

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA**

Título de la investigación:

**“Análisis de la aplicación de inteligencia artificial en la detección y diagnóstico del
cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma en el período 2020 - 2025”**

Nombre de la estudiante:

Laura Yanitza Argüello Calderón

Tutor:

Dr. Giancarlo Jiménez Alfaro

Sede Aranjuez

Julio, 2026

I. Resumen

El cáncer de piel constituye una de las neoplasias malignas más frecuentes a nivel mundial y representa un importante problema de salud pública debido a su creciente incidencia. Se clasifica principalmente en melanoma y cáncer de piel no melanoma, incluyendo el carcinoma basocelular y el carcinoma de células escamosas. La detección temprana resulta fundamental para mejorar el pronóstico, reducir la morbilidad y aumentar la supervivencia de los pacientes. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta innovadora para optimizar el diagnóstico mediante el análisis automatizado de imágenes clínicas y dermatoscópicas.

El objetivo de esta investigación fue analizar la evidencia científica sobre la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial en el diagnóstico precoz y la clasificación de lesiones sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, determinando su impacto en la precisión y eficiencia diagnóstica.

Se realizó una revisión bibliográfica con integración de elementos cualitativos y cuantitativos. La búsqueda se efectuó en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Springer Link, Scielo, Google Scholar, incluyendo estudios publicados entre 2020 y 2025. Los artículos fueron seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos y posteriormente sometidos a evaluación crítica de la evidencia científica.

Los resultados evidenciaron un crecimiento significativo de las investigaciones relacionadas con inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del cáncer de piel. Los algoritmos más utilizados fueron las redes neuronales convolucionales (CNN), modelos de aprendizaje profundo, aprendizaje por transferencia y transformadores de visión, entrenados principalmente con bases de datos internacionales como ISIC y HAM10000. Diversos estudios reportaron precisiones diagnósticas superiores al 90%, alcanzando en algunos casos valores cercanos al 98%. Asimismo, se observó que la combinación de inteligencia artificial con la valoración médica mejora el rendimiento diagnóstico en comparación con la evaluación clínica aislada.

Entre los principales beneficios identificados destacan la detección temprana de lesiones malignas, la reducción de la variabilidad diagnóstica, el apoyo a la toma de decisiones clínicas, el fortalecimiento de la teledermatología y la ampliación del acceso a servicios especializados. Sin embargo, persisten limitaciones relacionadas con la heterogeneidad de los estudios, la calidad y representatividad de los estudios, la calidad y representatividad de las bases de datos, la validación externa de los modelos y los desafíos éticos y regulatorios asociados a su implementación.

Se concluye que la inteligencia artificial constituye una herramienta complementaria con alto potencial para mejorar el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma. Su integración responsable con el criterio clínico puede contribuir a diagnósticos más precisos, oportunos y accesibles, favoreciendo mejores resultados en la atención de los pacientes.

Palabras clave: *Inteligencia artificial, cáncer de piel, melanoma, cáncer de piel no melanoma, aprendizaje profundo, redes neuronales convolucionales precisión diagnóstica.*

II. Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, primero por permitirme llegar hasta aquí, brindarme salud, guía y fortaleza a lo largo de este camino; gracias por el entendimiento y los conocimientos necesarios para mi desarrollo personal. Sin su guía, no estaría en el lugar en que me encuentro.

Extiendo mi gratitud al Dr. Giancarlo Jiménez, tutor del presente trabajo final de graduación, por su invaluable guía, orientación, tiempo, paciencia y apoyo durante el proceso de investigación. Gracias por su compromiso y conocimiento, fundamentales para la elaboración de este estudio. También agradezco al Dr. Marco Calderón, director de la carrera de Medicina y Cirugía, por su importante guía durante la carrera; al Dr. Edwin Jiménez, quien fue subdirector de la carrera y a la Dra. Bárbara Trellez, integrante del equipo de investigación de la facultad.

A mis padres, Alina y Alberto, quienes han estado conmigo en cada etapa de este camino, brindándome su guía, amor, sabiduría, sacrificio y apoyo inquebrantable. A ellos les debo gran parte de lo que soy y de lo que quiero llegar a ser. Agradezco a mis hermanos, Gabriel y Alberto, por su compañía y respaldo incondicional.

De igual manera, expreso mi gratitud a mis abuelos, tías y primos, cuyo cariño y motivación han sido fundamentales en este proceso; a mi psicóloga, Marcela, por su conocimiento, clave en la realización de este trabajo; y, finalmente, a mis amigos, por su apoyo incondicional, comprensión y amistad, pilares en los momentos más desafiantes.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Laura.

III. Dedicatoria

Con profunda gratitud y respeto, dedico este trabajo final de graduación, en primer lugar, a Dios, mi fortaleza y guía en cada paso de este camino. Le agradezco por brindarme salud, sabiduría y perseverancia, así como la certeza de que todo esfuerzo tiene su recompensa. Aun en los momentos más difíciles, nunca me abandonó.

A mi madre, Alina, mujer excepcionalmente fuerte cuya fe inquebrantable ha sido un pilar en mi vida. Sus oraciones constantes han sido fuente de mi fortaleza, y su amor incondicional, apoyo y sacrificio han hecho posible que llegue hasta aquí. Gracias por brindarme cada oportunidad y las herramientas para este logro.

A mi padre, Alberto, quien, a pesar de la distancia, nunca ha dejado de estar presente. Su apoyo incondicional, guía, inspiración y aliento me han impulsado a superarme cada día. Gracias por nunca abandonarme.

A mis hermanos, Gabriel y Alberto, cuyo entusiasmo y aliento, a pesar de su corta edad, han sido una fuente de motivación para seguir adelante sin rendirme.

A mis abuelos, tías y primos, por su apoyo incondicional, oraciones y presencia constante. Gracias por no permitirme rendirme y siempre estar conmigo.

A mis amigos, por su compañía inquebrantable, ánimo en los momentos difíciles y por recordarme que nunca estoy sola. Su apoyo ha sido invaluable.

A todos ustedes, les dedico este trabajo con gratitud y amor, fruto de esfuerzo, constancia y compromiso.

Laura.

IV. Tabla de contenidos

1.3.1	Objetivo general.....	21
1.3.2	Objetivos específicos	21
1.5.1	Antecedentes nacionales	24
1.5.2	Antecedentes históricos e internacionales.....	26
2.1	Cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC).....	30
2.1.1	Definición general del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC).....	30
2.1.2	Definición y mecanismo principal del cáncer de piel tipo melanoma.....	31
2.1.3	Descripción y mecanismo principal del cáncer de piel tipo no melanoma (NMSC)	32
2.1.4	Descripción del carcinoma basocelular (CBC).....	32
2.1.5	Descripción del carcinoma de células escamosas o escamocelular (CCE o cSCC)	33
2.1.6	Factores de riesgo y causas principales del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC).....	34
2.1.7	Pronóstico e importancia del diagnóstico temprano del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)	36
2.2	Epidemiología del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)	36
2.2.1	Tasas de incidencia del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC).....	36
2.2.2	Tasas de supervivencia del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)	37
2.2.3	Tasas de mortalidad del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)	38
2.2.4	Epidemiología del cáncer de piel tipo melanoma.....	38
2.2.5	Epidemiología del cáncer de piel tipo no melanoma (NMSC).....	39

2.2.6 Incidencia del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC) en Costa Rica	39
2.3 Métodos tradicionales diagnósticos para el cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC).....	40
2.3.1 Dermatoscopia	41
2.3.2 Fotografía.....	42
2.3.3 Diagnóstico por imágenes no invasivo	43
2.3.4 Microscopia confocal de reflectancia (RCM).....	43
2.3.5 Espectroscopia de impedancia eléctrica (EIS).....	47
2.3.6 Histopatología.....	47
2.4 Herramientas clínicas y tecnológicas utilizadas en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma	48
2.5 Limitaciones y desafíos en la detección temprana del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.....	49
2.6 Aspectos importantes acerca de inteligencia artificial	49
2.6.1 Historia de inteligencia artificial en medicina	49
2.6.2 Definición de inteligencia artificial	50
2.6.3 Principios fundamentales de inteligencia artificial	51
2.7 Inteligencia artificial en imágenes dermatoscópicas	51
2.8 Inteligencia artificial como herramienta en medicina.....	52
2.8.1 Inteligencia artificial como herramienta para la población general (consumidores)	53
2.8.2 Inteligencia artificial como herramienta para médicos generales.....	54
2.8.3 Inteligencia artificial como herramienta para dermatólogos	55
2.8.4 Conjunto de datos ISBI - 2016	56

2.9 Principales modelos de inteligencia artificial aplicados en medicina dirigidos al cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma	57
2.9.1 Fotografía corporal total (TBP / FCT)	57
2.9.2 Microscopia confocal de reflectancia (RCM).....	58
2.9.3 Aprendizaje automático o automatizado (ML)	59
2.9.4 Aprendizaje profundo o deep learning (ADP o DL)	61
2.9.5 Modelo B0-B7 (EfficientNets B0-B7).....	62
2.9.6 Redes neuronales convolucionales (CNN)	62
2.9.7 Conjunto de datos HAM10000	63
2.9.8 Redes neuronales artificiales	67
2.9.9 Red convolucional preentrenada VGG16	67
2.9.10 Tomografía de coherencia óptica (OCT)	69
2.9.11 Tomografía de coherencia óptica confocal de campo (LC - OCT).....	69
2.9.12 Inteligencia artificial explicable (XAI).....	70
2.9.13 Aprendizaje por transferencia o transfer learning (TL)	71
2.9.14 Aprendizaje multimodal.....	71
2.9.15 Aprendizaje incremental (incremental learning).....	72
2.9.16 Transformadores de la visión o visión transformers (VIT).....	72
2.9.17 Aprendizaje supervisado	73
2.9.18 Aprendizaje no supervisado	73
2.9.19 Aprendizaje semisupervisado	74
2.9.20 Aprendizaje por refuerzo	74
2.10 Limitaciones de la inteligencia artificial en medicina dirigida al diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma	75
2.10.1 Formación exhaustiva	78
2.10.2 Calidad de imagen	78

2.10.3 Sesgo algorítmico y equidad en salud.....	79
2.10.4 Validación de modelos de inteligencia artificial	79
2.11 El camino hacia la implementación clínica de inteligencia artificial.....	80
2.11.1 Ampliación del acceso a la atención	80
2.11.2 Colaboración entre humanos y computadoras	80
2.12 Consideraciones éticas y legales.....	81
2.13 Investigación futura	81
CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO.....	83
3.1 Enfoque de la investigación.....	84
3.2 Tipo de investigación.....	84
3.3 Fuentes de información.....	84
3.4 Criterios de búsqueda.....	85
3.5 Criterios de inclusión y exclusión.....	87
3.6 Diagrama de flujo o algoritmo de búsqueda	87
3.7 Clasificación de los niveles de evidencia según Sackett	90
CAPÍTULO IV – DISCUSIÓN Y RESULTADOS	91
4.1 Análisis del objetivo 1.....	93
4.2 Análisis del objetivo 2.....	98
4.3 Análisis del objetivo 3.....	100
CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1 Conclusiones.....	104
5.1.1 Conclusiones del objetivo 1.....	104
5.1.2 Conclusiones del objetivo 2.....	105
5.1.3 Conclusiones del objetivo 3.....	107
5.2 Recomendaciones	109

5.2.1 Recomendaciones del objetivo 1.	109
5.2.2 Recomendaciones del objetivo 2.	110
5.2.3 Recomendaciones del objetivo 3.	111
CAPÍTULO VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
CAPÍTULO VII – ANEXOS	124
Anexo A. Clasificación de niveles de evidencia según Sackett.....	125
Anexo B. Carta de revisión filológica	146

V. Lista de tablas

Tabla 1. Principales factores implicados en el desarrollo de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.....	35
Tabla 2. Categorías de diagnóstico importantes en el ámbito de las lesiones pigmentadas .	66
Tabla 3. Desafíos y oportunidades de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel.....	76
Tabla 4. Desafíos de la inteligencia artificial en dermatología.....	78
Tabla 5. Tabla de criterios de búsqueda	86
Tabla 6. Criterios de inclusión y criterios de exclusión	87
Tabla 7. Clasificación de los niveles de evidencia según Sackett.....	90
Tabla 8. Análisis comparativo de desempeño diagnóstico de la inteligencia artificial.....	95

VI. Lista de figuras

Figura 1. Ilustración de los diferentes tipos de cáncer de piel.	30
Figura 2. Ejemplo de melanoma con un diámetro menor a 3 mm.	31
Figura 3. Principales estructuras dermatoscópicas del carcinoma basocelular.	33
Figura 4. Ejemplo de carcinoma de células escamosas.	34
Figura 5. Ilustración de la dermatoscopia de carcinomas basocelulares	42
Figura 6. Microscopia confocal de reflectancia de un carcinoma de células basales (CCE)	45
Figura 7. Melanoma cutáneo que surge dentro de un compuesto nevo melanocítico. Imagen por dermatoscopia y reflectancia confocal microscópica (RCM)	46
Figura 8. Ilustración de diferentes tipos de lesiones cutáneas dermatoscópicas	52
Figura 9. Inteligencia artificial en fotografía corporal total.	58
Figura 10. Sistema de tareas de clasificación, detección y segmentación aplicadas al análisis de imágenes dermatológicas	60
Figura 11. Esquema sintético que resumen las diferentes técnicas de aprendizaje automático, incluidos los modelos de aprendizaje profundo.	61
Figura 12. Categorías de cáncer de piel en el conjunto de datos	64
Figura 13. Ejemplos de las imágenes de lesiones en el conjunto de entrenamiento.	65
Figura 14. Arquitectura de la red convolucional VGG16	68
Figura 15. Gráfica de precisión y gráfica de función pérdida del modelo.	68
Figura 16. Visualización de inteligencia artificial explicable basada en una imagen dermatoscópica de un melanoma del archivo ISIC	71
Figura 17. Mapas de activación de clases para transformadores de visión	73
Figura 18. Diagrama de flujo o algoritmo de búsqueda	89

VII. Lista de gráficos

Gráfico 1. Sensibilidad de los artículos utilizados en la literatura.....	97
---	----

VIII. Lista de abreviaturas

▪ AAD.	American Academy of Dermatology (Academia Americana de Dermatología).
▪ ADN.	Ácido desoxirribonucleico.
▪ ADP.	Aprendizaje profundo (deep learning).
▪ AUC.	Área bajo la curva.
▪ BINASS.	Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social.
▪ CAD.	Diagnóstico asistido por computadora.
▪ CBC.	Carcinoma basocelular.
▪ CCE.	Carcinoma de células escamosas.
▪ CNN.	Redes neuronales convolucionales.
▪ cSCC.	Carcinoma de células escamosas.
▪ DANAOS.	Diagnóstico y neural análisis del cáncer de piel.
▪ DCNN.	Redes neuronales convolucionales profundas.
▪ DL.	Aprendizaje profundo (deep learning).
▪ DWT.	Transformación wavelet discreta.
▪ EE.UU.	Estados Unidos de América.
▪ EIS.	Espectroscopía de impedancia eléctrica.
▪ ELM.	Microscopía de epiluminiscencia.
▪ FCT.	Fotografía corporal total.
▪ FDA.	Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos.
▪ IA.	Inteligencia artificial.
▪ IARC.	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer.
▪ I-GWO.	Optimización de Lobo Gris Mejorado.
▪ IHQ.	Inmunohistoquímica.
▪ ISIC.	International Skin Imaging Collaboration.
▪ LC – OCT.	Tomografía de coherencia óptica confocal de campo lineal.
▪ LMM.	Lentigo maligno melanoma.
▪ MBE.	Medicina basada en la evidencia.
▪ ML.	Aprendizaje automático o automatizado (machine learning).

▪ NCI.	Instituto Nacional del Cáncer.
▪ NMSC.	Cáncer de piel no melanoma.
▪ NTR.	Registro Nacional de Tumores.
▪ OCT.	Tomografía de coherencia óptica.
▪ OMS.	Organización Mundial de la Salud.
▪ PRISMA.	Revisiones sistemáticas y metaanálisis.
▪ RCM.	Microscopía confocal de reflectancia.
▪ RUV.	Radiación ultravioleta.
▪ Scielo.	Scientific Electronic Library Online.
▪ SEER.	Programa de Vigilancia, Epidemiología y Resultados Finales.
▪ SIBDI.	Repositorio del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información.
▪ TBP.	Fotografía corporal total.
▪ TL.	Aprendizaje por transferencia (transfer learning).
▪ UCR.	Universidad de Costa Rica.
▪ UED.	Unión epidérmica.
▪ UIA.	Universidad Internacional de las Américas.
▪ UNIBE.	Universidad de Iberoamérica.
▪ UV.	Ultravioleta.
▪ VIT.	Transformadores de visión (visión transformers).
▪ VPH.	Virus del papiloma humano.
▪ VPP.	Valor predictivo positivo.
▪ XAI.	Inteligencia artificial explicable (explainable artificial intelligence).

CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la revisión bibliográfica, contextualizando la relevancia del estudio y su enfoque temático principal. Aborda la problemática que lo motiva, junto con el objetivo general y los objetivos específicos que lo orientan. Además, expone la justificación de su importancia, formula la pregunta de investigación y analiza los antecedentes más relevantes. De esta manera, se establecen las bases teóricas sólidas que sustentan el desarrollo de los capítulos posteriores.

1.1 Introducción

El cáncer de piel constituye una de las neoplasias malignas más frecuentes a nivel mundial y representa un importante problema de salud pública debido a su creciente incidencia. Histopatológicamente se clasifica en dos grandes grupos: melanoma y cáncer de piel no melanoma, que incluye principalmente el carcinoma basocelular y el carcinoma de células escamosas. Aunque el melanoma es menos frecuente, se caracteriza por una mayor agresividad y mortalidad, mientras que los cánceres de piel no melanoma presentan una incidencia más elevada y una menor tasa de mortalidad.

En Costa Rica, el cáncer de piel se encuentra entre las neoplasias más frecuentes. Según datos del Registro Nacional de Cáncer, el cáncer de piel no melanoma ocupa uno de los primeros lugares de incidencia, con un aumento sostenido durante las últimas décadas, especialmente en zonas con elevada exposición a radiación ultravioleta. Esta tendencia evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención, detección temprana y diagnóstico oportuno.

La detección precoz constituye uno de los factores más importantes para mejorar el pronóstico, reducir las complicaciones y aumentar la supervivencia de los pacientes. Sin embargo, los métodos diagnósticos convencionales dependen en gran medida de la experiencia clínica del profesional, lo que puede generar variabilidad diagnóstica. Aunque herramientas como la dermatoscopia, la microscopia confocal de reflectancia y otras técnicas de imagen han mejorado la evaluación de las lesiones cutáneas, persisten desafíos relacionados con la precisión diagnóstica, el acceso oportuno a especialistas y la disponibilidad de recursos en determinados entornos de atención.

En este contexto, la inteligencia artificial ha emergido como una herramienta innovadora con potencial para apoyar el diagnóstico del cáncer de piel mediante el análisis automatizado de imágenes clínicas y dermatoscópicas. Los avances en aprendizaje automático, aprendizaje profundo y redes neuronales convolucionales han permitido el desarrollo de algoritmos capaces de identificar y clasificar lesiones cutáneas con altos niveles de precisión, contribuyendo al fortalecimiento de la toma de decisiones clínicas y al acceso a servicios especializados.

Diversos estudios han demostrado que la integración de sistemas de inteligencia artificial con la evaluación médica puede mejorar la capacidad diagnóstica de los profesionales de salud, favorecer la detección temprana de lesiones malignas y optimizar la utilización de los recursos sanitarios. Asimismo, estas tecnologías presentan un importante potencial de aplicación en teledermatología y atención primaria, especialmente en regiones con disponibilidad limitada de especialistas.

No obstante, la implementación de la inteligencia artificial en la práctica clínica aún enfrenta desafíos relacionados con la calidad y representatividad de las bases de datos utilizadas para el entrenamiento de los algoritmos, la validación externa de los modelos, la transparencia de los procesos de decisión, la protección de los datos de los pacientes y los aspectos éticos y regulatorios asociados a su uso.

Por lo anterior, la presente revisión bibliográfica analiza la evidencia científica publicada entre 2020 y 2025 sobre la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial en el diagnóstico precoz y la clasificación de lesiones sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma. Asimismo, examina su impacto en la precisión diagnóstica.

