (VISIA®, Canfield Scientific Inc. Parsippany, NJ, EE. UU.) y (AI Skincare®, Perfect Corporation, Taipei, Taiwán). Ambos dispositivos lograron captar cambios en las zonas afectadas por la rosácea a las seis semanas. No obstante, la varianza en la puntuación fue mayor con el sistema VISIA®, lo que sugiere una mayor sensibilidad. Sin embargo, su tamaño y costo son considerablemente más altos en comparación con el

sistema portátil de IA. Por ello, los autores concluyen que el uso de un sistema integrado en un teléfono móvil puede resultar más práctico para los médicos, aunque existe una fuerte correlación positiva entre ambos dispositivos, lo que respaldaría su uso complementario [8].

Avances en dispositivos de fototerapia

Bajo este epígrafe se analizan 5 estudios que abordan innovaciones en dispositivos de fototerapia, resaltando el papel clave que desempeña la IA en la actualidad.

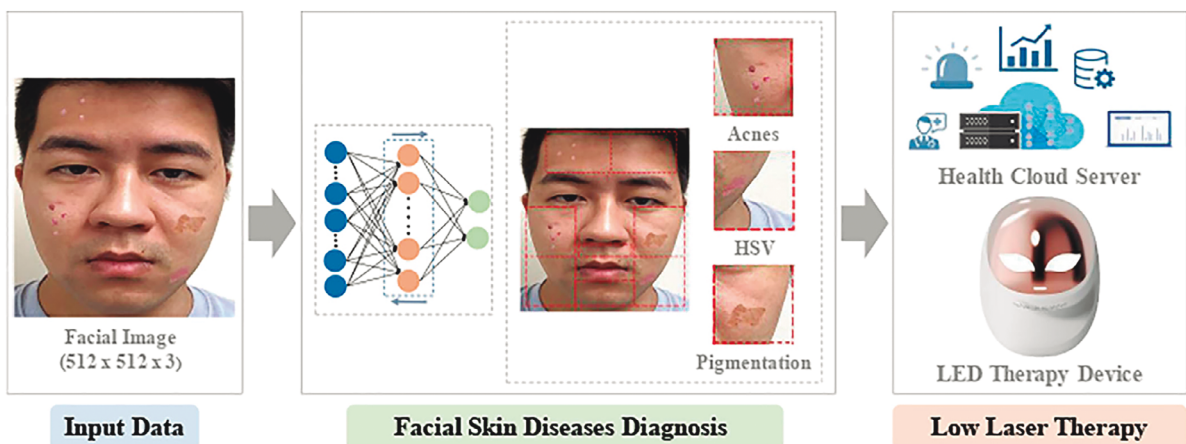
El primer documento, presentado por Dijkstra *et al* (2022), introduce una patente que describe un sistema de terapia con luz diseñado para ofrecer un tratamiento lumínico preciso y personalizado mediante IA. Este sistema incorpora una cámara y sensores que recopilan datos del cuerpo del paciente, como temperatura y flujo sanguíneo, así como un direccionador de luz que utiliza algoritmos de procesamiento de imágenes para aplicar la terapia sobre áreas específicas del cuerpo. El dispositivo puede emplear diversas fuentes de luz, entre ellas terapia lumínica LED, terapia láser de bajo nivel de potencia o fotobiomodulación (*low-level light therapy*, LLLT) y terapia fotodinámica, abarcando un espectro electromagnético de tratamiento entre 100 y 1600 nm de longitud de onda [9].

La carta al editor, presentada por Mancha y Filipe (2023), subraya el potencial de la IA para personalizar la fototerapia. Las dosis de radiación UVA y UVB varían según la indicación clínica, siendo los usos más comunes en patologías como psoriasis, dermatitis atópica, vitiligo, prurigo y esclerosis cutánea. Los autores proponen desarrollar

algoritmos de IA capaces de analizar datos del paciente, como el fototipo de piel, para calcular la dosis mínima eritematosa y así optimizar los protocolos de fototerapia. El principal beneficio sería reducir la exposición de la piel sana a la radiación UV, lo que podría disminuir el riesgo de cáncer cutáneo a largo plazo [10].