1.2 Planteamiento del problema

El cáncer de piel constituye una de las enfermedades oncológicas más prevalentes a nivel mundial y ha experimentado un incremento sostenido durante las últimas décadas. En Costa Rica, representa un problema de salud pública en crecimiento, evidenciado por el aumento progresivo de casos diagnosticados anualmente. Según el Registro Nacional de Tumores, corresponde a una de las neoplasias malignas más frecuentes tanto a nivel nacional como internacional, afectando a hombres y mujeres por igual.

Dentro de sus variantes, el melanoma es considerado la forma más agresiva debido a su elevada capacidad de invasión y metástasis, por lo que el diagnóstico temprano y preciso resulta fundamental para mejorar el pronóstico y la supervivencia de los pacientes. La exposición a la radiación ultravioleta constituye su principal factor de riesgo. Sin embargo, a pesar de las estrategias de prevención y detección precoz implementadas en diversos países, persisten barreras que limitan el acceso oportuno a diagnósticos precisos, lo que repercute negativamente en la calidad de vida de los pacientes y en sus posibilidades de supervivencia.

La evaluación inicial de lesiones cutáneas sospechosas se basa generalmente en la inspección visual, complementada con iluminación y aumento adecuados. No obstante, este proceso depende en gran medida de la disponibilidad y experiencia de especialistas en dermatología, recurso que continúa siendo limitado en numerosas regiones. La dermatoscopia ha demostrado mejorar la precisión diagnóstica en comparación con la observación clínica convencional. Sin embargo, requiere entrenamiento especializado y presenta cierto grado de variabilidad interpretativa, lo que puede retrasar la identificación y referencia oportuna de lesiones potencialmente malignas.

En este escenario, la inteligencia artificial ha emergido como una herramienta prometedora para la detección y el diagnóstico del cáncer de piel. Los avances en aprendizaje automático y aprendizaje profundo han permitido desarrollar modelos capaces de analizar imágenes clínicas y dermatoscópicas con niveles de precisión comparables e incluso superiores a los reportados por dermatólogos experimentados en determinadas condiciones. Estos algoritmos, entrenados mediante grandes volúmenes de datos, tienen la capacidad de identificar patrones complejos y clasificar con mayor exactitud lesiones benignas y malignas.

La inteligencia artificial en dermatología no solo puede asistir a los médicos en el proceso diagnóstico, sino también brindar apoyo a los pacientes mediante plataformas digitales y herramientas de telemedicina. Asimismo, los sistemas de diagnóstico asistido por inteligencia artificial contribuyen a reducir la subjetividad en la interpretación de imágenes, favoreciendo evaluaciones más estandarizadas, reproducibles y accesibles, especialmente en contextos con escasez de especialistas.

A pesar de su potencial, la adopción de estas tecnologías en Costa Rica enfrenta múltiples desafíos, entre ellos la escasez de estudios nacionales que validen su efectividad, la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación continua del personal médico y las preocupaciones relacionadas con la privacidad y protección de los datos de los pacientes. Su implementación requiere inversión en recursos tecnológicos, formación profesional y aceptación tanto por parte de los profesionales de salud como de la población usuaria.

Aunque la inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta valiosa para el diagnóstico del cáncer de piel, su aplicación generalizada aún enfrenta obstáculos importantes. Entre ellos destaca la necesidad de contar con bases de datos extensas, diversas y de alta calidad para el entrenamiento de los modelos. El verdadero valor de estas tecnologías radica en complementar y fortalecer el juicio clínico del profesional de salud, y no en sustituirlo.

En este contexto, la presente revisión bibliográfica analiza la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial en el diagnóstico precoz y clasificación de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel, tanto melanoma como no melanoma. Se busca destacar los beneficios de su implementación internacional y valorar su posible viabilidad en el ámbito costarricense.

Con base en esta problemática, se formula la pregunta de investigación: “¿Qué evidencia científica respalda la aplicación de la inteligencia artificial en la precisión y eficiencia de la detección y diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma?”.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar la evidencia científica sobre la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico precoz y clasificación de lesiones sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, estableciendo su impacto en la precisión y eficiencia del diagnóstico.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Describir los diferentes métodos de inteligencia artificial aplicados en la clasificación y diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC), recopilando información relevante en la literatura científica.
2. Comparar la precisión diagnóstica documentada de la inteligencia artificial frente a médicos generales y especialistas en el análisis de imágenes para la diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.
3. Analizar los beneficios y limitaciones reportados en la literatura sobre la integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, considerando su impacto en la toma de decisiones clínicas.

1.1 Justificación

El cáncer de piel constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial debido a su elevada incidencia y al aumento sostenido de casos registrados durante las últimas décadas. En Costa Rica, esta tendencia representa un desafío importante para los servicios de salud, especialmente en relación con la detección temprana y el acceso oportuno a una valoración dermatológica especializada. Debido a que el pronóstico de la enfermedad depende en gran medida de un diagnóstico precoz, resulta necesario identificar herramientas que contribuyan a mejorar la precisión diagnóstica y optimizar la atención de los pacientes.

En los últimos años, la inteligencia artificial ha adquirido un papel cada vez más relevante dentro del ámbito médico, generando nuevas oportunidades para fortalecer los procesos diagnósticos mediante el análisis automatizado de imágenes y datos clínicos. Diversas investigaciones han demostrado resultados prometedores en la identificación y clasificación de lesiones cutáneas sospechosas de melanoma y cáncer de piel no melanoma, evidenciando su potencial como herramienta complementaria para apoyar la toma de decisiones clínicas.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de analizar críticamente la evidencia científica disponible sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel. La revisión de los estudios publicados permite identificar los principales beneficios, limitaciones, niveles de precisión diagnóstica y posibilidades de implementación de estas tecnologías en diferentes contextos clínicos, contribuyendo a una mejor comprensión de su utilidad dentro de la práctica médica.

Desde la perspectiva académica, este estudio aporta información actualizada sobre una temática de creciente interés en las ciencias de la salud, integrando conocimientos relacionados con dermatología, innovación tecnológica y medicina basada en evidencia. Asimismo, puede servir como material de consulta para estudiantes, profesionales de la salud e investigadores interesados en el desarrollo e implementación de nuevas herramientas diagnósticas.

Desde el punto de vista clínico, la incorporación de sistemas de apoyo basados en inteligencia artificial podría contribuir a mejorar la detección temprana de lesiones malignas,

reducir la variabilidad diagnóstica entre observadores y optimizar el uso de los recursos sanitarios. De igual manera, estas tecnologías presentan un importante potencial para fortalecer la teledermatología y ampliar el acceso a servicios especializados en regiones donde existe escasez de dermatólogos.

En el contexto costarricense, la evaluación de la evidencia científica disponible resulta especialmente relevante debido a las diferencias existentes en el acceso a servicios especializados entre distintas regiones del país. La eventual incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial podría favorecer una atención más oportuna y equitativa, particularmente en poblaciones con acceso limitado a especialistas.

No obstante, la implementación de estas tecnologías también plantea desafíos relacionados con la calidad y representatividad de los datos utilizados para el entrenamiento de los modelos, la validación clínica de los algoritmos, la protección de los datos de los pacientes, los aspectos éticos y regulatorios, así como la capacitación continua de los profesionales de salud. Por ello, resulta fundamental analizar la evidencia científica disponible para comprender tanto las fortalezas como las limitaciones de estas herramientas antes de su integración en la práctica clínica.

En consecuencia, la presente investigación busca aportar una visión integral y actualizada sobre el papel de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento científico y a la identificación de oportunidades para mejorar la atención dermatológica y los resultados clínicos de los pacientes.

1.2 Antecedentes

1.5.1 Antecedentes nacionales

Se realizó una búsqueda exhaustiva y recolección de datos para la elaboración de los antecedentes nacionales. Para ello, se llevó a cabo una revisión bibliográfica en diversas bases de datos nacionales e internacionales, como el Repositorio del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (SIBDI-UCR), el Repositorio Institucional de la Universidad Internacional de las Américas (UIA), el Repositorio Institucional de la Universidad de Iberoamérica (UNIBE), la Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social (BINASS), PubMed, Google Académico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) y ScienceDirect. A pesar de la amplitud de la búsqueda en estas plataformas, solo se identificaron cinco investigaciones nacionales relacionadas con el tema de estudio.

Álvarez Vega M et al. (2020), en Costa Rica, publicaron el estudio “Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático en Medicina”, cuyo objetivo fue introducir los conceptos fundamentales del aprendizaje automático, exponer sus principales aplicaciones en el ámbito sanitario y analizar los desafíos asociados a su implementación. Mediante una revisión de literatura reciente, los autores concluyeron que estas tecnologías poseen un importante potencial para apoyar el diagnóstico médico, la predicción de pronósticos y la toma de decisiones clínicas.

Jiménez Herrera LG (2021), en el estudio “Inteligencia Artificial como Potencial Herramienta en Salud”, analizó la aplicación de la inteligencia artificial en el sector sanitario mediante una investigación documental. Los resultados evidenciaron el creciente interés por estas tecnologías y destacaron su utilidad para mejorar los procesos diagnósticos, optimizar recursos y fortalecer la calidad de la atención médica.

Montero Zeledón E. et al. (2022), desarrollaron el estudio “Análisis de Imágenes y Cuantificación del Color para el Diagnóstico del Cáncer de Piel Tipo Melanoma en Costa Rica”, con el objetivo de implementar una metodología basada en los criterios dermatológicos ABCDE para la evaluación de lesiones pigmentadas. Los autores

demonstraron la viabilidad del análisis computacional de imágenes como herramienta de apoyo para la identificación de lesiones sospechosas de melanoma.

Gómez P. et al. (2024), en la investigación “Inteligencia Artificial Aplicada al Diagnóstico Médico”, realizaron una revisión bibliográfica de estudios recientes sobre diagnóstico asistido por inteligencia artificial. Los hallazgos evidenciaron avances significativos en la aplicación de algoritmos inteligentes en diferentes especialidades médicas, resaltando su potencial para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia de los servicios de salud.

Katelhohn HW et al. (2024), en el estudio “Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Salud Pública para el Diagnóstico Temprano y Tamizaje de Enfermedades Oncológicas”, analizaron la utilización de estas tecnologías en la detección temprana de enfermedades oncológicas. Los autores concluyeron que la inteligencia artificial representa una herramienta prometedora para fortalecer las estrategias de tamizaje, mejorar la detección precoz y optimizar la atención de pacientes con enfermedades neoplásicas.

En conjunto, los antecedentes nacionales evidencian un creciente interés por la aplicación de la inteligencia artificial en el ámbito sanitario costarricense. Aunque la mayoría de las investigaciones se han enfocado en revisiones bibliográficas y análisis conceptuales, los resultados respaldan el potencial de estas tecnologías para mejorar los procesos diagnósticos y apoyar la toma de decisiones clínicas. No obstante, se identifica la necesidad de desarrollar más investigaciones nacionales orientadas a validar suplicación en escenarios clínicos reales, particularmente en el diagnóstico del cáncer de piel.

1.5.2 Antecedentes históricos e internacionales

Los primeros estudios sobre inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del cáncer de piel surgieron a inicios de la década del 2000. Investigaciones desarrolladas en Reino Unido, Italia, Alemania, Australia y otros países demostraron la viabilidad del uso de redes neuronales artificiales, análisis digital de imágenes y sistemas computarizados para diferenciar lesiones benignas y malignas. Estos trabajos evidenciaron que las herramientas basadas en inteligencia artificial podían complementar la evaluación dermatológica tradicional, sentando las bases para el desarrollo de modelos más avanzados basados en aprendizaje automático y aprendizaje profundo.

Durante los años siguientes, el aumento en la capacidad computacional, la disponibilidad de bases de datos dermatológicas y el desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento de imágenes permitieron mejorar progresivamente el rendimiento de estos sistemas. Como resultado, la inteligencia artificial evolucionó desde modelos experimentales de clasificación hasta herramientas capaces de alcanzar altos niveles de precisión diagnóstica en la detección temprana del melanoma y otros tipos de cáncer de piel.

Zakhem GA et al. (2021), en Estados Unidos, realizaron una revisión sistemática con el objetivo de analizar el papel de los dermatólogos en el desarrollo de herramientas de inteligencia artificial para la evaluación del cáncer de piel. Los autores concluyeron que existe una creciente incorporación de estas tecnologías en dermatología; sin embargo, señalaron la necesidad de una mayor participación de especialistas durante las etapas de desarrollo, validación e implementación clínica.

Villalobos Romo V et al. (2021), en México, desarrollaron un algoritmo basado en aprendizaje automático utilizando una red neuronal convolucional preentrenada para la detección de cáncer de piel a partir de imágenes dermatoscópicas. Los resultados demostraron la capacidad de estos modelos para identificar lesiones cutáneas mediante el análisis automatizado de imágenes.

Naoui MA (2022), en Cuba, evaluó diferentes modelos de aprendizaje por transferencia para la detección de cáncer de piel. El estudio evidenció que arquitecturas como ResNet50,

VGG16, VGG19 e InceptionV3 presentan un rendimiento favorable para la clasificación automatizada de lesiones cutáneas.

Jartarkar SR (2023), en India, analizó la percepción de dermatólogos respecto al uso de inteligencia artificial en dermatopatología. Los resultados mostraron una actitud positiva hacia estas tecnologías, aunque destacaron la necesidad de fortalecer la capacitación profesional para facilitar su integración en la práctica clínica.

Joly – Chevrier M et al. (2024), en Canadá, realizaron un estudio bibliométrico sobre publicaciones relacionadas con inteligencia artificial y cáncer de piel. Los autores identificaron un crecimiento sostenido de la producción científica en esta área, resaltando la importancia de la calidad de las bases de datos utilizadas para el entrenamiento de los algoritmos.

Semerci ZM et al. (2024), mediante una revisión bibliográfica, analizaron el papel de la inteligencia artificial en el diagnóstico temprano y clasificación molecular de cánceres cutáneos. Los hallazgos sugieren que estas herramientas poseen un importante potencial clínico, aunque persisten desafíos relacionados con su implementación y validación.

Herrera – Bravo IS et al. (2024), en Colombia, realizaron un mapeo sistemático sobre inteligencia artificial explicable aplicada a la detección de melanoma. Los autores concluyeron que la interpretabilidad de los algoritmos representa un aspecto fundamental para aumentar la confianza de los profesionales de salud y facilitar su adopción clínica.

Brancaccio G et al. (2024), en España, analizaron las ventajas y limitaciones de la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del cáncer de piel. Los resultados indicaron que los algoritmos pueden alcanzar elevados niveles de precisión diagnóstica; sin embargo, enfatizaron la necesidad de validaciones prospectivas en escenarios clínicos reales.

Wei ML et al. (2024), en Estados Unidos, revisaron las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en dermatología, destacando su utilidad para pacientes, médicos generales, dermatólogos y dermatopatólogos. Los autores concluyeron que estas tecnologías pueden complementar el juicio clínico y mejorar la detección temprana del cáncer de piel.

Oniga M et al. (2024), en Rumania, exploraron el uso de tecnologías de imagen multiespectral, hiperespectral y térmica para el diagnóstico del melanoma. Los resultados

evidenciaron que la integración de diferentes modalidades de imagen puede mejorar la caracterización de lesiones cutáneas y favorecer diagnósticos más precisos.

Chiu TM (2025), en Taiwán, desarrolló un modelo basado en aprendizaje por transferencia y técnicas de ensamblaje para el diagnóstico de cáncer de piel mediante imágenes dermatoscópicas. El estudio demostró una elevada precisión diagnóstica, respaldando el potencial de la inteligencia artificial para optimizar la clasificación de lesiones cutáneas.

Naseri H et al. (2025), en Irán, realizaron una revisión sistemática sobre aprendizaje automático y aprendizaje profundo aplicados al diagnóstico y pronóstico del melanoma. Los autores concluyeron que estas tecnologías han mostrado resultados prometedores y continúan evolucionando como herramientas complementarias para mejorar la precisión diagnóstica y apoyar la toma de decisiones clínicas.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

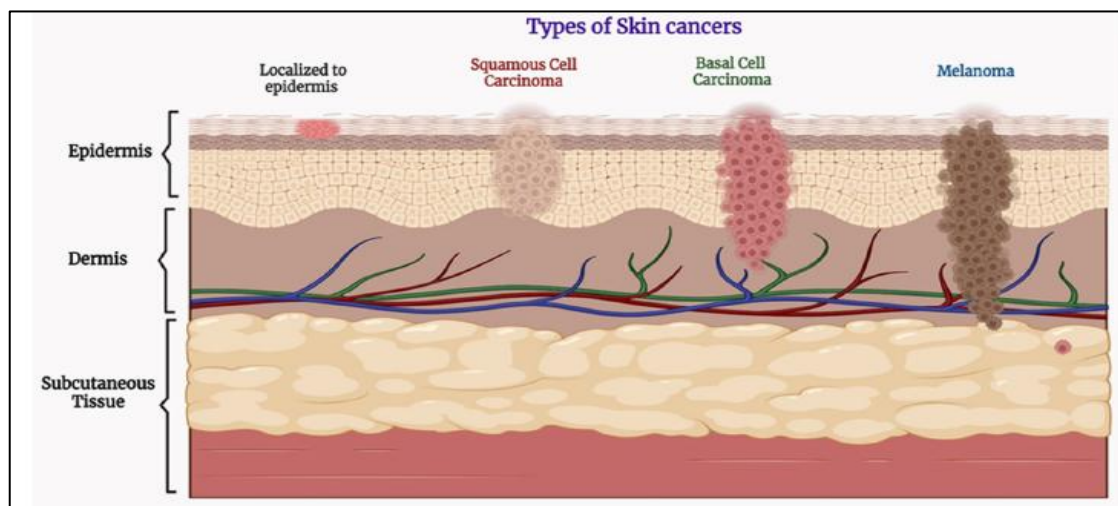
Este capítulo ofrece un análisis detallado de los conceptos fundamentales en el diagnóstico del cáncer de piel, abarcando tanto sus variantes melanoma como no melanoma. Además, explora la implementación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito médico, con especial énfasis en su aplicación al diagnóstico de esta patología. Finalmente, examina los principales beneficios y limitaciones de estos algoritmos, resaltando su impacto en la precisión diagnóstica y la eficiencia clínica.

2.1 Cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

2.1.1 Definición general del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cáncer de piel se define como el crecimiento descontrolado de células anormales en la epidermis, la capa más externa de la piel, como consecuencia de daños no reparados en el ácido desoxirribonucleico (ADN), los cuales desencadenan mutaciones celulares. Estas mutaciones provocan que las células cutáneas se multipliquen de manera acelerada, dando lugar a la formación de tumores malignos. Los principales tipos de cáncer de piel incluyen el carcinoma basocelular (CBC), el carcinoma de células escamosas (CCE o sCC, por sus siglas en inglés) y el melanoma⁴⁴. La Figura 1. ilustra los principales tipos de cáncer de piel⁴⁵.

Figura 1. Ilustración de los diferentes tipos de cáncer de piel.



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁵.

2.1.2 Definición y mecanismo principal del cáncer de piel tipo melanoma

El melanoma es un tumor maligno que se origina en los melanocitos, células localizadas en la capa basal de la epidermis, y que generalmente tiene origen cutáneo. No obstante, también puede desarrollarse en superficies mucosas, como la conjuntiva, cavidad oral y mucosa vaginal, así como en el tracto uveal del ojo y en las leptomeninges⁴⁶. El desarrollo del melanoma se asocia con la acumulación de alteraciones genéticas que conducen a la activación de oncogenes y a la inactivación de genes supresores de tumores, además de afectar los mecanismos de reparación del ácido desoxirribonucleico (ADN), especialmente tras la exposición a radiación ultravioleta. Estos procesos favorecen la proliferación descontrolada de los melanocitos y, en última instancia, la transformación maligna⁴⁵. La Figura 2. ilustra un ejemplo de melanoma con un diámetro menor a 3 mm⁴⁶.

Figura 2. Ejemplo de melanoma con un diámetro menor a 3 mm.



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁶.

2.1.3 Descripción y mecanismo principal del cáncer de piel tipo no melanoma (NMSC)

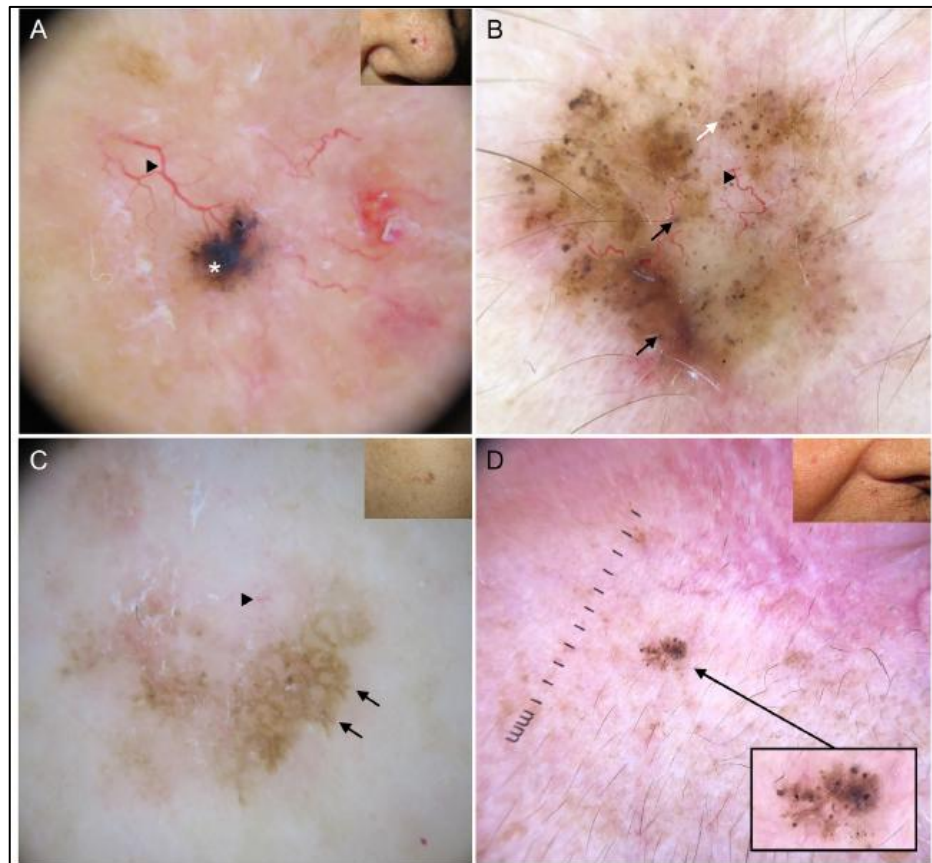
El cáncer de piel no melanoma (NMSC, por sus siglas en inglés) corresponde a un grupo de neoplasias cutáneas malignas que no se originan en los melanocitos, sino en otros tipos celulares de la piel. Su incidencia ha mostrado un aumento aproximado del 10% anual a nivel mundial. El principal factor etiológico asociado al desarrollo del NMSC es la exposición a la radiación ultravioleta (UV), especialmente en personas con fototipos de piel claros, quienes presentan mayor susceptibilidad al daño actínico. Los tipos más frecuentes de cáncer de piel no melanoma son el carcinoma basocelular (CBC) y el carcinoma de células escamosas (CCE), también conocidos en conjunto como carcinomas de queratinocitos⁴⁵.

2.1.4 Descripción del carcinoma basocelular (CBC)

El carcinoma basocelular (CBC) es un tumor de crecimiento lento, con una tasa aproximada de 0,5 mm cada 10 semanas. Esta característica, junto con su baja capacidad metastásica, le confiere en general un buen pronóstico⁴⁷. Este tipo de tumor suele aparecer en piel fotoexpuesta; sin embargo, también puede desarrollarse en áreas con mínima exposición solar, como el canto interno del ojo o la región retroauricular. En raras ocasiones, los carcinomas basocelulares pueden presentarse en las palmas de las manos, las plantas de los pies y las mucosas⁴⁸.

A pesar de la existencia de múltiples subtipos de carcinoma basocelular descritos en la literatura, no se dispone de un sistema de clasificación universalmente aceptado. No obstante, se han propuesto esfuerzos recientes para estandarizar la terminología. De manera general, se reconocen cuatro principales tipos clinicopatológicos: nodular, superficial, morfeaforme y fibroepitelial⁴⁸. La Figura 3. ilustra las principales estructuras dermatoscópicas del carcinoma basocelular⁴⁷.

Figura 3. Principales estructuras dermatoscópicas del carcinoma basocelular.



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁷.

2.1.5 Descripción del carcinoma de células escamosas o escamocelular (CCE o cSCC)

El carcinoma de células escamosas (CCE) es el segundo carcinoma de queratinocitos más frecuente, después del carcinoma basocelular. Clínicamente, suele presentarse como una lesión eritematosa, escamosa, en forma de mácula o placa ligeramente elevada, que aparece con mayor frecuencia en piel fotodañada expuesta a la radiación solar. No obstante, también puede desarrollarse en áreas no fotoexpuestas. Las localizaciones más comunes incluyen la región de cabeza y cuello y las extremidades, seguidas por el tronco. Estas lesiones pueden presentar costras y erosiones, que en algunos casos son prominentes. Las variantes superficiales suelen caracterizarse por una apariencia más translúcida, como una leve elevación del borde periférico⁴⁸. La Figura 4. ilustra un ejemplo de carcinoma de células escamosas⁴⁸.

Figura 4. Ejemplo de carcinoma de células escamosas.



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁸.

2.1.6 Factores de riesgo y causas principales del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

El principal factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel, tanto melanoma como no melanoma, es la exposición a la radiación ultravioleta (RUV). Otros factores asociados incluyen la exposición a la radiación ionizante, arsénico y diversas sustancias químicas orgánicas, así como la infección por el virus del papiloma humano (VPH), la inmunosupresión y a la predisposición genética. La Tabla 1. resume los principales factores implicados en el desarrollo de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma^{46,48}.

Tabla 1. Principales factores implicados en el desarrollo de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.

Carcinomas de piel tipo melanoma	Carcinomas de piel tipo no melanoma
1. Sexo masculino. 2. Edad >60 años. 3. Antecedentes heredofamiliares de melanoma cutáneo, cáncer de páncreas, astrocitoma, melanoma uveal y/o mesotelioma. 4. Piel ligeramente pigmentada. 5. Tendencia a quemarse, incapacidad para broncearse. 6. Cabello de color rojo y ojos azules (predominio de feomelanina). 7. Antecedentes personales de melanoma. 8. Defectos en la reparación del ADN (xeroderma pigmentoso). 9. Exposición intensa e intermitente al sol. 10. Quemaduras solares múltiples y/o con ampollas, incluso durante la infancia. 11. Exposición crónica al sol. 12. Residencia en latitudes ecuatoriales. 13. Uso de camas solares, especialmente en <35 años. 14. Inmunosupresión iatrogénica o adquirida. 15. Nevos melanocíticos y lentigos solares.	1. Exposición a los rayos ultravioleta. 2. Exposición a camas solares. 3. Radiación ionizante. 4. Productos químicos. 5. Medicamentos. 6. Virus del papiloma humano. 7. Tabaquismo. 8. Piel clara, siempre se quema, nunca se broncea. 9. Pecas. 10. Cabello rojo. 11. Síndromes genéticos. 12. Heridas crónicas que no cicatrizan. 13. Lupus eritematoso discoide de larga duración. 14. Inmunosupresión como trasplante de órganos.

Fuente: Elaboración propia, 2026 con base a las referencias^{46,48}.

2.1.7 Pronóstico e importancia del diagnóstico temprano del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

El cáncer de piel es uno de los tipos de cáncer más frecuentes a nivel mundial, y su detección temprana es fundamental para mejorar el pronóstico y la supervivencia de los pacientes. Según la American Academy of Dermatology⁴⁹ – Academia Americana de Dermatología (AAD) – cuando el melanoma se detecta en etapas tempranas, la tasa de supervivencia a cinco años alcanza aproximadamente el 99%. La identificación precoz de esta enfermedad permite aplicar tratamientos más efectivos y menos invasivos. Asimismo, de acuerdo con la Skin Cancer Foundation⁵⁰, la mayoría de los cánceres de piel no melanoma pueden curarse si se diagnostican y tratan oportunamente.

Por otra parte, la Sociedad Estadounidense del Cáncer (American Cancer Society) utiliza datos provenientes del Programa de Vigilancia, Epidemiología y Resultados Finales (SEER), mantenido por el Instituto Nacional de Cáncer (NCI), para proporcionar estadísticas de supervivencia en distintos tipos de cáncer. Esta base de datos permite estimar las tasas de supervivencia relativa a cinco años en pacientes con melanoma, en función de la extensión de la enfermedad al momento del diagnóstico⁵⁰.

2.2 Epidemiología del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

2.2.1 Tasas de incidencia del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

El cáncer de piel constituye el tipo de cáncer más frecuente en los Estados Unidos. Se estima que aproximadamente uno de cada cinco estadounidenses desarrollará cáncer de piel a lo largo de su vida, y que cerca de 9.500 personas son diagnosticadas diariamente con esta enfermedad. En cuanto a los carcinomas de queratinocitos, la incidencia del carcinoma basocelular aumentó un 145% entre los períodos de 1976 - 1984 y 2000 - 2010, mientras que el carcinoma de células escamosas presentó un incremento del 263% en el mismo intervalo. Además, se ha observado un mayor aumento en la incidencia en mujeres en comparación con los hombres⁵¹.

En relación con el melanoma, más de un millón de personas en los Estados Unidos viven actualmente con esta enfermedad. Para el año 2025, se estima el diagnóstico de aproximadamente 212.000 nuevos casos, de los cuales 107.240 corresponderán a melanoma in situ y 104.960 a melanoma invasivo. Asimismo, se proyecta que el melanoma invasivo será el quinto cáncer más frecuentemente diagnosticado tanto en hombres como en mujeres en 2025⁵¹.

Las tasas de melanoma en los Estados Unidos han mostrado un incremento significativo en las últimas décadas, duplicándose entre 1982 y 2011. Sin embargo, las tendencias en la última década han variado según el grupo etario. Entre 2011 y 2019, se reportó un aumento global del 31,5% en la incidencia. Desde principios de la década de 2000, la incidencia de melanoma invasivo se ha estabilizado en mujeres menores de 50 años, mientras que en mujeres de 50 años o más ha aumentado de forma sostenida a una tasa aproximada del 3% anual. En los hombres menores de 50 años, las tasas han disminuido alrededor de un 1% anual, mientras que en aquellos de 50 años o más se han mantenido relativamente estables⁵¹.

2.2.2 Tasas de supervivencia del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

Los carcinomas cutáneos no melanoma, principalmente el carcinoma basocelular y el carcinoma espinocelular, representan las formas más frecuentes de cáncer de piel y, de acuerdo con la Academia Americana de Dermatología (AAD, 2025), son altamente tratables cuando se detectan de manera temprana y reciben un manejo adecuado.

En contraste, el melanoma presenta un comportamiento más agresivo, aunque su pronóstico depende en gran medida del estadio al momento del diagnóstico. La tasa de supervivencia a cinco años es de aproximadamente 99% cuando el melanoma se detecta y trata antes de la diseminación a ganglios linfáticos. Esta cifra disminuye a cerca del 75% cuando existe compromiso ganglionar regional y a alrededor del 35% en presencia de metástasis a distancia⁵¹. Estos datos destacan la importancia del diagnóstico precoz como factor determinante en la supervivencia de los pacientes con melanoma.

2.2.3 Tasas de mortalidad del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

Según datos de la Academia Americana de Dermatología (AAD, 2025), la mayoría de las muertes por cáncer de piel se atribuyen al melanoma, estimándose que cerca de 20 personas fallecen diariamente por esta causa en Estados Unidos. Para el año 2025, se proyectan aproximadamente 8430 muertes por melanoma, de las cuales 5470 corresponderían a hombres y 2960 a mujeres. Diversos estudios han evidenciado que los hombres con melanoma presentan tasas de supervivencia inferiores en comparación con las mujeres. No obstante, las tasas generales de mortalidad por melanoma han mostrado una disminución significativa entre 2014 y 2022, con una reducción cercana al 4%⁵¹. Esta tendencia a la disminución en la mortalidad podría estar relacionada con avances en el diagnóstico temprano y en las terapias dirigidas e inmunoterapias.

2.2.4 Epidemiología del cáncer de piel tipo melanoma

En las últimas cuatro décadas, se ha observado un incremento sostenido en las tasas de incidencia del melanoma cutáneo a nivel mundial, particularmente en poblaciones de origen caucásico. Aunque las tasas de mortalidad aumentaron ligeramente en Estados Unidos y Europa durante las décadas de 1970 y 1980, desde la década de 1990 se ha evidenciado una tendencia hacia la estabilización en varios países. Este comportamiento se atribuye principalmente a una mayor detección temprana de melanomas cutáneos de menor espesor, los cuales presentan una menor probabilidad de diseminación metastásica⁴⁶. Este fenómeno resalta el impacto de las estrategias de tamizaje y concientización en la mejora del pronóstico de la enfermedad.

El melanoma cutáneo se presenta con mayor frecuencia en personas con piel de pigmentación clara. Aunque es menos común en individuos de piel más oscura, incluidos aquellos de origen africano, asiático o hispano, su incidencia ha mostrado un incremento gradual en algunas de estas poblaciones. A nivel global, en 2015 se reportaron más de 350 mil casos nuevos de melanoma, lo que corresponde a una tasa de incidencia estandarizada por edad de aproximadamente 5 por cada 100 mil personas, y cerca de 60 mil muertes fueron atribuidas a esta enfermedad⁴⁶. Estos datos reflejan la carga global del melanoma y

evidencian la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención, diagnóstico temprano y tratamiento oportuno a nivel mundial.

2.2.5 Epidemiología del cáncer de piel tipo no melanoma (NMSC)

El cáncer de piel no melanoma, que incluye principalmente el carcinoma basocelular y el carcinoma de células escamosas, se presenta a nivel mundial en todas las razas y grupos étnicos. Estas neoplasias constituyen las malignidades más frecuentes en los Estados Unidos y se asocian con una morbilidad considerable y una tasa de mortalidad relativamente baja, aunque no despreciable.

Se estima que en 2012 se diagnosticaron aproximadamente 5,5 millones de casos de cáncer de piel no melanoma en cerca de 3,3 millones de personas en los Estados Unidos, y que uno de cada cinco estadounidenses desarrollará algún tipo de cáncer de piel a lo largo de su vida. La incidencia de estas neoplasias es significativamente mayor en individuos mayores de 65 años, con una tasa de aproximadamente 45 personas afectadas por cada 1000 habitantes y una carga de hasta 75 casos por cada 1000 personas en este grupo etario⁴⁸. Este comportamiento epidemiológico resalta la relación entre la edad, la exposición acumulada a la radiación ultravioleta y el desarrollo de cáncer de piel no melanoma.

2.2.6 Incidencia del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC) en Costa Rica

Según el Registro Nacional de Tumores, el cáncer de piel constituye la neoplasia maligna más frecuente tanto a nivel mundial como en Costa Rica, afectando de manera similar a hombres y mujeres. Entre los años 2011 y 2015 se registraron 12 805 casos de cáncer de piel en el país, lo que corresponde a una tasa de incidencia de 54,3 por cada 100 mil habitantes.

Asimismo, Brenes D. et al⁸. realizaron un estudio descriptivo basado en el análisis de una base de datos nacional, en el cual evaluaron las tasas de mortalidad por cáncer de piel no melanoma en Costa Rica, según provincias y cantones, durante el período comprendido entre

los años 2000 y 2019. Estos datos permiten comprender la distribución epidemiológica del cáncer de piel en el contexto nacional, lo cual es fundamental para el diseño de estrategias de prevención y control.

Los autores determinaron que la tasa de mortalidad más alta por cáncer de piel no melanoma en Costa Rica se registró en el año 2003, con un valor de 0,98 muertes por cada 100 mil habitantes. A nivel geográfico, la provincia de Alajuela, particularmente en los cantones de Atenas y Palmares, presentó las mayores tasas de mortalidad a lo largo del período analizado. En contraste, las provincias de Limón y Guanacaste reportaron las tasas más bajas.

2.3 Métodos tradicionales diagnósticos para el cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma (NMSC)

En los últimos años, se han logrado avances significativos en la optimización del diagnóstico del cáncer de piel mediante el uso de inteligencia artificial, permitiendo evaluaciones más rápidas y precisas. Los algoritmos de inteligencia artificial han sido diseñados para integrar imágenes macroscópicas, dermatoscópicas e histopatológicas, con el objetivo de identificar lesiones sospechosas que requieran estudios complementarios.

La detección temprana constituye un factor determinante para mejorar la supervivencia en pacientes con melanoma. No obstante, el diagnóstico clínico del melanoma cutáneo continúa basándose principalmente en la inspección visual y la dermatoscopia. La presencia de cambios en el color, la forma o el tamaño de una lesión pigmentada a lo largo del tiempo representa uno de los signos clínicos más sensibles, pudiendo ser identificado tanto por el propio paciente como mediante evaluaciones periódicas. En pacientes de alto riesgo, la dermatoscopia puede complementarse con técnicas de seguimiento como la comparación de imágenes digitales seriadas y la fotografía corporal total⁴⁶. En este contexto, la inteligencia artificial surge como una herramienta prometedora para complementar la evaluación clínica tradicional y mejorar la precisión diagnóstica.

2.3.1 Dermatoscopia

La dermatoscopia, también conocida como microscopía de superficie cutánea o microscopía de epiluminiscencia (ELM), es una herramienta diagnóstica no invasiva fundamental para la evaluación de lesiones cutáneas pigmentadas y la detección del melanoma. Esta técnica mejora significativamente la precisión diagnóstica, incrementando hasta en un 50% la correcta identificación del melanoma cuando es utilizada por profesionales capacitados. Asimismo, contribuye a reducir la realización de biopsias innecesarias⁴⁶.

Desde el punto de vista técnico, la dermatoscopia combina un sistema de aumento con una interfaz de fluido que permite eliminar el reflejo de la superficie cutánea. Para ello, se emplean dispositivos manuales o cámaras digitales con sistemas ópticos acoplados. Generalmente, una placa de vidrio se coloca en contacto directo con la piel, utilizando gel de ultrasonido o soluciones líquidas como medio de acoplamiento. Esta metodología permite la visualización de estructuras morfológicas a nivel de la epidermis, la unión dermoepidérmica y dermis superficial⁴⁶.

En el contexto del cáncer de piel no melanoma, la dermatoscopia ha demostrado ser particularmente útil en el diagnóstico del carcinoma basocelular. Entre sus características más relevantes se encuentra la presencia de vasos arboriformes bien definidos, asociados a áreas de microulceración. Adicionalmente, la microscopía confocal de reflectancia (RCM) ha sido descrita como una herramienta complementaria en estos tumores, permitiendo no solo mejorar la precisión diagnóstica, sino también delimitar los márgenes quirúrgicos previo a la escisión⁴⁸. La Figura 5. muestra una ilustración de la dermatoscopia de carcinomas basocelulares⁴⁸. Estas técnicas de imagen constituyen la base sobre la cual se han desarrollado modelos de inteligencia artificial, especialmente de aprendizaje profundo, orientados a optimizar la detección y clasificación de lesiones cutáneas.

Figura 5. Ilustración de la dermatoscopia de carcinomas basocelulares



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁸.

2.3.2 Fotografía

En pacientes de alto riesgo, especialmente aquellos con patrones de nevos complejos, la fotografía digital de cuerpo entero constituye una herramienta útil para la identificación de lesiones nuevas o en evolución. La disponibilidad de imágenes de referencia para comparación, incluidas las imágenes dermatoscópicas, permite detectar melanomas en crecimiento o con cambios sutiles, incluso en ausencia de características clínicas evidentes, al tiempo que evita la escisión innecesaria de nevos estables, pero clínicamente atípicos⁴⁶.

Asimismo, la incorporación de tecnologías emergentes, como la fotografía corporal total automatizada en dos y tres dimensiones, la obtención de imágenes dermatoscópicas digitales secuenciales y los sistemas de diagnóstico asistido por computadora basados en inteligencia artificial, tiene el potencial de mejorar significativamente la evaluación longitudinal de las lesiones melanocíticas⁴⁶. Estas innovaciones refuerzan el papel de la

inteligencia artificial en el seguimiento dinámico de lesiones cutáneas, optimizando la detección temprana y la toma de decisiones clínicas.