Por otro lado, Sharifa *et al* (2017) presentan un estudio original que aborda la predicción de eventos adversos durante tratamientos con fototerapia UVB de banda estrecha (*narrow band*, NB-UVB). Aplicando técnicas de minería de datos, los autores identifican características relevantes en registros de tratamientos anteriores y utilizan algoritmos de clasificación para predecir la aparición de eventos adversos. El estudio empleó información de 29.836 sesiones en 897 pacientes tratados desde 2003, lo que permitió entrenar el modelo de IA. Finalmente, los autores proponen incorporar atributos clave actualmente ausentes en los datos, como el índice de área y severidad de psoriasis (PASI, *Psoriasis Area and Severity Index*) y el índice de calidad de vida dermatológica (DLQI, *Dermatology Life Quality Index*), con el fin de mejorar la precisión del modelo [11].

Phan *et al* (2023), por su parte, proponen un sistema de terapia láser de bajo nivel asistido por IA, que emplea una red neuronal para segmentar problemas dermatológicos. Este sistema se integra con una plataforma de Internet de las Cosas Médicas (IoMT) para el seguimiento y la gestión remota (Figura 2). Los resultados experimentales fueron positivos, demostrando la capacidad del sistema para segmentar con precisión las afecciones cutáneas del rostro y aplicar automáticamente el tratamiento más adecuado [12].



The overview of the smart low level laser therapy system.

Figura 2. Sistema inteligente para el diagnóstico facial de alteraciones dermatológicas y la aplicación de LLLT.

Tomado de Phan *et al* (2023)¹².

Por último, Yang *et al* (2023) investigaron el uso de IA para predecir la eficacia del tratamiento de hiperpigmentaciones faciales a partir de fotografías de pretratamiento. En su estudio, entrenaron una red neuronal convolucional para identificar características clave en las imágenes de los pacientes y desarrollar un algoritmo predictivo. Se recopilaron 264 paquetes de imágenes pretratamiento mediante el dispositivo VISIA®. Los resultados muestran que el algoritmo logró segmentar y filtrar las imágenes, extrayendo características relevantes de la piel. No obstante, la precisión de validación fue limitada, debido principalmente al tamaño reducido de la muestra y al uso exclusivo de imágenes en fototipos III y IV [13].

Optimización de la depilación láser

Pai *et al* (2022) evaluaron la eficacia del láser diodo de 810 nm en la población india, utilizando un método de estimación postratamiento mediante procesamiento de imágenes. Este sistema detecta las estructuras pilosas a través de un negativo de la imagen, lo cual permite segmentar únicamente las zonas deseadas; posteriormente, se realiza un conteo de los píxeles y se obtiene una medida objetiva de la longitud y el grosor de las unidades pilosas. Se analizaron distintas zonas del cuerpo, como las patillas, el cuello, las axilas y las mejillas. Gracias a este modelo de procesamiento de imágenes, fue posible cuantificar y objetivar la reducción del vello en varias regiones corporales [14].

Uno de los problemas reportados en los tratamientos con láser de depilación es el tamaño del punto objetivo (*spot size*); cuanto mayor es, más rápido se realiza el procedimiento, pero también aumenta el riesgo de dañar la piel circundante. En este contexto, Avsar y Yetik (2015) desarrollaron un sistema asistido por computadora para la depilación láser de punto pequeño, con el objetivo de reducir la dependencia del operador y acelerar el proceso. El algoritmo fue entrenado para reconocer estructuras lineales (pelos). Concluyeron que existe viabilidad en este enfoque para dirigir el láser con precisión hacia las áreas con vello, minimizando los efectos adversos en la piel adyacente; sin embargo, el modelo aún requiere mayor entrenamiento [15].