2.3.3 Diagnóstico por imágenes no invasivo

Las modalidades de imagen no invasivas se utilizan cada vez con mayor frecuencia en la detección del melanoma. Estas tecnologías tienen el potencial de mejorar la precisión del diagnóstico clínico y la clasificación de las lesiones, reduciendo la necesidad de biopsias y escisiones innecesarias. No obstante, su desempeño en entornos clínicos reales aún continúa en evaluación y no sustituyen el estándar de oro, que sigue siendo el diagnóstico histopatológico.

Además, la disponibilidad limitada de estas técnicas representa una barrera para su implementación generalizada. Aunque muchas de ellas se encuentran en desarrollo, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) ha aprobado algunas modalidades para uso clínico, entre las que destacan la microscopía confocal de reflectancia (RCM) y la espectroscopia de impedancia eléctrica (EIS)⁴⁶. En este contexto, la integración de estas tecnologías con algoritmos de inteligencia artificial podría potenciar su rendimiento diagnóstico y facilitar su aplicación en la práctica clínica.

2.3.4 Microscopia confocal de reflectancia (RCM)

La microscopia confocal de reflectancia (RCM) es una técnica de imagen no invasiva que utiliza un láser de diodo de baja intensidad en el espectro infrarrojo cercano, diseñada para la evaluación *in vivo* de la piel. Esta modalidad permite la visualización de estructuras a nivel de la epidermis y la dermis papilar con alta resolución, generando imágenes comparables a la histología convencional. La microscopía confocal de reflectancia ha sido empleada en el análisis de diversos tumores cutáneos, incluido el melanoma, mostrando una sensibilidad combinada del 92% y una especificidad del 70% para su detección⁴⁶.

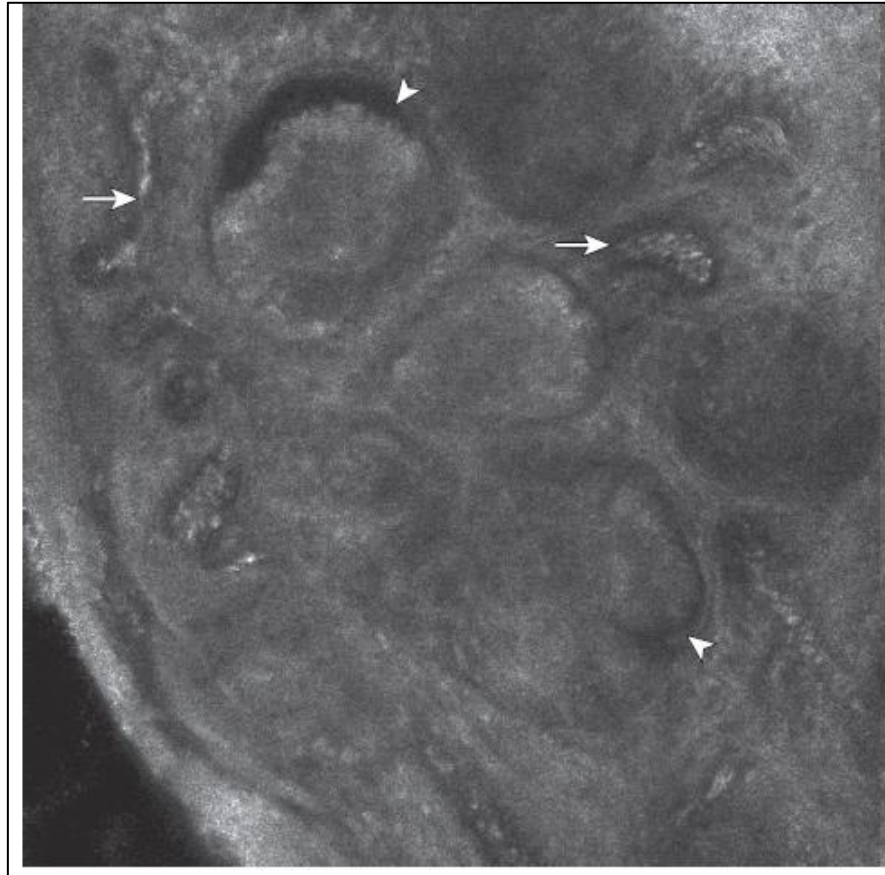
Esta técnica mejora la precisión diagnóstica del melanoma cutáneo en comparación con el examen clínico y la dermatoscopia, permitiendo evitar la escisión innecesaria de más

de la mitad de las lesiones benignas. Además, la microscopia confocal de reflectancia facilita una evaluación intraoperatoria más precisa de la extensión subclínica del lentigo maligno melanoma (LMM), con una concordancia superior al 80% entre el mapeo mediante microscopia confocal de reflectancia y la evaluación histopatológica de los márgenes durante la escisión por etapas⁴⁶.

Entre otras aplicaciones, la microscopia confocal de reflectancia es útil en la evaluación de lesiones dermatoscópicamente equívocas, especialmente en contextos donde la biopsia resulta compleja, como en áreas cosméticamente sensibles, sitios acrales o en pacientes pediátricos. Asimismo, permite el monitoreo a corto plazo de lesiones sospechosas, incluyendo aquellas sugestivas de lentigo maligno o lesiones amelanocíticas con hallazgos iniciales negativos en microscopia confocal de reflectancia⁴⁶.

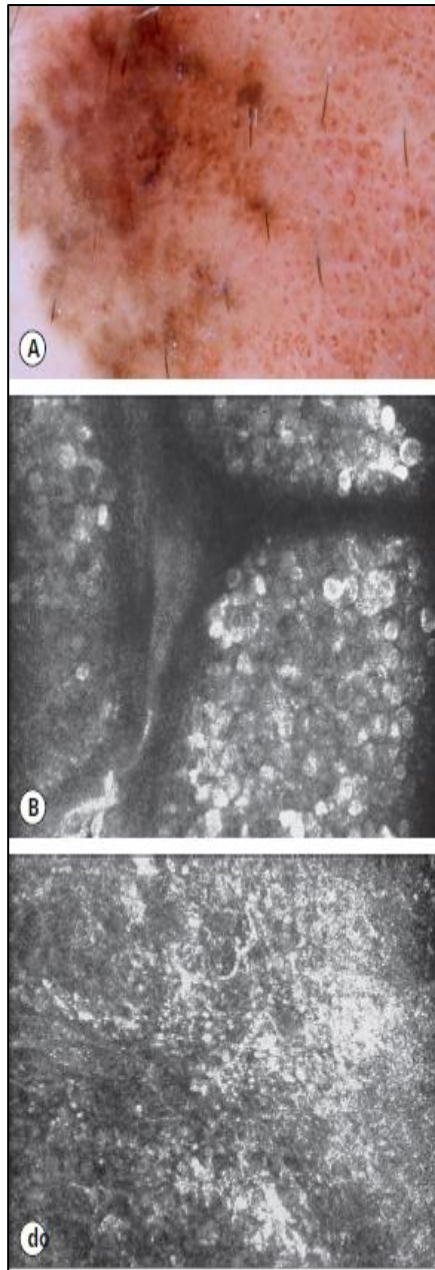
La alta resolución y capacidad de la microscopia confocal de reflectancia la posicionan como una herramienta clave para el desarrollo y entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial en dermatología. La Figura 6. muestra una imagen representativa de microscopia confocal de reflectancia en carcinoma basocelular, mientras que la Figura 7. Ilustra un melanoma cutáneo que surge sobre un nevo melanocítico compuesto, evaluado mediante dermatoscopia y microscopia confocal de reflectancia^{46,48}.

Figura 6. Microscopia confocal de reflectancia de un carcinoma de células basales (CCE)



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁶.

Figura 7. Melanoma cutáneo que surge dentro de un compuesto nevo melanocítico. Imagen por dermatoscopia y reflectancia confocal microscópica (RCM)



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴⁸.

2.3.5 Espectroscopia de impedancia eléctrica (EIS)

La espectroscopia de impedancia eléctrica (EIS) es una técnica que se basa en las diferencias en las propiedades eléctricas entre el tejido normal y el tejido patológico para discriminar entre nevos benignos y melanoma. Este método utiliza una sonda manual con microelectrodos que penetran el estrato córneo, a través de los cuales se aplica una corriente eléctrica de baja intensidad, imperceptibles para el paciente, con el fin de medir la bioimpedancia del área evaluada.

La espectroscopia de impedancia eléctrica ha demostrado una alta sensibilidad, superior al 96%, para la detección de melanoma en lesiones previamente consideradas sospechosas mediante examen clínico y dermatoscópico. No obstante, su especificidad es limitada, alrededor del 35%, lo que implica una mayor tasa de falsos positivos⁴⁶. Estas características sugieren que la espectroscopia de impedancia eléctrica podría ser especialmente útil como herramienta de tamizaje complementaria, cuya interpretación podría optimizarse mediante la integración con algoritmos de inteligencia artificial.

2.3.6 Histopatología

La histopatología continúa siendo el estándar de oro para el diagnóstico del melanoma. No obstante, se ha descrito una variabilidad interobservador significativa en la aplicación de los criterios diagnósticos de las neoplasias melanocíticas. Aunque la mayoría de los melanomas pueden diferenciarse de los nevos melanocíticos mediante criterios histopatológicos convencionales, persisten lesiones melanocíticas que representan un desafío diagnóstico, incluso con la incorporación de técnicas complementarias como la inmunohistoquímica (IHQ) y los estudios moleculares⁴⁶. En este contexto, la integración de herramientas basadas en inteligencia artificial podría contribuir a reducir la variabilidad diagnóstica y mejorar la precisión en la evaluación de lesiones melanocíticas complejas.

2.4 Herramientas clínicas y tecnológicas utilizadas en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma

La mortalidad por cáncer de piel continúa aumentando a pesar de las múltiples intervenciones dirigidas a su prevención. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la prevención primaria como el conjunto de medidas orientadas a actuar sobre los factores causales y predisponentes de la enfermedad con el fin de disminuir su incidencia, mientras que la prevención secundaria se enfoca en el diagnóstico precoz de la enfermedad en fases iniciales o asintomáticas, con el objetivo de instaurar un tratamiento oportuno, evitar complicaciones y mejorar la supervivencia⁵³.

En el ámbito de prevención primaria, la mayoría de las intervenciones se han centrado en programas educativos dirigidos a aumentar el conocimiento sobre los factores de riesgo del cáncer de piel y promover medidas de fotoprotección. Asimismo, se ha estudiado la implementación de sistemas de estratificación del riesgo para identificar a individuos con mayor probabilidad de desarrollar esta enfermedad, permitiendo aplicar estrategias preventivas dirigidas.

Por su parte, las estrategias de prevención secundaria se han enfocado en el diagnóstico precoz mediante el uso de sistemas de imagen, incluyendo la dermatoscopia, la fotografía corporal total (FCT) y herramientas basadas en inteligencia artificial. Además, el uso de teléfonos inteligentes ha emergido como una alternativa en el apoyo al diagnóstico y en la teledermatología, así como en el cribado poblacional mediante evaluación visual⁵³.

El uso de dispositivos móviles y nuevas tecnologías ha crecido significativamente en la práctica médica, siendo la teledermatología una de las especialidades con mayor adopción. No obstante, muchas de estas herramientas aún requieren estudios adicionales que respalden su eficacia y seguridad. En este contexto, la inteligencia artificial desempeña un papel clave como puente entre la dermatología especializada y la atención primaria⁵³.

En conjunto, la combinación de estrategias de prevención primaria y secundaria, junto con la incorporación de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, representa una oportunidad clave para reducir la carga global del cáncer de piel.

2.5 Limitaciones y desafíos en la detección temprana del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma

Los programas educativos han demostrado una mejoría en los hábitos de fotoprotección tras su implementación; sin embargo, resulta complejo evaluar su impacto real e términos de reducción de la incidencia y la mortalidad por cáncer de piel. Entre las intervenciones educativas, aquellas enfocadas en la apariencia física, mediante el uso de imágenes, parecen generar un mayor impacto en la modificación de conductas. No obstante, se ha observado un aumento continuo en la incidencia y mortalidad por cáncer de piel, a pesar de la amplia variedad de estrategias preventivas disponibles, lo que podría atribuirse a deficiencias en su implementación o adherencia⁵³.

En este contexto, las nuevas tecnologías de captura de imágenes representan una herramienta prometedora tanto para el diagnóstico del cáncer de piel como para facilitar la derivación oportuna al dermatólogo en pacientes con alta sospecha clínica. Dado que la atención primaria constituye el primer nivel de contacto con el sistema de salud, resulta fundamental fortalecer la capacidad de los profesionales, tanto médicos generales como dermatólogos, en la diferenciación entre lesiones benignas y malignas, considerando su papel clave en la prevención y detección temprana⁵³.

En conjunto, la optimización de las estrategias educativas, el fortalecimiento del primer nivel de atención y la integración de nuevas tecnologías constituyen pilares fundamentales para mejorar la prevención y el control del cáncer de piel.

2.6 Aspectos importantes acerca de inteligencia artificial

2.6.1 Historia de inteligencia artificial en medicina

La inteligencia artificial fue descrita por primera vez en la década de 1950; sin embargo, no fue sino hasta los años 2000 cuando comenzó a tener un impacto significativo en el ámbito de la medicina. En la actualidad, la inteligencia artificial es capaz de analizar grandes volúmenes de datos y algoritmos complejos, proporcionando soluciones prácticas para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. Su incorporación en la práctica

clínica ha dado lugar al desarrollo de modelos capaces de evaluar riesgos, establecer diagnósticos y apoyar la toma de decisiones terapéuticas⁴³.

En el contexto de la oncología, se han desarrollado múltiples aplicaciones basadas en inteligencia artificial orientadas a mejorar la detección y el manejo del cáncer. Por ejemplo, la histopatología computacional ha permitido la creación de algoritmos capaces de analizar muestras histológicas de manera automatizada, facilitando el diagnóstico y permitiendo al médico enfocarse en la interpretación clínica integral y el manejo del paciente⁴³.

En este contexto, el uso de modelos de aprendizaje profundo aplicados a imágenes dermatológicas representa una de las áreas más prometedoras para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar la detección temprana del melanoma.

2.6.2 Definición de inteligencia artificial

Según un artículo del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Stanford (2023), titulado “*¿Qué es la inteligencia artificial?*”, la inteligencia artificial se define como la capacidad de una computadora digital o de un sistema controlado por computadora para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. En términos más simples, se describe como la dimensión computacional orientada al logro de objetivos⁵⁵.

De manera complementaria, la Enciclopedia Britannica define la inteligencia artificial como sistemas capaces de ejecutar procesos intelectuales característicos del ser humano, tales como el razonamiento, la interpretación de significados, la generalización y el aprendizaje a partir de experiencias previas⁵⁵.

Estas definiciones permiten comprender la inteligencia artificial como una herramienta capaz de emular funciones cognitivas humanas, lo que sustenta su aplicación en áreas complejas como el diagnóstico médico.

2.6.3 Principios fundamentales de inteligencia artificial

Según Ismail Mendi B. et al⁴., la inteligencia artificial abarca un amplio espectro de tecnologías que permiten a las máquinas simular capacidades propias de la inteligencia humana, incluyendo la resolución de problemas y diversas funciones cognitivas.

El avance acelerado de estas tecnologías ha permitido el desarrollo de algoritmos diagnósticos que, al menos en entornos experimentales, han demostrado un rendimiento comparable e incluso superior al de los médicos en la detección del cáncer de piel⁴.

No obstante, resulta fundamental garantizar la protección de los pacientes frente a posibles riesgos mediante una regulación adecuada. Asimismo, es imprescindible que tanto los profesionales de la salud como los pacientes comprendan las limitaciones, así como las implicaciones éticas y legales asociadas al uso de la inteligencia artificial en el diagnóstico y tratamiento, antes de su implementación generalizada. En este sentido, la integración de la inteligencia artificial en la práctica clínica debe realizarse de manera complementaria al juicio médico, y no como un sustituto.

2.7 Inteligencia artificial en imágenes dermatoscópicas

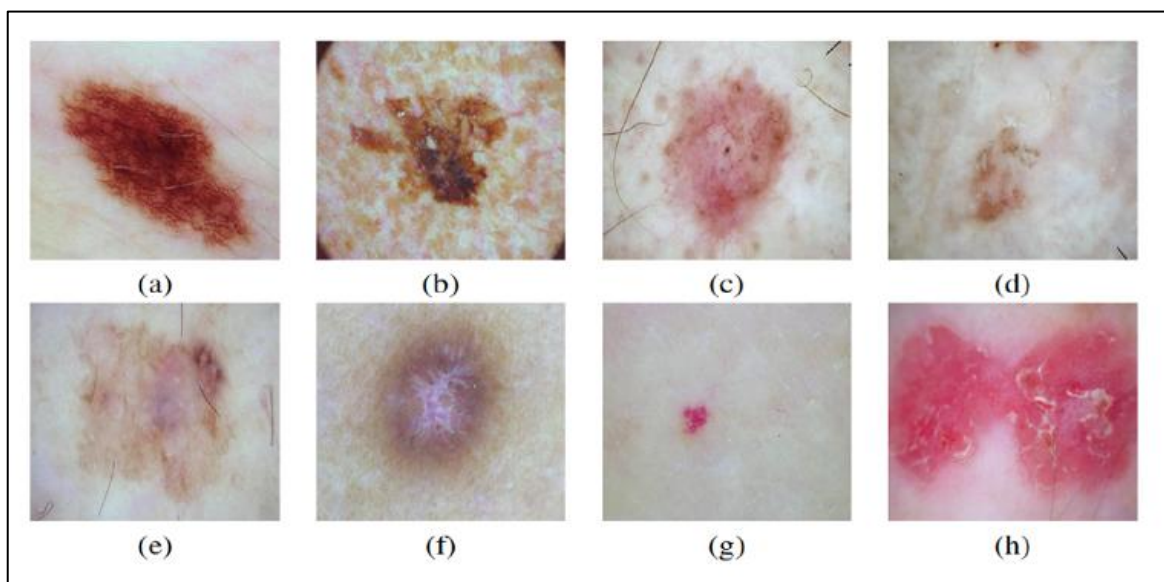
La dermatoscopia consiste en la inspección de lesiones cutáneas mediante un dermatoscopio, dispositivo que integra un sistema de aumento óptico de alta calidad y una fuente de iluminación, generalmente polarizada. Las imágenes dermatoscópicas pueden capturarse mediante cámaras digitales de alta resolución, incluyendo dispositivos réflex o accesorios acoplados a teléfonos inteligentes.

El uso de imágenes dermatoscópicas en el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial se ha consolidado como un campo de investigación en rápido crecimiento, impulsado por la disponibilidad de grandes bases de datos públicas que incluyen una amplia variedad de lesiones cutáneas benignas y malignas. En este contexto, se han llevado a cabo numerosos estudios orientados al diagnóstico automatizado de lesiones cutáneas utilizando estos conjuntos de datos.

La Figura 8. muestra una representación de diferentes tipos de lesiones cutáneas evaluadas mediante dermatoscopia⁵⁶.

Estas bases de datos han sido fundamentales para el entrenamiento y validación de modelos de aprendizaje profundo, especialmente redes neuronales convolucionales, en la clasificación de lesiones cutáneas.

Figura 8. Ilustración de diferentes tipos de lesiones cutáneas dermatoscópicas



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁵⁶.

2.8 Inteligencia artificial como herramienta en medicina

En la última década, se ha observado un incremento significativo en el uso de la inteligencia artificial, impulsado principalmente por el crecimiento exponencial en la generación de datos digitales, los avances sustanciales en el hardware computacional y la innovación en el diseño de algoritmos.

En este contexto, las tecnologías de diagnóstico asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) han adquirido un papel fundamental en el análisis de imágenes médicas.

Estas herramientas se han convertido en un componente clave para la investigación y la práctica clínica, ya que, cuando se utilizan de manera adecuada, permiten la identificación temprana de diversas enfermedades, contribuyendo así a mejorar los resultados en salud³⁵.

En particular, en el campo de la dermatología, estos sistemas han demostrado un gran potencial en la detección temprana de lesiones cutáneas malignas mediante el análisis automatizado de imágenes.