Finalmente, Elder *et al* (2021) abordaron el uso de la robótica para optimizar la depilación láser, destacando las ventajas potenciales de los dispositivos de escaneo automatizado, como la reducción en la duración de los pulsos y la uniformidad en la aplicación de energía. Este enfoque ofrece la posibilidad de ampliar la cobertura en áreas tratadas, especialmente en superficies cutáneas curvas o inclinadas [16].

Innovaciones en el diagnóstico dermatológico

Se han desarrollado herramientas que emplean IA para mejorar el diagnóstico dermatológico en diversas áreas. Urban *et al* (2021) entrenaron una red neuronal convolucional para contar automáticamente los folículos pilosos mediante tomografía de coherencia óptica para estimar su densidad, lo cual podría facilitar la evaluación de la efectividad de tratamientos para la alopecia. Aunque el sistema demostró una mayor eficiencia temporal en comparación con la lectura humana, presentó una tasa relativamente alta de falsos positivos y negativos. Los autores describieron que uno de los principales retos a futuro será la inclusión de la predicción de la fase de crecimiento del pelo, así como una mayor precisión en la diferenciación de las distintas unidades foliculares [17].

Mehrabi *et al* (2021), en su revisión de literatura, abordaron el estado actual de la IA en el análisis y diagnóstico mediante microscopía confocal de reflectancia. Destacaron su capacidad para identificar la textura de la piel y la organización de los queratinocitos en el envejecimiento cutáneo. Estas características pueden ser analizadas mediante procesamiento de imágenes y técnicas de *machine learning*. Encontraron que existe una asociación entre pacientes jóvenes y la presencia de queratinocitos regulares, con mínima variabilidad en tamaño y forma, formando una estructura en panal de abejas. Por el contrario, en pacientes mayores se observó una mayor irregularidad en el número y la morfología de los queratinocitos. Finalmente, las áreas expuestas al sol mostraron un 22% más de irregularidades, asociadas tanto al envejecimiento cutáneo como a un mayor riesgo de cáncer de piel [18].

Lunter *et al* (2022) revisaron el uso de la espectroscopía Raman en dermatología, resaltando su utilidad para el estudio de la hidratación de la piel, los cambios químicos inducidos por la exposición solar y la penetración de medicamentos (*drug delivery*). El artículo señala que los avances en aprendizaje automático permitirán desarrollar herramientas para el procesamiento eficiente de los datos obtenidos mediante esta técnica, ampliando su aplicación en el diagnóstico dermatológico [19].

DISCUSIÓN

El método más estudiado y discutido actualmente es el procesamiento de imágenes [1]. Estas imágenes pueden ser obtenidas mediante cámaras, dermatoscopios, tomografía, resonancia magnética o radiografías. A través de este método, se analizan y extraen características sutiles de las imágenes, como cambios en la textura, el color o la morfología. En el caso de la piel, esto puede incluir

lesiones pigmentadas, cambios de color y número de pelos, o alteraciones de la textura cutánea. Estos algoritmos pueden ser entrenados con grandes conjuntos de imágenes preexistentes, lo que mejora su capacidad para detectar y clasificar distintas afecciones dermatológicas. A este enfoque se suman las redes neuronales convolucionales, un tipo de IA especialmente adecuada para el análisis de imágenes. Estas redes son capaces de aprender características complejas y reconocer patrones específicos que pueden ser indicativos de ciertas enfermedades cutáneas [2].

El aprendizaje automático también se ha utilizado para desarrollar modelos predictivos de la eficacia de tratamientos como la fototerapia, la depilación láser o la fotoprotección. Estos modelos se basan en datos clínicos y características individuales del paciente para intentar predecir la respuesta terapéutica, apoyar la toma de decisiones clínicas y acelerar el desarrollo de nuevas fórmulas de protección solar [3]. Asimismo, se han empleado técnicas avanzadas de análisis, como la minería de datos, para extraer información útil de grandes bases clínicas. Estas herramientas permiten identificar patrones emergentes, descubrir nuevas asociaciones entre variables clínicas y pronosticar resultados terapéuticos [4]. Por ello, integrar datos de múltiples fuentes como imágenes, antecedentes médicos, escalas clínicas o factores de riesgo puede ofrecer una evaluación más completa y personalizada de la eficacia de los tratamientos.