2.8.1 Inteligencia artificial como herramienta para la población general (consumidores)

Según Brancaccio G. et al⁶., en las últimas décadas han surgido numerosas aplicaciones móviles diseñadas para la autoevaluación de lesiones cutáneas. Estas herramientas ofrecen funciones de autocontrol, como el registro, organización y seguimiento de nevos mediante la cámara integrada en los dispositivos móviles. Algunas aplicaciones actúan como intermediarias, permitiendo la transmisión de imágenes a profesionales calificados para su evaluación, mientras que otras utilizan algoritmos para clasificar de forma autónoma las lesiones en categorías de alto o bajo riesgo, proporcionando recomendaciones sobre la necesidad de consulta médica.

No obstante, el uso de imágenes generadas por los propios usuarios para la detección del cáncer de piel, sin supervisión médica adecuada, puede conllevar riesgos importantes, derivados de la falta de experiencia clínica, ausencia de estandarización en los procedimientos y limitada supervisión profesional⁶.

Desde 2020, el desarrollo de aplicaciones basadas en algoritmos para la detección del cáncer de piel ha evolucionado rápidamente, impulsado en parte por mejoras en la capacidad de procesamiento y la calidad de las cámaras de los dispositivos móviles. En un estudio realizado por Sun M.D. et al. en 2022, se identificaron 25 aplicaciones dirigidas a la autodetección del cáncer de piel mediante búsquedas en App Store, Google Play y motores de búsqueda. Estas aplicaciones fueron evaluadas utilizando un conjunto independiente de imágenes clínicas comparables a las capturadas por teléfonos inteligentes⁶.

Los resultados evidenciaron una variabilidad considerable en el desempeño de las aplicaciones, incluyendo diferencias en el diagnóstico, la categorización y la puntuación de

riesgo, con precisiones diagnósticas promedio de 56%, 60% y 64%, respectivamente. En general, la precisión fue baja y heterogénea, lo que podría generar tanto una falsa sensación de seguridad y retraso en la búsqueda de atención médica, como ansiedad innecesaria y sobreutilización de los servicios de salud⁶.

A pesar de los avances en la regulación de estas aplicaciones, persiste la necesidad de una validación clínica más robusta que respalde su eficacia y seguridad. No obstante, estas herramientas presentan beneficios potencialmente importantes, como la posibilidad de realizar evaluaciones preliminares inmediatas desde el hogar, mejorar el acceso a los servicios de salud en poblaciones con limitaciones geográficas o económica, y fomentar el autoexamen cutáneo como estrategia de detección temprana⁶.

Finalmente, el desarrollo de aplicaciones móviles con fines educativos, apoyadas en inteligencia artificial, representa una estrategia innovadora para la promoción de la salud, destacando la importancia de fortalecer la educación integral en fotoprotección como pilar fundamental en la prevención del cáncer de piel³⁶.

2.8.2 Inteligencia artificial como herramienta para médicos generales

La incorporación de la inteligencia artificial en la atención primaria, siempre que cuente con una sensibilidad adecuada, tiene el potencial de mejorar la clasificación de lesiones cutáneas de alto riesgo, facilitando su derivación oportuna a la atención especializada. Esto permitiría que los pacientes con cáncer de piel reciban una evaluación y tratamiento en etapas más tempranas⁶.

Por otro lado, una alta especificidad contribuiría a reducir las derivaciones innecesarias, disminuyendo la sobrecarga en los servicios especializados y la ansiedad en los pacientes. En este contexto, la integración de la inteligencia artificial en dermatología podría optimizar los procesos de referencia, permitiendo priorizar la urgencia de la atención mediante el envío de información clínica e imágenes relevantes a los especialistas⁶.

Según los autores, esta integración tiene el potencial de mejorar tanto la eficiencia como la precisión de los sistemas de derivación. No obstante, es fundamental lograr un

equilibrio adecuado entre sensibilidad y especificidad, con el fin de evitar incrementos excesivos en las tasas de referencia hacia dermatología y centros especializados⁶.

En este sentido, el primer ensayo controlado aleatorizado en este ámbito tuvo como objetivo evaluar si un algoritmo de inteligencia artificial podía mejorar la precisión de la evaluación de lesiones cutáneas sospechosas por parte de personal no dermatólogo. Dichas lesiones habían sido identificadas previamente por los propios pacientes o por médicos generales, sin el uso de dermatoscopia⁶.

Los autores también señalaron diversos desafíos asociados al uso de la inteligencia artificial, entre los que destacan el acceso limitado a bases de datos no públicas, la falta de transparencia en los procesos de entrenamiento de los modelos, la escasez de estudios prospectivos, el riesgo de sesgos y sobreajuste, así como preocupaciones relacionadas con el rendimiento de los algoritmos ante imágenes fuera de distribución⁶.

Estos desafíos evidencian la necesidad de continuar fortaleciendo la validación clínica y la regulación de los sistemas de inteligencia artificial antes de su implementación generalizada en la práctica clínica.

2.8.3 Inteligencia artificial como herramienta para dermatólogos

En dermatología, la inteligencia artificial se ha incorporado en diversas herramientas orientadas a la detección del cáncer de piel, como la fotografía corporal total (FCT o TBP, por sus siglas en inglés) y la dermatoscopia. Según Brancaccio G. et al.⁶, el software basado en inteligencia artificial suele integrarse con hardware especializado, desempeñando un papel complementario en la práctica clínica. En el contexto de pacientes con múltiples nevus, la inteligencia artificial facilita la clasificación y visualización de las lesiones, permitiendo a los dermatólogos comparar imágenes de manera más eficiente e identificar cambios o características atípicas.

En un estudio diagnóstico prospectivo realizado por Winkler et al. (2023), se proporcionaron a dermatólogos puntuaciones de malignidad generadas por inteligencia artificial, las cuales fueron utilizadas para reevaluar sus diagnósticos iniciales. Los resultados mostraron una mejora significativa en la sensibilidad y especificidad cuando los clínicos

integraron esta información en su proceso de toma de decisiones. Cabe destacar que el mayor beneficio se observó en dermatólogos con menor experiencia en dermatoscopia, mientras que aquellos con mayor experiencia presentaron cambios mínimos en su desempeño⁶.

Por su parte, en un estudio prospectivo realizado por Menzies et al. (2023), se comparó el rendimiento diagnóstico de dermatólogos novatos, dermatólogos expertos y una aplicación móvil basada en inteligencia artificial en un entorno clínico real. Los hallazgos indicaron que la inteligencia artificial superó a los evaluadores novatos y mostró un desempeño comparable al de los expertos en el diagnóstico de lesiones cutáneas pigmentadas mediante imágenes dermatoscópicas. Sin embargo, en escenarios clínicos más complejos, como pacientes con múltiples nevos, la inteligencia artificial mostró una menor especificidad y menor precisión en la toma de decisiones terapéuticas en comparación con dermatólogos expertos⁶.

Estos resultados respaldan el papel de la inteligencia artificial como herramienta complementaria en dermatología, especialmente en la formación y apoyo a clínicos menos experimentados, sin sustituir el juicio clínico de especialistas con amplia experiencia.

2.8.4 Conjunto de datos ISBI - 2016

El conjunto de datos ISBI – 2016, parte de la Internacional Skin Imaging Collaboration (ISIC), constituye un recurso fundamental en el ámbito de la imagenología médica aplicada a la dermatología. Introducido en 2016, este conjunto de datos ha facilitado el desarrollo y la validación de algoritmos automatizados para el análisis de lesiones cutáneas.

Según Kanchana K. et al.⁵⁷, ISBI – 2016 incluye un conjunto diversos de imágenes de alta resolución de distintas lesiones cutáneas, acompañadas de anotaciones clínicas relevantes. Debido a su amplia utilización en investigación, se ha consolidado como un referente para el desarrollo de sistemas de diagnóstico asistido por computadora, contribuyendo significativamente al avance en tareas como la segmentación y clasificación de lesiones.

En este sentido, el uso de ISBI – 2016 ha impulsado el desarrollo de herramientas de análisis dermatológico automatizado, favoreciendo la detección temprana del cáncer de piel. Este tipo de bases de datos ha sido esencial para el entrenamiento de modelos de aprendizaje

profundo, particularmente redes neuronales convolucionales, en tareas de clasificación y segmentación de imágenes dermatoscópicas.

2.9 Principales modelos de inteligencia artificial aplicados en medicina dirigidos al cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma

2.9.1 Fotografía corporal total (TBP / FCT)

Según Brancaccio G. et al.⁶, la inteligencia artificial aplicada a la fotografía corporal total facilita la identificación rápida de lesiones nuevas o en evolución mediante la comparación secuencial de imágenes obtenidas en diferentes momentos. Esta capacidad permite un seguimiento más preciso en pacientes con múltiples nevos, optimizando la detección de cambios sospechosos.

No obstante, la utilidad de la inteligencia artificial para determinar el recuento total de nevos, considerado un factor de riesgo importante para el desarrollo de melanoma, continúa siendo objeto de debate. Un estudio realizado en Australia demostró que la inteligencia artificial puede cuantificar este recuento con alta precisión, mostrando una concordancia del 97% en comparación con las evaluaciones realizadas por dermatólogos experimentados⁶.

La Figura 9. ilustra la aplicación de inteligencia artificial en fotografía corporal total mediante la comparación de imágenes secuenciales en un paciente de 36 años con antecedente de melanoma en estadio IA. En dicha imagen, el sistema identifica una nueva lesión en la región dorsal (señalada con una flecha azul) tras un seguimiento de seis meses⁶.

Este tipo de herramientas refuerza el papel de la inteligencia artificial en el seguimiento longitudinal de pacientes de alto riesgo, mejorando la detección temprana de lesiones malignas.

Figura 9. Inteligencia artificial en fotografía corporal total



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁶.

2.9.2 Microscopia confocal de reflectancia (RCM)

La microscopía confocal de reflectancia (RCM) permite la evaluación *in vivo* de la piel con resolución cercana al nivel celular, desde la superficie hasta la dermis papilar, lo que la posiciona como una técnica intermedia entre la dermatoscopia y la histopatología. En centros especializados en cáncer de piel donde se utiliza de forma rutinaria, se ha reportado una reducción de hasta un 50% en la realización de biopsias innecesarias. No obstante, su implementación requiere entrenamiento especializado, el cual aún es limitado⁶.

Asimismo, la interpretación de las imágenes obtenidas mediante microscopia confocal de reflectancia presenta cierto grado de subjetividad, debido a la ausencia de criterios diagnósticos estandarizados para diversas afecciones cutáneas. En este contexto, los algoritmos de aprendizaje automático ofrecen una alternativa objetiva y cuantificable para el análisis de estas imágenes, permitiendo además la reducción de artefactos y del tiempo de evaluación⁶.

La inteligencia artificial aplicada a la microscopia confocal de reflectancia ha demostrado utilidad en múltiples tareas, como la identificación de la unión dermoepidérmica (UED), la evaluación de la calidad de los mosaicos de imagen, la diferenciación entre distintos tipos de tumores cutáneos y la distinción entre lentigo maligno y proliferaciones melanocíticas atípicas⁶.

Una ventaja adicional de esta tecnología es su aprobación por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por su siglas en inglés), así como la existencia de códigos de reembolso por parte de los Centros de Servicios de Medicare y Medicaid, lo que facilita su implementación en la práctica clínica. Incluso, algunos estudios han demostrado que la microscopía confocal de reflectancia puede superar a la dermatoscopia en la precisión diagnóstica del melanoma.

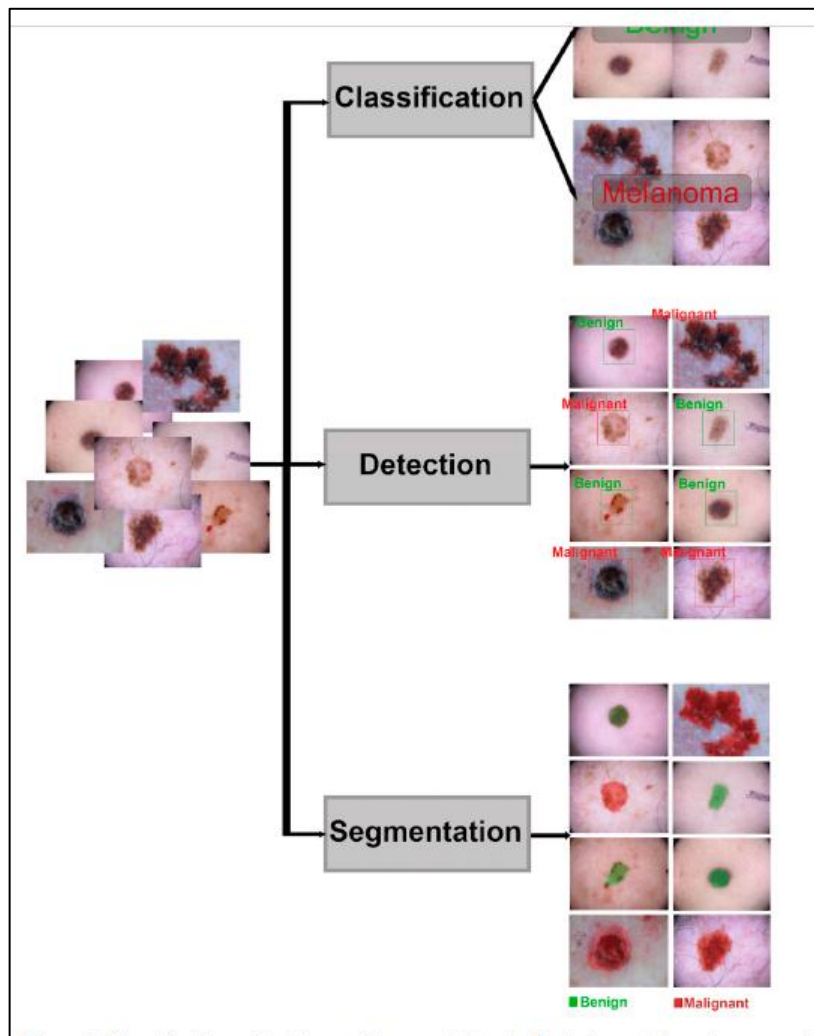
La integración de la microscopia confocal de reflectancia con algoritmos de inteligencia artificial representa una estrategia prometedora para mejorar la precisión diagnóstica y reducir la variabilidad interobservador en la evaluación de lesiones cutáneas.

2.9.3 Aprendizaje automático o automatizado (ML)

El aprendizaje automático (machine learning, ML) es un subcampo de la inteligencia artificial que permite a los sistemas realizar predicciones a partir de datos de entrada. Esta tecnología representa una herramienta con gran potencial para la automatización del análisis de datos médicos, contribuyendo al fortalecimiento de la toma de decisiones clínicas mediante su capacidad de aprendizaje a partir de patrones. En dermatología, los modelos supervisados constituyen actualmente la forma más utilizada de aprendizaje automático, especialmente en contextos que requieren análisis visual^{2,8}.

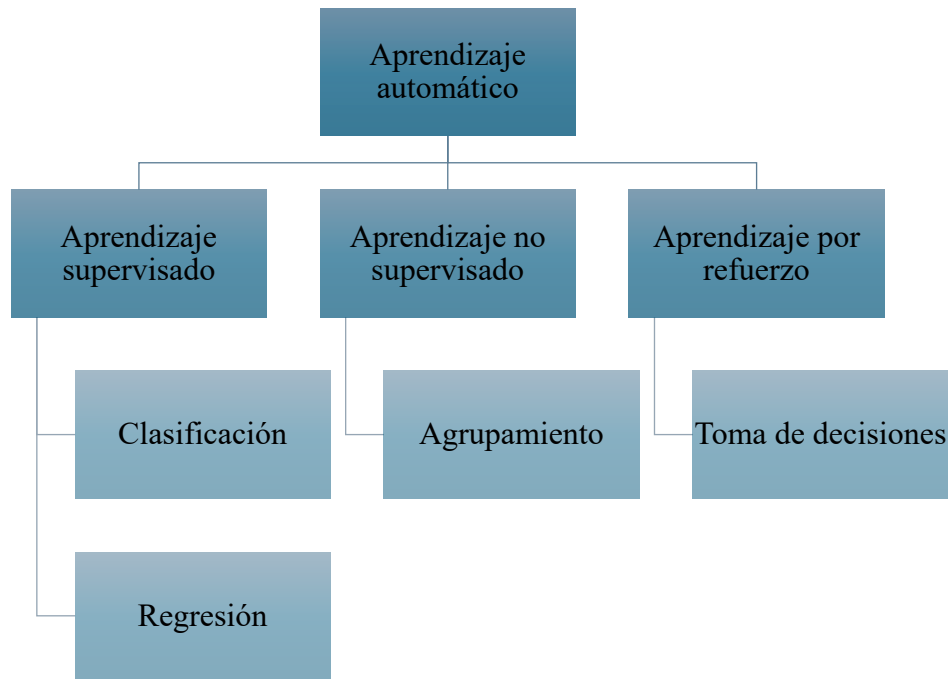
La Figura 10. ilustra las tareas de clasificación, detección y segmentación aplicadas al análisis de imágenes dermatológicas⁴, mientras que la Figura 11. presenta un esquema general de las distintas técnicas de aprendizaje automático, incluyendo los modelos de aprendizaje profundo⁵⁴.

Figura 10. Sistema de tareas de clasificación, detección y segmentación aplicadas al análisis de imágenes dermatológicas



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁴.

Figura 11. Esquema sintético que resumen las diferentes técnicas de aprendizaje automático, incluidos los modelos de aprendizaje profundo



Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en la referencia⁵².

El aprendizaje automático en medicina ofrece un gran potencial para predecir la susceptibilidad a enfermedades, la recurrencia y la expectativa de vida, contribuyendo al desarrollo de la medicina de precisión. Sin embargo, uno de los principales desafíos en la construcción de estos sistemas radica en la necesidad de contar con datos diversos, representativos y de alta calidad, ya que la precisión de los modelos depende directamente de la calidad de la información utilizada para su entrenamiento³⁹.

2.9.4 Aprendizaje profundo o deep learning (ADP o DL)

En la última década, se ha observado un creciente interés científico en el desarrollo y aplicación de técnicas de aprendizaje profundo (deep learning) para el diagnóstico del cáncer de piel⁵⁴. El aprendizaje profundo constituye una subcategoría del machine learning que emplea redes neuronales artificiales organizadas en múltiples capas, las cuales permiten el

aprendizaje iterativo de representaciones complejas a partir de los datos. Este enfoque resulta especialmente útil en el análisis de datos no estructurados, como las imágenes médicas³².

Las redes neuronales profundas están inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano, lo que les permite abordar problemas complejos y reconocer patrones de alta abstracción. Estas arquitecturas son ampliamente utilizadas en tareas de reconocimiento de imágenes, procesamiento de voz y aplicaciones de visión por computadora³².

En el ámbito de la dermatología, el aprendizaje profundo ha demostrado un desempeño destacado en la identificación de lesiones cutáneas malignas, particularmente en desafíos de clasificación de imágenes dermatoscópicas, alcanzando niveles de precisión comparables e incluso superiores a los de especialistas en condiciones experimentales. Este avance ha impulsado su integración como herramienta de apoyo en el diagnóstico temprano del cáncer de piel³⁷.

2.9.5 Modelo B0-B7 (EfficientNets B0-B7)

Kanchana K. et al.⁵⁶ proponen el uso de modelos basados en redes neuronales convolucionales (CNN), específicamente la familia EfficientNet (B0 – B7), los cuales fueron evaluados utilizando el conjunto de datos ISBI – 2016, disponible públicamente. Este conjunto de datos, diseñado para el análisis de imágenes dermatoscópicas, incluye aproximadamente 379 imágenes anonimizadas de lesiones cutáneas benignas y malignas.

Los modelos EfficientNet destacan por su capacidad de escalar de manera eficiente en profundidad, ancho y resolución, optimizando el rendimiento en tareas de clasificación de imágenes médicas.

2.9.6 Redes neuronales convolucionales (CNN)

Según Mustafa M.M. et al.⁵⁸, la integración del aprendizaje profundo, en particular de las redes neuronales convolucionales (CNN), en el diagnóstico dermatológico representa un cambio significativo respecto a los métodos tradicionales. Estas arquitecturas destacan en el análisis de grandes volúmenes de imágenes dermatoscópicas, permitiendo la automatización

de los procesos de detección y clasificación de lesiones cutáneas. Además, son capaces de procesar información visual compleja con altos niveles de precisión y velocidad, alcanzando en algunos contextos desempeños comparables o superiores a los de especialistas humanos, lo que contribuye a un diagnóstico más eficiente y estandarizado del cáncer de piel.