Los modelos de *machine learning* entrenados con datos clínicos de los pacientes podrían anticipar los resultados terapéuticos, favoreciendo así una mayor personalización de los procedimientos láser con mejor optimización de los resultados clínicos. El uso de dispositivos láser con tamaños de punto más pequeños, junto con técnicas asistidas por computadora, se está aplicando para mejorar tanto la eficacia como la seguridad de la depilación láser, permitiendo dirigir con precisión la energía hacia las zonas pilosas y minimizando los efectos secundarios sobre la piel circundante [15]. Esto podría traducirse en tratamientos más rápidos y seguros.

No obstante, es importante considerar las limitaciones de cada método de IA. Si bien las redes neuronales convolucionales y el procesamiento de imágenes han demostrado ser eficaces en la detección de características dermatológicas, aún existen desafíos en cuanto a su interpretación clínica y su capacidad de generalización a poblaciones diversas. Por ejemplo, si un modelo es entrenado únicamente con imágenes de pacientes con fototipos IV y V, no se esperaría un buen rendimiento en fototipos más claros. Además, la integración de datos clínicos en modelos predictivos plantea retos éticos y de privacidad que deben abordarse de manera rigurosa (Figura 3) [20]. Por lo tanto, se requiere una colaboración interdisciplinaria entre médicos y científicos de datos para maximizar el potencial de la IA en medicina estética y garantizar su aplicación segura y efectiva en la práctica clínica [21].

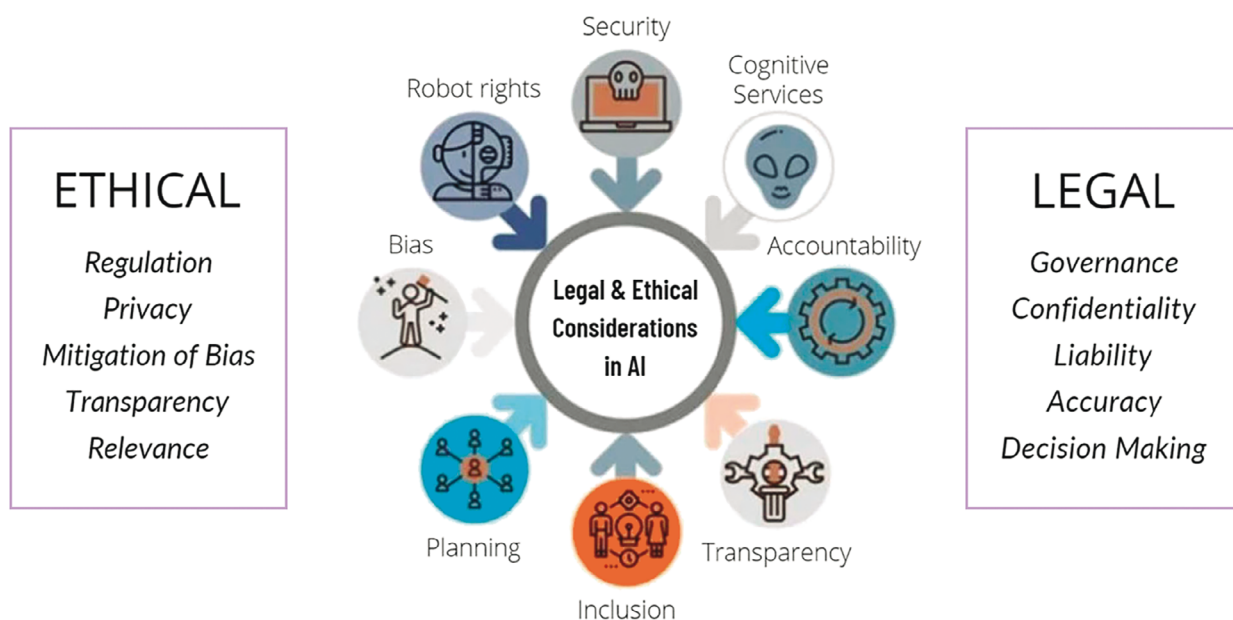


Figura 3. Aspectos éticos y legales implicados en el uso de la IA en medicina. Tomado de Naik *et al* (2022)²⁰.

CONCLUSIONES

Los avances en el procesamiento de imágenes, las redes neuronales convolucionales, el aprendizaje automático y la minería de datos están permitiendo mejoras significativas en la precisión, personalización y eficacia tanto en el diagnóstico como en los tratamientos en medicina estética.

El uso de algoritmos de procesamiento de imágenes y redes neuronales convolucionales ha demostrado ser especialmente eficaz para la detección rápida de características clave de la piel, acelerando el proceso de evaluación y seguimiento de los pacientes. Por otro lado, los modelos predictivos, basados en aprendizaje automático, están revolucionando la selección y administración de tratamientos al integrar datos clínicos y de imágenes. Estos modelos pueden predecir la eficacia terapéutica y apoyar la toma de decisiones clínicas, lo que conduce a una atención más personalizada y efectiva. Asimismo, la minería de datos facilita una comprensión más profunda de los patrones y tendencias en los datos clínicos, con

importantes implicaciones para la investigación futura y el desarrollo de nuevas terapias.

No obstante, es fundamental reconocer los desafíos y limitaciones existentes, que incluyen la interpretación clínica de los resultados, la generalización de los modelos a diferentes poblaciones y la garantía de la privacidad y seguridad de los datos de los pacientes.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Rosa Meiriño por su colaboración en la selección de artículos y la revisión de este trabajo.

DECLARACIÓN

El autor declara que no tiene conflictos de interés que puedan influir en los resultados presentados ni en las conclusiones obtenidas en este trabajo. Además, este estudio no ha recibido financiación externa de ninguna fuente, y ha sido realizado únicamente con recursos internos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1). Valente J, António J, Mora C, Jardim S. Developments in Image Processing Using Deep Learning and Reinforcement Learning. *J Imaging*. 2023 Sep 30;9(10):207. <https://doi.org/10.3390/jimaging9100207>
- (2). Wang P, Qiao J, Liu N. An Improved Convolutional Neural Network-Based Scene Image Recognition Method. *Comput Intell Neurosci*. 2022 Jun 29;2022:3464984. <https://doi.org/10.1155/2022/3464984>
- (3). Haug CJ, Drazen JM. Artificial Intelligence and Machine Learning in Clinical Medicine, 2023. *N Engl J Med*. 2023 Mar 30;388(13):1201-1208. <https://doi.org/10.1056/NEJMra2302038>
- (4). Subrahmanya SVG, Shetty DK, Patil V, Hameed BMZ, Paul R, Smriti K, Naik N, Somani BK. The role of data science in healthcare advancements: applications, benefits, and future prospects. *Ir J Med Sci*. 2022 Aug;191(4):1473-1483. <https://doi.org/10.1007/s11845-021-02730-z>
- (5). Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *J Clin Epidemiol*. 2021 Jun;134:178-189. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001>
- (6). Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016 Dec 5;5(1):210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- (7). Shim J, Lim JM, Park SG. Machine learning for the prediction of sunscreen sun protection factor and protection grade of UVA. *Exp Dermatol*. 2019 Jul;28(7):872-874. <https://doi.org/10.1111/exd.13958>