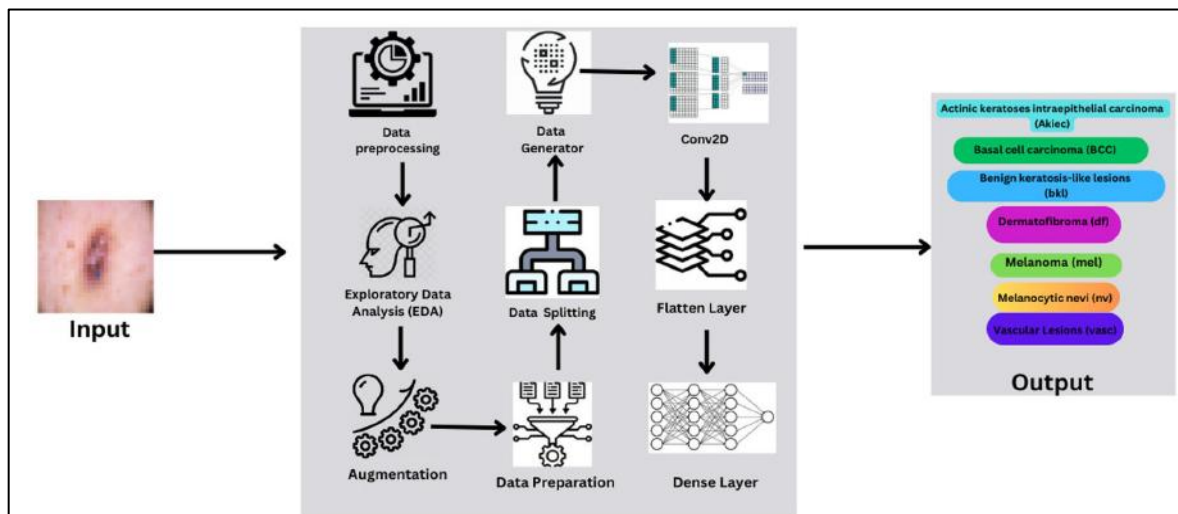
En conjunto, las redes neuronales convolucionales se posicionan como una herramienta clave en el desarrollo de sistemas de apoyo al diagnóstico dermatológico, especialmente en la detección temprana del melanoma.

2.9.7 Conjunto de datos HAM10000

El conjunto de datos HAM10000 constituye un recurso fundamental para el desarrollo de modelos de aprendizaje automático en dermatología. Este repositorio incluye más de 10 mil imágenes dermatoscópicas de alta calidad, utilizadas principalmente para el diagnóstico de lesiones cutáneas pigmentadas. Se caracteriza por su diversidad en términos de tipos de lesiones y condiciones clínicas, abarcando siete categorías principales: queratosis actínica y carcinoma intraepitelial (enfermedad de Bowen), carcinoma basocelular, lesiones benignas tipo queratosis, dermatofibroma, melanoma y nevos melanocíticos, además de incluir lesiones vasculares⁵⁷.

La Figura 12. ilustra las diferentes categorías de lesiones cutáneas incluidas en este conjunto de datos⁵⁸. La disponibilidad de conjuntos de datos como HAM10000 ha sido determinante para el progreso de los modelos de aprendizaje profundo, permitiendo mejorar la precisión, generalización y reproducibilidad en el diagnóstico automatizado del cáncer de piel.

Figura 12. Categorías de cáncer de piel en el conjunto de datos



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁵⁸.

Este conjunto de datos incluye una colección representativa de las principales categorías diagnósticas en el ámbito de las lesiones cutáneas pigmentadas. La Tabla 2. presenta dichas categorías, mientras que la Figura 13. ilustra ejemplos de imágenes correspondientes al conjunto de entrenamiento³².

Figura 13. Ejemplos de las imágenes de lesiones en el conjunto de entrenamiento



Fuente: Imagen tomada de la referencia³².

Tabla 2. Categorías de diagnóstico importantes en el ámbito de las lesiones pigmentadas

Tipo de lesiones	Descripción	Lesiones en piel
Nevus melanocíticos (nv)	Comúnmente conocidos como lunares, pecas o nevus, son lesiones circunscritas del sistema melanocitaria cutáneo y se definen como la multiplicación benigna de melanocitos.	6705
Melanoma (mel)	Es un tumor maligno originado a partir de los melanocitos epidérmicos. Por lo general, se desarrolla en la piel y en ocasiones puede hacerlo en otras localizaciones como los epitelios de las mucosas, en la retina o las leptomeninges.	1113
Lesiones benignas similares a queratosis (bkl)	Son tumoraciones benignas que representan una proliferación de células basales epidérmicas. Clínicamente aparecen como pápulas y placas, de superficie verrucosa, de coloración variable, existiendo lesiones claras y lesiones muy negruzcas, adheridas a la superficie cutánea y que generalmente no se acompañan de inflamación alrededor de las mismas.	1099
Carcinoma de células basales (CBC)	Es el tipo más común de cáncer de piel. Alrededor de 8 de cada 10 casos de cáncer de piel son carcinomas de células basales.	514
Queratosis actínica (akiec)	Es una mancha áspera y escamosa en la piel que se presenta después de años de exposición al sol. Generalmente aparece en la cara, los labios, las orejas, los antebrazos, el cuero cabelludo, el cuello o el dorso de las manos.	327
Lesiones vasculares (vasc)	Son aquellas lesiones que están presentes al nacer o aparecen poco después del nacimiento (marcas de nacimiento vasculares).	142
Dermatofibroma (df)	Es una pápula de crecimiento lento, firme y solitaria, es una lesión cutánea común, se define en ocasiones como una reacción del tejido conectivo dérmico y en otras como una proliferación neoplásica benigna.	115

Fuente: Elaboración propia, 2026. Con base a las referencia³⁰.

2.9.8 Redes neuronales artificiales

Las redes neuronales artificiales son modelos computacionales inspirados en el funcionamiento del sistema nervioso, diseñados para procesar información mediante unidades interconectadas denominadas neuronas artificiales³². Estas unidades se organizan en capas y permiten modelar relaciones complejas a partir de los datos de entrada.

Generalmente, una red neuronal está compuesta por tres tipos de capas: una capa de entrada, que recibe los datos iniciales; una o varias capas ocultas, donde se procesan y transforman los datos mediante operaciones matemáticas; y una capa de salida, que genera el resultado final o predicción.

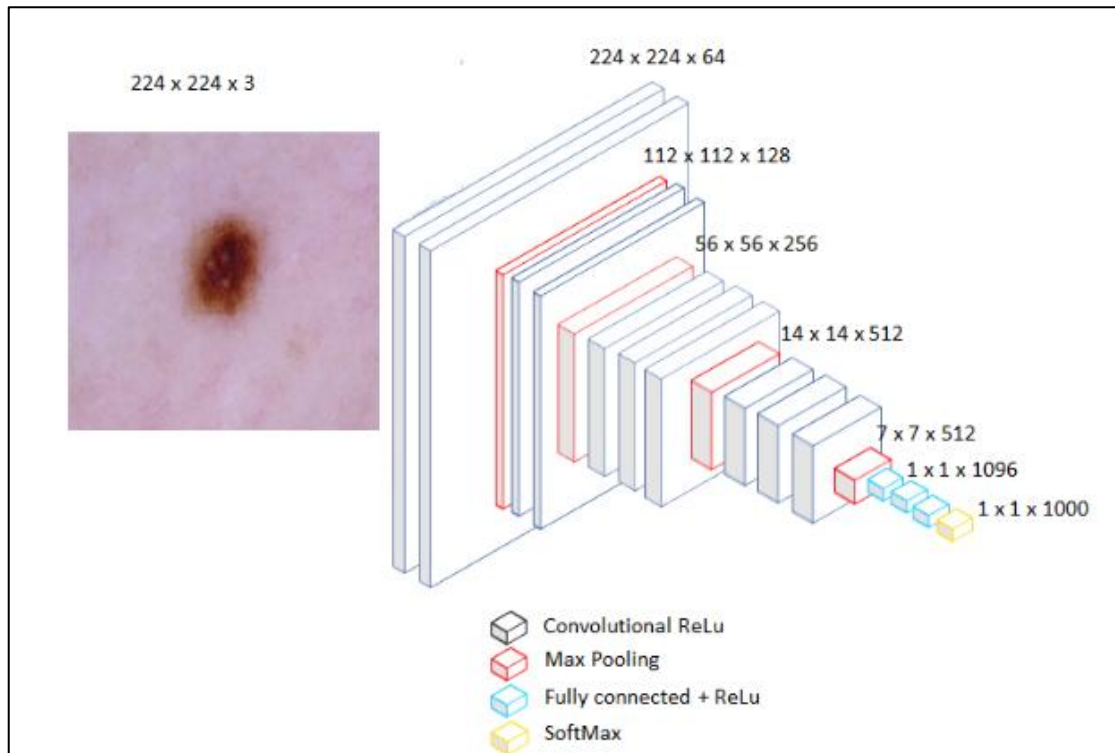
2.9.9 Red convolucional preentrenada VGG16

La arquitectura VGG16 está compuesta por 13 capas convolucionales y tres capas completamente conectadas, lo que la convierte en un modelo profundo ampliamente utilizado en tareas de clasificación de imágenes³². Para su entrenamiento, se emplearon 6413 imágenes, mientras que 1599 imágenes fueron destinadas a la validación del modelo.

Una de las principales ventajas del uso de redes preentrenadas radica en la reducción del consumo de recursos computacionales y del tiempo de entrenamiento. Además, estas arquitecturas pueden utilizarse no solo para clasificación directa con altos niveles de precisión, sino también como base para el desarrollo de nuevos modelos mediante técnicas como el *transfer learning*.

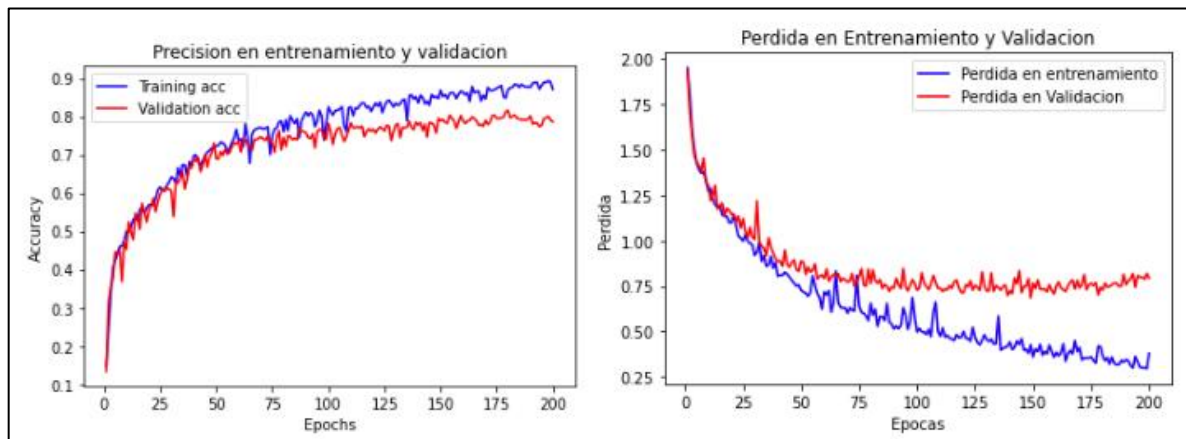
La Figura 14. muestra la arquitectura de la red VGG16, mientras que la Figura 15. presenta las curvas de precisión y función de pérdida obtenidas durante el entrenamiento del modelo³².

Figura 14. Arquitectura de la red convolucional VGG16



Fuente: Imagen tomada de la referencia³².

Figura 15. Gráfica de precisión y gráfica de función pérdida del modelo



Fuente: Imagen tomada de la referencia³².

2.9.10 Tomografía de coherencia óptica (OCT)

La tomografía de coherencia óptica (OCT) es una técnica de imagen no invasiva que utiliza luz infrarroja cercana para generar imágenes transversales de alta resolución de la piel, permitiendo la visualización de estructuras desde la epidermis hasta la dermis superficial, con una profundidad aproximada de hasta 2 mm^{6,11}. En comparación con la microscopía confocal de reflectancia (RCM), la tomografía de coherencia óptica ofrece una mayor capacidad de penetración en los tejidos, aunque con una resolución inferior.

Con el objetivo de combinar las ventajas de ambas tecnologías – la alta resolución celular de la microscopia confocal de reflectancia y la mayor profundidad de penetración de la tomografía de coherencia óptica – se ha desarrollado la tomografía de coherencia óptica confocal de campo lineal (LC – OCT), que permite una evaluación más completa de las estructuras cutáneas⁶.

Tanto la tomografía de coherencia óptica como la microscopía confocal de reflectancia requieren equipos especializados y personal altamente capacitado para la adquisición e interpretación de las imágenes. Además, su implementación en la práctica clínica se ha visto limitada por el alto costo de los dispositivos, significativamente mayor en comparación con herramientas más accesibles como el dermatoscopio⁵⁹.

2.9.11 Tomografía de coherencia óptica confocal de campo (LC - OCT)

La tomografía de coherencia óptica confocal de campo lineal (LC – OCT) es una técnica avanzada que permite obtener imágenes *in vivo* en tres modalidades: vertical, horizontal y reconstrucciones tridimensionales. Al igual que en la microscopía confocal de reflectancia (RCM), la identificación de la unión dermoepidérmica puede representar un desafío diagnóstico, el cual puede mejorarse mediante el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial⁶.

Esta tecnología también ha sido evaluada en la diferenciación entre queratosis actínica y carcinoma espinocelular *in situ*. Sin embargo, la identificación de la atipia celular por parte de observadores humanos presenta un alto grado de subjetividad, con una concordancia

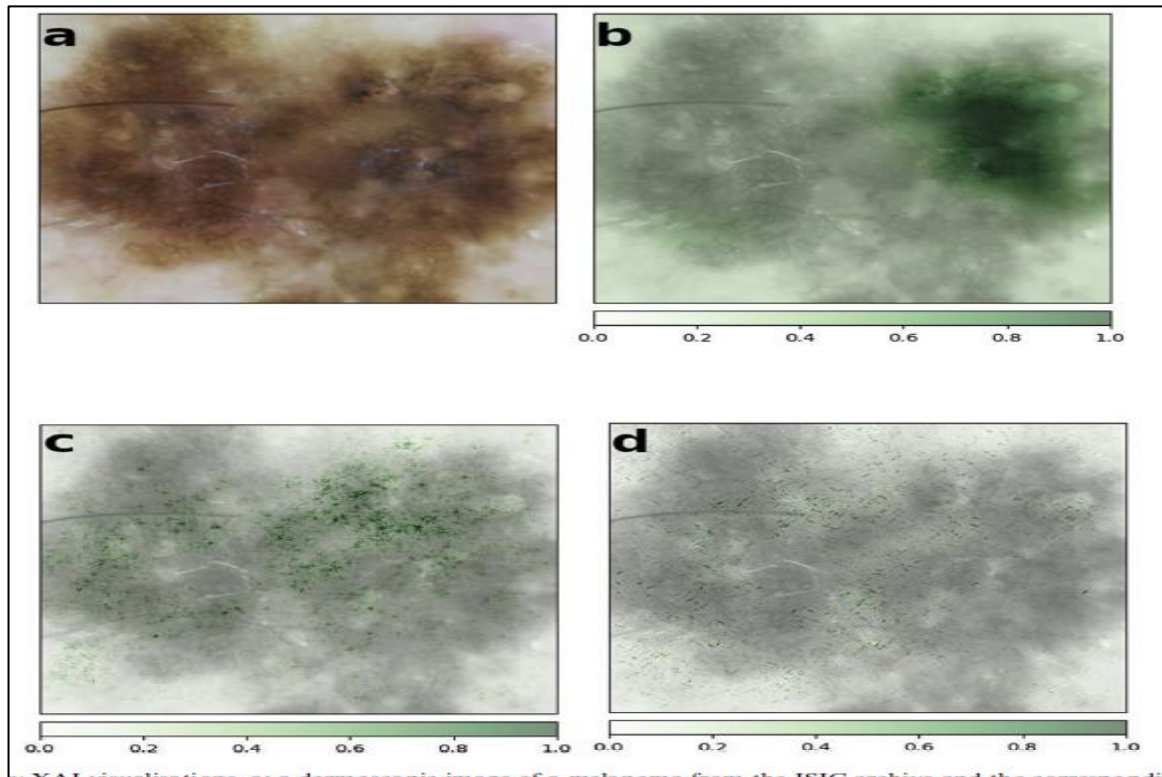
interobservador limitada. En este contexto, la inteligencia artificial ofrece una alternativa prometedora, al permitir la cuantificación objetiva de la atipia celular y mejorar la reproducibilidad diagnóstica⁶.

2.9.12 Inteligencia artificial explicable (XAI)

En dermatología, los métodos de inteligencia artificial explicable suelen centrarse en resaltar regiones de la imagen que han sido relevantes para la clasificación o en mostrar ejemplos de imágenes similares que han influido en la decisión del modelo. No obstante, la aplicación de estas técnicas continúa siendo un área de investigación en desarrollo. Según Hauser K. et al.⁶⁰, existe un intenso debate en la literatura médica sobre su utilidad y necesidad en la práctica clínica.

La Figura 16. presenta ejemplos de visualizaciones generales mediante inteligencia artificial explicable, basadas en una imagen dermatoscópica de melanoma obtenida del archivo ISIC⁶⁰. Dado que la aplicación de inteligencia artificial explicable en este campo es relativamente reciente, aún existe una limitada producción científica y falta de estandarización, lo que dificulta la reproducibilidad de los modelos. No obstante, estas limitaciones representan una oportunidad para futuras investigaciones orientadas a optimizar su implementación³⁴.

Figura 16. Visualización de inteligencia artificial explicable basada en una imagen dermatoscópica de un melanoma del archivo ISIC



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁶⁰.

2.9.13 Aprendizaje por transferencia o transfer learning (TL)

El aprendizaje por transferencia (transfer learning, TL) es una técnica de aprendizaje automático que consiste en aplicar un modelo previamente entrenado en un dominio específico a una nueva tarea relacionada, permitiendo reutilizar el conocimiento adquirido sin necesidad de entrenar el modelo desde cero³⁸. Este enfoque resulta especialmente útil en contextos donde la disponibilidad de grandes volúmenes de datos de entrenamiento es limitada.

2.9.14 Aprendizaje multimodal

El aprendizaje multimodal surge como una estrategia que permite a un mismo modelo procesar e integrar diferentes tipos de datos de manera simultánea. En dermatología, se han

desarrollado clasificadores que combinan múltiples imágenes clínicas junto con variables demográficas e información del historial médico. En un estudio, un modelo que integró hasta seis imágenes clínicas y 45 variables clínicas fue capaz de clasificar 26 enfermedades cutáneas, mostrando un desempeño superior al de profesionales de atención primaria en condiciones específicas de evaluación¹⁴.

La integración de datos multimodales representa un avance significativo hacia modelos de inteligencia artificial más cercanos al razonamiento clínico humano, mejorando la precisión diagnóstica y la toma de decisiones en dermatología.

2.9.15 Aprendizaje incremental (incremental learning)

El aprendizaje incremental (incremental learning) permite que los modelos continúen aprendiendo a partir de nuevos datos, incorporando información adicional mientras conservan el conocimiento adquirido previamente. Este enfoque resulta especialmente relevante en entornos clínicos dinámicos, donde la actualización constante de los datos es fundamental para mantener la precisión y utilidad de los sistemas de inteligencia artificial¹⁴.

Este tipo de enfoques es clave para el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial más robustos y adaptativos, capaces de evolucionar junto con los cambios en la práctica clínica y en la disponibilidad de datos.

2.9.16 Transformadores de la visión o visión transformers (VIT)

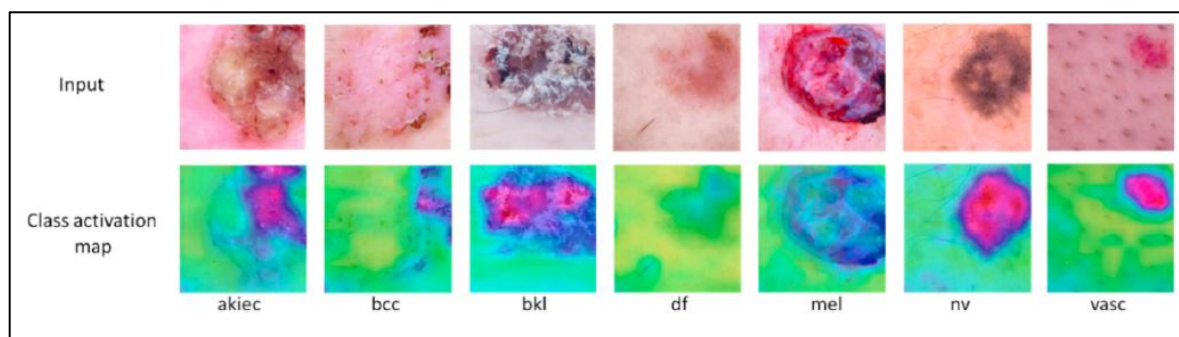
Los transformadores de visión (visión transformers, VIT) han emergido como un enfoque innovador en el análisis de imágenes médicas, permitiendo mejorar la representación de características mediante el procesamiento de información a múltiples escalas. En este contexto, se han desarrollado modelos que combinan transformadores de visión con técnicas de aprendizaje contrastivo para la clasificación del cáncer de piel⁶¹.

Este tipo de modelos ha demostrado un alto rendimiento en la clasificación de cáncer de piel, incluyendo melanoma y no melanoma, alcanzando precisiones superiores al 94% en entornos experimentales. Sin embargo, una de sus principales limitaciones es el elevado costo

computacional, lo que puede traducirse en tiempos de procesamiento más largos, especialmente al trabajar con imágenes de alta resolución.

La Figura 17. muestra ejemplos de mapas de clasificación generados mediante modelos basados en transformadores de visión aplicados al cáncer de piel⁶¹.

Figura 17. Mapas de activación de clases para transformadores de visión



Fuente: Imagen tomada de la referencia⁶¹.

2.9.17 Aprendizaje supervisado

El aprendizaje supervisado es un tipo de algoritmo de aprendizaje automático que utiliza datos previamente procesados y etiquetados para identificar patrones y realizar predicciones. En este enfoque, los modelos son entrenados a partir de conjuntos de datos en los que cada muestra está asociada a una categoría o resultado conocido, lo que permite al algoritmo aprender la relación entre las variables de entrada y la salida esperada^{40,54}.

Este tipo de aprendizaje requiere la intervención humana para la preparación y etiquetado de los datos, proceso mediante el cual se proporciona al modelo información estructurada que facilita su entrenamiento⁵⁴.

2.9.18 Aprendizaje no supervisado

El aprendizaje no supervisado es un enfoque del aprendizaje automático en el cual los modelos analizan datos sin etiquetas, con el objetivo de identificar patrones, estructuras o

relaciones subyacentes en la información. A partir de estos patrones, el sistema puede organizar los datos en representaciones más complejas o abstractas⁵⁴.

Entre las principales metodologías de este enfoque se encuentran el análisis de conglomerados (clustering), que agrupa datos similares en función de sus características, y la reducción de dimensionalidad, que permite simplificar grandes volúmenes de datos conservando la información más relevante. Estas técnicas son especialmente útiles para la exploración de datos y la identificación de estructuras ocultas en conjuntos de datos complejos⁵⁴.

2.9.19 Aprendizaje semisupervisado

El aprendizaje semisupervisado es una técnica de aprendizaje automático que combina una pequeña cantidad de datos etiquetados con una gran cantidad de datos no etiquetados durante el proceso de entrenamiento. Este enfoque permite aprovechar la información disponible en ambos tipos de datos para mejorar el rendimiento del modelo⁵⁴.

En dermatología, este enfoque es particularmente relevante debido a la disponibilidad de grandes volúmenes de imágenes clínicas sin etiquetar, lo que permite optimizar el entrenamiento de modelos con recursos limitados.

2.9.20 Aprendizaje por refuerzo

El aprendizaje por refuerzo es un enfoque del aprendizaje automático en el cual un agente aprende a tomar decisiones mediante la interacción con un entorno, utilizando un proceso de prueba y error. En este contexto, el agente recibe recompensas o penalizaciones en función de las acciones realizadas, con el objetivo de maximizar una recompensa acumulada a lo largo del tiempo⁵⁴.

2.10 Limitaciones de la inteligencia artificial en medicina dirigida al diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma

La implementación de tecnologías basadas en inteligencia artificial en el ámbito clínico genera altas expectativas tanto en los profesionales de la salud como en los pacientes, ya que favorece un enfoque más personalizado y eficiente en el manejo de las enfermedades. No obstante, su adopción puede verse limitada por la falta de capacitación y familiaridad del personal de salud con estas herramientas⁴³.

Según Brancaccio G. et al.⁶, diversos estudios han demostrado el potencial de la inteligencia artificial en la detección del carcinoma basocelular; sin embargo, persisten limitaciones importantes, entre las que destacan la baja reproducibilidad de características diseñadas manualmente, la limitada transparencia de los modelos y la escasa disponibilidad de grandes conjuntos de datos públicos para su entrenamiento y validación.

A pesar de las múltiples oportunidades que ofrece, la inteligencia artificial también enfrenta diversos desafíos, como se resumen en la Tabla 3. Entre ellos, uno de los más relevantes es la interpretabilidad de los modelos de aprendizaje profundo. Debido a su naturaleza compleja y opaca, estos algoritmos suelen considerarse “cajas negras”, lo que dificulta comprender el razonamiento detrás de sus predicciones y limita su aceptación en la práctica clínica⁶.

Superar estas limitaciones será fundamental para lograr una integración segura, ética y efectiva de la inteligencia artificial en la atención médica.

Tabla 3. Desafíos y oportunidades de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel

Característica	Desafíos	Oportunidades
Selección de pacientes	Posible sesgo hacia los pacientes que son más expertos en tecnología o que tienen acceso más fácil a centros de salud equipados con tecnología de inteligencia artificial.	Opciones de detección más fáciles y rápidas podrían democratizar el acceso al diagnóstico preliminar del cáncer de piel, beneficiando a los pacientes en ubicaciones remotas o desatendidas.
Adquisición de imágenes	Falta de estandarización en los protocolos de imágenes, las variaciones en la iluminación, el ángulo y la calidad pueden afectar la precisión del diagnóstico.	Los avances en la tecnología de imágenes junto con la inteligencia artificial podrían conducir a protocolos de imágenes más estandarizados y de alta calidad.
Diversidad	La subrepresentación de los tipos y condiciones de la piel en los datos de entrenamiento puede generar algoritmos sesgados que pueden no ser universalmente aplicables.	Al buscar activamente diversos conjuntos de datos de entrenamiento, los modelos de inteligencia artificial se pueden diseñar para que sean inclusivos y precisos para una amplia gama de pieles, tipos y condiciones.
Privacidad	Manejo y almacenamiento de datos confidenciales de pacientes, incluidas imágenes y el historial médico pueden plantear problemas de privacidad.	La inteligencia artificial puede potencialmente automatizar la anonimización y la seguridad de almacenamiento de datos médicos, mejorando la privacidad general de los datos.
Transparencia e interpretabilidad	La opacidad de los algoritmos de aprendizaje automático dificulta que los médicos puedan interpretar el razonamiento que sustenta un diagnóstico particular, lo que podría afectar la confianza y la responsabilidad.	Los avances en la inteligencia artificial explicables podrían hacer que estos sistemas sean más transparentes, generando confianza entre médicos y pacientes.
Implementación de rutina	La integración en los flujos de trabajo clínicos existentes, la compatibilidad con los sistemas de registros médicos existentes y la capacitación de las personas son obstáculos importantes.	La inteligencia artificial podría automatizar tareas repetitivas, lo que permitiría a los profesionales de la salud centrarse en tareas más complejas y centradas en las actividades de los pacientes.
Justicia	Garantizar que las herramientas de inteligencia artificial no discriminen por motivos de etnia, estatus socioeconómicos u otros factores es difícil, pero crucial para una atención sanitaria equitativa.	Las prácticas de inteligencia artificial éticas y los algoritmos que respetan la equidad pueden ayudar a eliminar los sesgos en la atención sanitaria.

Exactitud	Aunque la inteligencia artificial muestra resultados prometedores en entornos controlados, su eficacia en diversas condiciones del mundo real aún requiere validación exhaustiva.	En entornos controlados, la inteligencia artificial ha demostrado una precisión notable, a veces incluso superan a los expertos humanos, prometiendo así un futuro de procedimientos de diagnóstico mejorado.
Reglamento	El panorama cambiante de las regulaciones de atención médica, particularmente con respecto a la inteligencia artificial y el uso de datos, crea incertidumbres que pueden ralentizar la adopción e implementación descendentes.	Un marco regulatorio bien definido puede proporcionar una base confiable para implementar la inteligencia artificial en la atención médica, garantizando la seguridad del paciente y la integridad de los datos.

Fuente: Elaboración propia, 2026 con base a las referencias⁶.

Finalmente, Zakhem et al.¹², destacan la importancia de una mayor participación de dermatólogos en el desarrollo de estas tecnologías, especialmente en aspectos como la recopilación de datos, la identificación de sesgos y la validación clínica de los modelos. La colaboración interdisciplinaria permitiría el acceso a conjuntos de datos más amplios y diversos, mejorando la robustez y aplicabilidad de los sistemas de inteligencia artificial. La Tabla 4. resume los principales desafíos de la inteligencia artificial en dermatología¹⁴.

En conjunto, estos desafíos evidencian la necesidad de un desarrollo responsable, validado y centrado en el paciente para garantizar una implementación segura y efectiva de la inteligencia artificial en dermatología.

Tabla 4. Desafíos de la inteligencia artificial en dermatología

Desafíos	Resumen
Validación del modelo	Muchos modelos no cuentan con un verdadero conjunto de validación externa, por lo que pueden no ser representativos de la población general. Además, los puntos de referencia estandarizados que se pueden utilizar en todos los modelos no están fácilmente disponibles debido a las limitaciones de los pocos conjuntos de datos públicos que sirven como buenos puntos de referencia.
Calidad de los datos	El rendimiento del modelo puede verse limitado por la calidad de los datos, que pueden verse afectada en la recopilación inicial por errores del usuario que crean artefactos de datos o por deficiencias intrínsecas de la fuente que limitan la diversidad y crean desequilibrios de clase que el modelo no tienen en cuenta.
Sesgo algorítmico y equidad en salud	Los modelos pueden contener sesgos basados en la selección de datos utilizados para el entrenamiento que pueden afectar la generalización a diferentes grupos demográficos, tanto raciales como socioeconómicas.
Implementación y confianza del usuario	La aceptación de la inteligencia artificial puede verse limitada no solo por agencias gubernamentales como la FDA que aprueba su uso, sino también a nivel del médico y del paciente, donde la desconfianza o la incertidumbre pueden disuadir su uso.

Fuente: Elaboración propia, 2026 con base a las referencias¹⁴.

2.10.1 Formación exhaustiva

Uno de los principales desafíos de las técnicas de detección de cáncer de piel basadas en redes neuronales es el extenso proceso de entrenamiento que requieren. Para analizar e interpretar adecuadamente las características de las imágenes dermatoscópicas, los sistemas deben someterse a un entrenamiento intensivo, lo cual demanda una gran cantidad de tiempo y recursos computacionales avanzados¹⁶.

2.10.2 Calidad de imagen

La calidad de la imagen influye de manera significativa en el rendimiento de los sistemas de visión por computadora. Diversos factores pueden afectar negativamente esta calidad, como un enfoque o iluminación inadecuados, representaciones erróneas del color,

ángulos o encuadres desfavorables, obstrucciones visuales y baja resolución. Además, aunque los humanos pueden ignorar fácilmente ciertos artefactos como desenfoque, barras de escala o marcas quirúrgicas, estos pueden afectar considerablemente el desempeño de los modelos de inteligencia artificial¹⁴.

La obtención de imágenes de alta calidad de manera consistente en entornos clínicos representa un reto, debido a limitaciones como el tiempo disponible, la falta de capacitación y el uso de equipos inadecuados. Por ello, se han propuesto guías estandarizadas para la captura de imágenes dermatológicas, incluyendo recomendaciones sobre iluminación, fondo, campo de visión, orientación y calibración del color¹⁴.

2.10.3 Sesgo algorítmico y equidad en salud

La implementación de la inteligencia artificial conlleva el riesgo de perpetuar o incluso amplificar desigualdades en salud debido a la presencia de sesgos en los datos. Estos pueden originarse en los conjuntos de entrenamiento o ser introducidos inadvertidamente por los desarrolladores¹⁴.

Muchos modelos de detección de melanoma han sido entrenados principalmente con imágenes de personas de piel clara. Aunque el melanoma es más frecuente en esta población, los pacientes con piel más oscura suelen presentar diagnósticos en etapas más avanzadas y peores tasas de supervivencia. En consecuencia, los modelos pueden mostrar un menor rendimiento en estos grupos¹⁴.

Por ello, es fundamental priorizar la recolección de datos diversos que incluyan todos los tonos de piel, así como garantizar transparencia en las características de los conjuntos de datos y en los procesos de etiquetado.

2.10.4 Validación de modelos de inteligencia artificial

La validación rigurosa de los modelos de inteligencia artificial es esencial antes de su implementación en entornos clínicos. Esta debe incluir pruebas con conjuntos de datos externos, ya que la evaluación basada únicamente en datos internos puede sobreestimar el

rendimiento del modelo. La disminución del desempeño en validaciones externas puede deberse a datos de entrenamiento no representativos o a fenómenos como la fuga de información¹⁴.

2.11 El camino hacia la implementación clínica de inteligencia artificial

Dado el rápido avance de la inteligencia artificial en medicina, la Academia Estadounidense de Dermatología (AAD) ha emitido recomendaciones para su integración en la práctica clínica. Estas destacan la necesidad de modelos validados, transparencia en su funcionamiento y la participación activa de múltiples actores. Para lograr una adopción generalizada, los estudios deben demostrar mejoras significativas en los resultados en salud¹⁴.

2.11.1 Ampliación del acceso a la atención

La inteligencia artificial tiene el potencial de mejorar la equidad en salud al facilitar el acceso a la atención dermatológica, especialmente en zonas rurales o con escasez de especialistas. La teledermatología apoyada por inteligencia artificial puede optimizar los procesos de derivación, reducir tiempos de espera y mejorar la accesibilidad a servicios diagnósticos¹⁴.

2.11.2 Colaboración entre humanos y computadoras

El rol del médico sigue siendo fundamental en la interpretación clínica, la toma de decisiones y el acompañamiento del paciente. La integración de la inteligencia artificial en la práctica clínica permite mejorar la precisión diagnóstica, por lo que el futuro de la dermatología apunta hacia una colaboración entre humanos y sistemas computacionales¹⁴.

Los factores humanos, como la experiencia clínica, los sesgos cognitivos y los estilos de toma de decisiones, influyen en el uso de estas tecnologías y deben considerarse en su diseño e implementación⁶².

El enfoque de “inteligencia artificial con supervisión humana” ha ganado relevancia, ya que permite que el médico valide los resultados generados por el sistema, reduciendo errores y favoreciendo la toma de decisiones compartida con el paciente⁵.

A partir de las limitaciones previamente descritas, se derivan importantes implicaciones éticas y legales que deben ser consideradas en la implementación de la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del cáncer de piel.

2.12 Consideraciones éticas y legales

A pesar de los avances en inteligencia artificial, estos sistemas no están exentos de errores. Uno de los principales riesgos es la presencia de falsos negativos, lo que podría generar una falsa sensación de seguridad frente a melanomas potencialmente graves. Por otro lado, los falsos positivos pueden conducir a sobrediagnóstico y aumentar la carga económica del sistema de salud⁷.

Además, existen preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos, ya que estos sistemas requieren el almacenamiento y procesamiento de información sensible, incluyendo imágenes clínicas y datos personales. El uso de estos datos debe estar regulado y contar con el consentimiento informado del paciente⁷.

2.13 Investigación futura

Las futuras investigaciones deberán centrarse en mejorar la precisión, interpretabilidad y aplicabilidad clínica de los modelos de inteligencia artificial. La integración de enfoques multimodales, el aumento de la diversidad de los conjuntos de datos y la optimización de la eficiencia computacional serán aspectos clave¹⁴.

Si bien la inteligencia artificial ha demostrado un alto rendimiento en tareas específicas, como la clasificación binaria, aún enfrenta desafíos en escenarios más complejos, como el diagnóstico de cánceres de piel no melanoma¹³.

El futuro de esta tecnología no radica en reemplazar al médico, sino en potenciar su capacidad diagnóstica. La colaboración entre inteligencia artificial y profesionales de la salud será esencial para mejorar los resultados clínicos y garantizar una atención centrada en el paciente.

Asimismo, será necesario evaluar la relación costo – efectividad y la aceptación de estas tecnologías en la práctica clínica, factores determinantes para su implementación a gran escala³⁸.

En síntesis, la inteligencia artificial representa una herramienta prometedora para el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma. Sin embargo, su implementación efectiva requiere superar desafíos técnicos, éticos y clínicos, así como una integración adecuada con el juicio médico. En este contexto, se hace necesario desarrollar investigaciones que evalúen su aplicabilidad en entornos específicos, lo que justifica la realización del presente estudio.

CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la metodología utilizada para la recopilación, selección, análisis y síntesis de la evidencia científica disponible sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma. Se detalla el enfoque metodológico mixto adoptado, los tipos de estudios considerados, las fuentes de información consultadas, los criterios de inclusión y exclusión, así como la estrategia de búsqueda utilizada en bases de datos científicas. Finalmente, se presenta el proceso de evaluación de la evidencia mediante niveles de jerarquización científica, garantizando un análisis estructurado, riguroso y reproducible.

3.1 Enfoque de la investigación

El estudio tiene un enfoque mixto. El componente cualitativo permite analizar la literatura científica para identificar tendencias, limitaciones y aplicaciones clínicas de la inteligencia artificial en dermatología. El componente cuantitativo se basa en la extracción de datos numéricos reportados en los estudios, como sensibilidad, especificidad, exactitud diagnóstico y área bajo la curva de los modelos de inteligencia artificial. La integración de ambos enfoques permite una comprensión global del fenómeno estudiado.

3.2 Tipo de investigación

La investigación corresponde a una revisión bibliográfica con enfoque sistemático y analítico. Se basa en el análisis de estudios científicos previos relacionados con el uso de inteligencia artificial en el diagnóstico de cáncer de piel.

3.3 Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas en este estudio corresponden principalmente a fuentes secundarias, entendidas como aquella información previamente analizada, interpretada o sintetizada por otros autores, incluyendo artículos científicos, revisiones sistemáticas, libros especializados y documentos institucionales. La búsqueda de información se realizó en bases de datos científicas reconocidas a nivel internacional, tales

como PubMed, ScienceDirect, Scopus, Cochrane Library y Google Scholar. Asimismo, se consultaron fuentes institucionales de alto prestigio como Organización Mundial de la Salud, Academia Americana de Dermatología y Sociedad Americana del Cáncer. Estas fuentes fueron seleccionadas por su relevancia científica, actualización y confiabilidad en el área de dermatología y oncología cutánea.

3.4 Criterios de búsqueda

La búsqueda de información se realizó mediante palabras clave y operadores booleanos relacionados con inteligencia artificial y cáncer de piel. Se utilizaron términos como “inteligencia artificial y melanoma”, “deep learning and skin cancer” y “dermoscopy and artificial intelligence”. Se incluyeron estudios publicados entre 2020 y 2025, en idioma inglés y español, con acceso a texto completo.