- (8). Zaino ML, Pixley JN, Kontzias C, Feldman SR, McMichael AJ, Taylor S. Using Facial Skin Analysis to Capture Rosacea Patients' Response to Vascular Laser Therapy-A Single-Center Prospective Study. *J Cutan Med Surg*. 2024 Jan-Feb;28(1):69-71. <https://doi.org/10.1177/12034754231211340>
- (9). Dijkstra A, Knight JJ, Kim J, Zhang Y, Xu D, inventors. System and method for providing light therapy to a user body. European Patent Application. Amstelveen, Netherlands patent. 2022.
- (10). Mancha D, Filipe P. Phototherapy in the artificial intelligence era. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2023 Sep;39(5):538-539. <https://doi.org/10.1111/phpp.12890>
- (11). Sharifa M, Huang BQ, Kechadi M. Use of Data Mining Techniques to Predict Short Term Adverse Events Occurrence in NB-UVB Phototherapy Treatments. *International Journal of Machine Learning and Computing*. April 2018;8(2):104-111. <https://doi.org/10.18178/ijmlc.2018.8.2.671>
- (12). Phan DT, Ta QB, Ly CD, Nguyen CH, Park S, Choi J, Se HO, Oh J. Smart Low Level Laser Therapy System for Automatic Facial Dermatological Disorder Diagnosis. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2023 Mar;27(3):1546-1557. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2023.3237875>
- (13). Yang TT, Ma CW, Jhou JW, Chen YT, Lan CE. Response predictor for pigment reduction after one session of photo-based therapy using convolutional neural network: A proof of concept study. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2023 Sep;39(5):498-505. <https://doi.org/10.1111/phpp.12891>
- (14). Pai SB, Suvarna P, Shetty VM, Pathan S. Efficacy of 810 nm diode laser in hair reduction in Indian subpopulation using a novel Gabor filter-based detection software and hair algorithm. *J Cosmet Dermatol*. 2022 Mar;21(3):1004-1012. <https://doi.org/10.1111/jocd.14671>
- (15). Avsar M, Yetik IS. Hair region localization with optical imaging for guided laser hair removal. 2015 IEEE 12th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI). 2015:1411-1414. <https://doi.org/10.1109/ISBI.2015.7164140>
- (16). Elder A, Ring C, Heitmiller K, Gabriel Z, Saedi N. The role of artificial intelligence in cosmetic dermatology-Current, upcoming, and future trends. *J Cosmet Dermatol*. 2021 Jan;20(1):48-52. <https://doi.org/10.1111/jocd.13797>
- (17). Urban G, Feil N, Csuka E, Hashemi K, Ekelem C, Choi F, Mesinkovska NA, Baldi P. Combining Deep Learning With Optical Coherence Tomography Imaging to Determine Scalp Hair and Follicle Counts. *Lasers Surg Med*. 2021 Jan;53(1):171-178. <https://doi.org/10.1002/lsm.23324>
- (18). Mehrabi JN, Baugh EG, Fast A, Lentsch G, Balu M, Lee BA, Kelly KM. A Clinical Perspective on the Automated Analysis of Reflectance Confocal Microscopy in Dermatology. *Lasers Surg Med*. 2021 Oct;53(8):1011-1019. <https://doi.org/10.1002/lsm.23376>
- (19). Lunter D, Klang V, Kocsis D, Varga-Medveczky Z, Berkó S, Erdő F. Novel aspects of Raman spectroscopy in skin research. *Exp Dermatol*. 2022 Sep;31(9):1311-1329. <https://doi.org/10.1111/exd.14645>
- (20). Naik N, Hameed BMZ, Shetty DK, Swain D, Shah M, Paul R, Aggarwal K, Ibrahim S, Patil V, Smriti K, Shetty S, Rai BP, Chlosta P, Somani BK. Legal and Ethical Consideration in Artificial Intelligence in Healthcare: Who Takes Responsibility? *Front Surg*. 2022 Mar 14;9:862322. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.862322>
- (21). Alcolea López JM. La inteligencia artificial en medicina estética. Actualidad y perspectivas. *Medicina Estética*. 2024;80(3):7-10. <https://doi.org/10.48158/MedicinaEstetica.080.E>