Estos criterios permitieron filtrar y seleccionar estudios pertinentes que respondieran a los objetivos planteados en la investigación, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Tabla de criterios de búsqueda

Objetivo	Descriptores	Motores de búsqueda	Período del estudio	Idioma
Describir los diferentes métodos de inteligencia artificial aplicados en la clasificación y diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, recopilando información relevante en la literatura científica.	Inteligencia artificial. Melanoma. Cáncer de piel no melanoma. Aprendizaje profundo. Redes neuronales convolucionales.	PubMed. Google Scholar. Cochrane Library. Science Direct. Repositorio UCR.	2020 – 2025.	Inglés. Español.
Comparar la precisión diagnóstica documentada de la inteligencia artificial frente a médicos generales y especialistas en el análisis de imágenes para el diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.	Dermatología. Dermopatología. Inteligencia artificial. Cáncer de piel. Redes neuronales convolucionales. Aprendizaje en máquinas.	PubMed. Google Scholar. Cochrane Library. Science Direct. Repositorio UCR.	2020 – 2025.	Inglés. Español.
Analizar los beneficios y limitaciones reportados en la literatura sobre la integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, considerando su impacto en la toma de decisiones clínicas.	Limitaciones de IA. Diagnóstico del melanoma. Diagnóstico del cáncer de piel no melanoma. Dermatoscopia. Integración de IA en medicina.	PubMed. Google Scholar. Cochrane Library. Science Direct. Repositorio UCR.	2020 – 2025.	Inglés. Español.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

3.5 Criterios de inclusión y exclusión

La Tabla 6. presenta los criterios de inclusión y exclusión utilizados en el presente estudio.

Tabla 6. Criterios de inclusión y criterios de exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos publicados entre los años 2020 y 2025.	Artículos publicados antes del año 2020.
Artículos disponibles en idioma inglés y español.	Artículos publicados en idiomas distintos al inglés o español.
Artículos con texto completo disponible.	Artículos sin acceso a texto completo (disponibles únicamente en formato de resumen).
Estudios originales y revisiones científicas, incluyendo ensayos clínicos y reportes de casos.	Estudios que no presentaran evidencia empírica suficiente o datos metodológicos claros para su análisis.
Publicaciones relacionadas directamente con la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.	Publicaciones no relacionadas con la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

3.6 Diagrama de flujo o algoritmo de búsqueda

El proceso de selección y revisión de los artículos seguidos para llevar a cabo la revisión bibliográfica se desarrolló en varias etapas: identificación, recopilación, elegibilidad e inclusión. Inicialmente, se identificaron un total de 1947 artículos de las plataformas PubMed y Cochrane Library, ambas bases de datos reconocidas por su rigor científico y relevancia en el área de la salud.

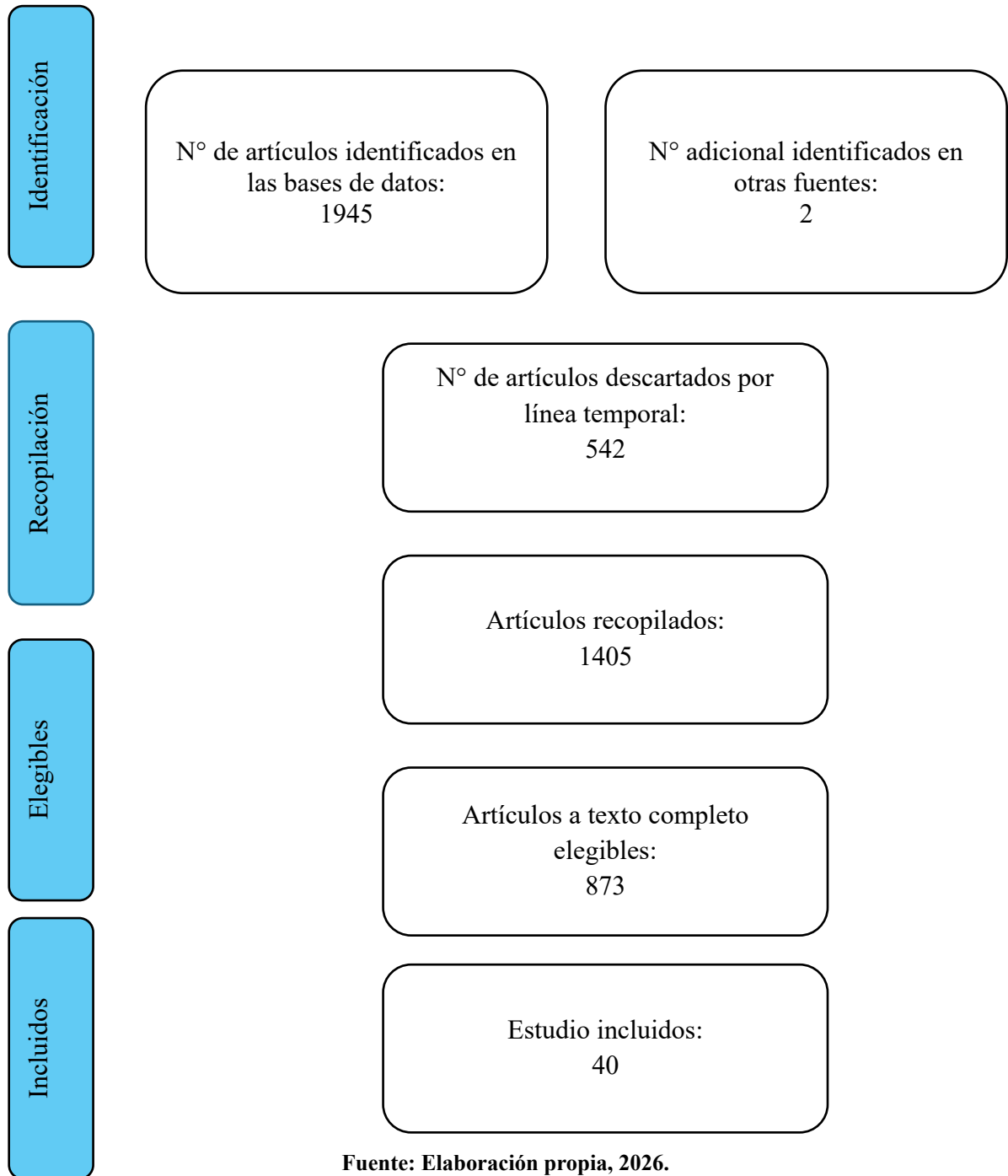
A continuación, se descartaron 542 artículos que no cumplían con los criterios de inclusión establecidos, específicamente aquellos relacionados con la línea temporal (años

2020 a 2025) y la especificidad del tema abordado. Posteriormente, se recopilaron 1405 artículos que fueron considerados potencialmente relevantes para el análisis.

De estos, se descartaron aquellos que no se encontraban en texto completo, quedando un total de 873 artículos. A estos se les aplicaron filtros adicionales con base en los criterios de elegibilidad definidos previamente.

Este proceso garantiza la rigurosidad metodológica y asegura que las fuentes seleccionadas sean pertinentes, actualizadas y de alta calidad científica para el desarrollo del estudio.

Figura 18. Diagrama de flujo o algoritmo de búsqueda



3.7 Clasificación de los niveles de evidencia según Sackett

Los estudios incluidos fueron clasificados según la jerarquía de evidencia de Sackett. Nivel I corresponde a revisiones sistemáticas y metaanálisis, nivel II comprende ensayos clínicos, nivel III corresponde a estudios observacionales, nivel IV comprende estudios descriptivos y nivel V corresponde a opinión de expertos. La Tabla 7. Sintetiza la clasificación de los niveles de evidencia según Sackett utilizados en la revisión bibliográfica.

Tabla 7. Clasificación de los niveles de evidencia según Sackett

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Cantidad según tipo de estudio	Cantidad según nivel de evidencia	Porcentaje (%)
I	Revisiones sistemáticas con homogeneidad y metaanálisis	32	32	80%
II	Ensayos clínicos aleatorizados	3	3	7,5%
III	Estudio de casos y controles individuales o preexperimentales	1	1	2,5%
IV	Estudios observacionales, series de casos o estudios descriptivos	3	3	7,5%
V	Revisiones bibliográficas y editoriales	1	1	2,5%
Total		40	40	100%

Fuente: Elaboración propia, 2026.

CAPÍTULO IV – DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Este capítulo presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica sobre la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico del cáncer de piel, incluyendo melanoma y cáncer de piel no melanoma (NMSC). El análisis se basa en un total de 40 artículos seleccionados mediante criterios metodológicos previamente definidos, con el objetivo de identificar la viabilidad, beneficios y limitaciones de la implementación de estas tecnologías en el sistema de salud costarricense.

En relación con los tipos de estudios incluidos, se evidenció una predominancia de investigaciones de alto nivel de evidencia, principalmente revisiones sistemáticas y metaanálisis, lo que respalda la solidez de los hallazgos analizados. Esto permite una mayor confiabilidad en la interpretación de los resultados y en las recomendaciones derivadas del estudio.

Los resultados muestran que la inteligencia artificial aplicada a la dermatología ha demostrado un alto potencial en la mejora del diagnóstico precoz del cáncer de piel, especialmente mediante el uso de modelos de aprendizaje profundo y redes neuronales convolucionales. Estos sistemas han alcanzado niveles de precisión comparables, e incluso superiores en algunos casos, a los de dermatólogos con experiencia, particularmente en el análisis de imágenes dermatoscópicas.

Sin embargo, a pesar de estos avances, la evidencia también señala limitaciones importantes. Entre ellas destacan la dependencia de la calidad de las imágenes, la falta de validación en entornos clínicos reales, el riesgo de sesgos en los datos de entrenamiento y la dificultad en la interpretación de los resultados debido a la naturaleza de “caja negra” de muchos modelos de inteligencia artificial⁶⁹.

Asimismo, aunque la dermatoscopia continúa siendo una herramienta fundamental en la práctica clínica, su efectividad depende de la experiencia del profesional, lo que refuerza el potencial de la inteligencia artificial como herramienta complementaria para reducir la variabilidad diagnóstica.

En cuanto a la posible implementación en el sistema de salud costarricense, los estudios analizados sugieren que la inteligencia artificial podría fortalecer la atención primaria mediante la mejora en la clasificación de lesiones sospechosas y la optimización de las

derivaciones hacia niveles especializados. No obstante, su integración enfrenta desafíos relacionados con la capacitación del personal de salud, la adaptación a los flujos de trabajo clínicos y la disponibilidad de recursos tecnológicos⁷⁰.

4.1 Análisis del objetivo 1.

Describir los diferentes métodos de inteligencia artificial aplicados en la clasificación y diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, recopilando información relevante en la literatura científica.

La inteligencia artificial ha adquirido una relevancia creciente en dermatología debido al aumento sostenido de la incidencia del cáncer de piel a nivel mundial y a las limitaciones de los métodos diagnósticos tradicionales. Tanto el melanoma como el cáncer de piel no melanoma constituyen un problema importante de salud pública, no solo por su frecuencia, sino también por el impacto clínico que generan cuando el diagnóstico se retrasa. En particular, el melanoma, aunque menos frecuente, es el subtipo de mayor agresividad y mortalidad, por lo que su detección temprana resulta fundamental para mejorar el pronóstico de los pacientes.

En la literatura revisada se observa que los métodos de inteligencia artificial más utilizados corresponden al aprendizaje automático y, especialmente, al aprendizaje profundo. Dentro de este último, las redes neuronales convolucionales han mostrado un desempeño destacado en el análisis de imágenes clínicas y dermatoscópicas. Estos modelos son capaces de identificar patrones complejos de textura, color, asimetría y bordes irregulares que, en muchos casos, pueden pasar desapercibidos para el ojo humano. Esta capacidad representa una ventaja importante en el contexto del diagnóstico dermatológico, donde la precisión depende en gran medida de la experiencia del profesional y de la calidad de la imagen evaluada.

Un aspecto relevante identificado en los estudios es que el rendimiento de estos sistemas varía de manera considerable según el tipo de base de datos utilizada, el tamaño de la muestra, el método de entrenamiento y el entorno de validación. En entornos controlados, los modelos suelen mostrar resultados altos; sin embargo, cuando se trasladan a escenarios

clínicos reales, su desempeño puede disminuir debido a la heterogeneidad de las lesiones, la variabilidad en la calidad de las imágenes y la presencia de patologías no incluidas en el entrenamiento. Esto evidencia una limitación importante relacionada con la capacidad de generalización de los algoritmos.

Otro hallazgo importante es la heterogeneidad metodológica entre los estudios analizados. Algunos reportan indicadores diagnósticos completos, mientras que otros omiten variables esenciales como el valor predictivo positivo o los intervalos de confianza. Esta falta de estandarización dificulta la comparación directa entre modelos y limita la solidez de las conclusiones. Además, la ausencia de medidas estadísticas uniformes afecta la reproducibilidad de los resultados y debilita la interpretación científica de la evidencia disponible.

En relación con la sensibilidad, varios estudios reportan valores elevados, lo cual sugiere que la inteligencia artificial tiene una alta capacidad para detectar correctamente lesiones malignas. Este aspecto es especialmente relevante en melanoma, donde el objetivo clínico principal es minimizar los falsos negativos y evitar diagnósticos tardíos. No obstante, también se identifican estudios con valores mucho más bajos, lo que confirma que el desempeño no es homogéneo y depende estrechamente del contexto metodológico. Esta variabilidad puede explicarse por diferencias en las bases de datos, por el tipo de lesión analizada y por la calidad del diseño de cada investigación.

La especificidad también muestra una dispersión importante. Algunos modelos logran un buen desempeño para identificar lesiones benignas, mientras que otros generan una cantidad significativa de falsos positivos. Desde el punto de vista clínico, esto tiene implicaciones importantes, ya que una alta sensibilidad con una baja especificidad puede ser útil en el tamizaje, pero también puede aumentar biopsias innecesarias, ansiedad en los pacientes y sobrecarga en los servicios de salud. Por tanto, la utilidad clínica de estos sistemas no debe evaluarse solo por su capacidad para detectar enfermedad, sino también por su equilibrio entre sensibilidad y especificidad.

La exactitud diagnóstica observada en los estudios también es variable. Los mejores resultados suelen corresponder a investigaciones realizadas en entornos experimentales con bases de datos controladas, mientras que los estudios con diseño más cercano a la práctica

clínica muestran cifras más conservadoras. Esto sugiere que, aunque la inteligencia artificial presenta un alto potencial, todavía existe una brecha entre el rendimiento experimental y la aplicación real en los sistemas de salud. En consecuencia, su implementación debe interpretarse como una herramienta de apoyo y no como sustituto del juicio clínico.

La Tabla 8. permite visualizar esta variabilidad en el desempeño diagnóstico de la inteligencia artificial. En ella, se observa que algunos artículos reportan valores altos de sensibilidad y especificidad, mientras que otros no presentan información suficiente para una comparación completa. Esta situación confirma que la literatura disponible aún carece de uniformidad en la forma de reportar resultados. Además, el hecho de que varios estudios no incluyan intervalos de confianza limita la interpretación estadística de sus hallazgos y dificulta valorar con precisión la robustez de cada modelo. En términos metodológicos, esto refleja una necesidad clara de estandarización en el reporte de métricas diagnósticas.

Tabla 8. Análisis comparativo de desempeño diagnóstico de la inteligencia artificial

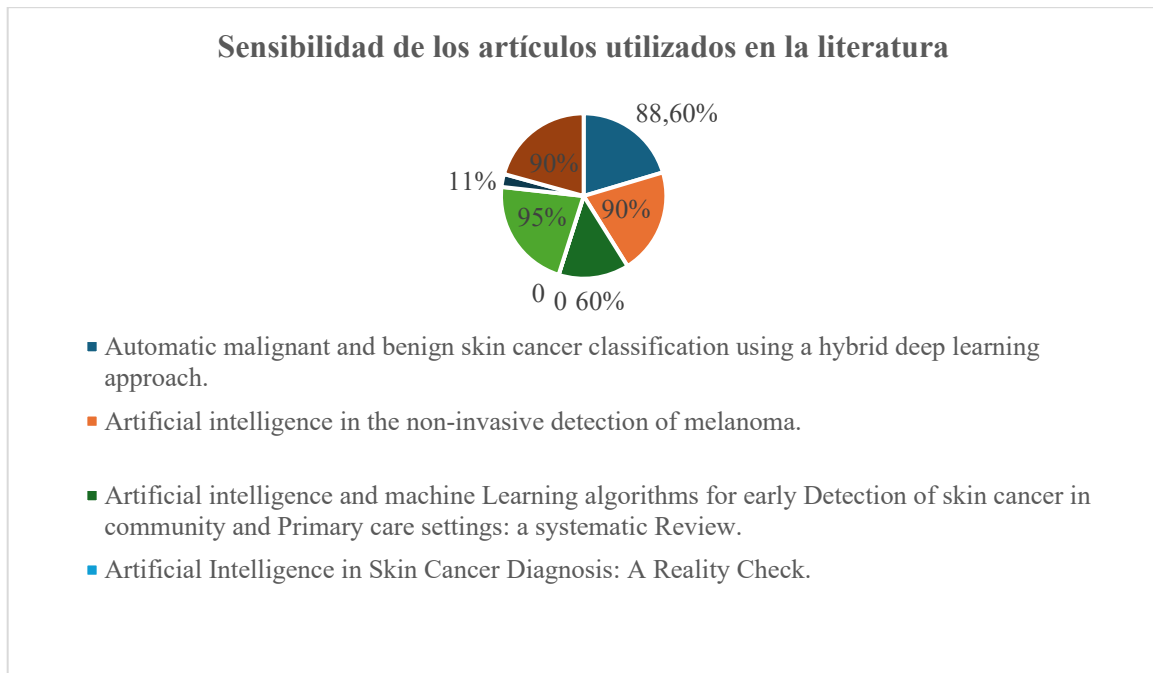
Artículo	Valor TP	Especificidad	Sensibilidad	Intervalo de confianza	Exactitud
Epidemiological patterns of common cancers in Costa Rica: An overview up to 2020.	No reportado.	No reportada.	No reportada.	No reportada.	No reportada.
Automatic malignant and benign skin cancer classification using a hybrid deep learning approach.	88,6%.	No reportada.	88,6%.	No reportada.	90,9%.
Artificial intelligence in the non-invasive detection of melanoma.	No reportado.	85%.	90%.	No reportado.	No reportado.
Artificial intelligence and machine Learning algorithms for early Detection of skin cancer in community and Primary care settings: a systematic review.	81%.	93%.	60%.	85%.	87%.

Artículo	Valor TP	Especificidad	Sensibilidad	Intervalo de confianza	Exactitud
Artificial Intelligence in Skin Cancer Diagnosis: A Reality Check.	No reportado.	79-94%.	88-96%.	No reportada.	56-89%.
Legal and ethical considerations of artificial intelligence in skin cancer diagnosis.	No reportado.	No definida.	Muy variable (7-73%).	No reportado.	No definida.
Mortalidad por Cáncer de Piel no Melanómico en Costa Rica, 2000-2019.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	95%.	No aplica.
Diagnosis and prognosis of melanoma from dermoscopy images using machine learning and deep learning.	No reportada.	99%.	95%.	No reportado.	>95%.
The State of Artificial Intelligence in Skin Cancer Publications.	No reportado.	15%.	11%.	No reportado.	96%.
The Role of Artificial Intelligence in Early Diagnosis and Molecular Classification of Head and Neck Skin Cancer: A Multidisciplinary Approach.	No reportado.	90%.	90%.	No reportado.	72,1-98,9%.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

El gráfico 1. Complementa esta información al mostrar visualmente la sensibilidad de los artículos revisados. Su interpretación evidencia una variabilidad marcada entre los estudios, con resultados que van desde valores muy altos hasta otros considerablemente bajos. Esta dispersión confirma que no todos los modelos tienen la misma capacidad para detectar lesiones malignas y que su rendimiento depende de factores como la calidad de la base de datos, el tipo de imagen utilizada y el entorno de validación. Desde el punto de vista clínico, el gráfico sugiere que algunos algoritmos podrían ser útiles como apoyo en el cribado, pero no todos alcanzan un nivel de desempeño suficientemente uniforme para una aplicación directa sin supervisión.

Gráfico 1. Sensibilidad de los artículos utilizados en la literatura



Fuente: Elaboración propia, 2026.

En conjunto, los resultados de este objetivo evidencian que la inteligencia artificial ha demostrado un potencial importante en la clasificación y diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel. Sin embargo, también muestran que su desempeño es altamente dependiente del contexto metodológico y de la calidad de los datos utilizados. Por ello, su uso debe considerarse complementario con validación externa rigurosa y con criterios homogéneos de reporte que permitan fortalecer la comparabilidad entre estudios.

4.2 Análisis del objetivo 2.

Comparar la precisión diagnóstica documentada de la inteligencia artificial frente a médicos generales y especialistas en el análisis de imágenes para el diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.

La comparación entre inteligencia artificial y profesionales de la salud constituye uno de los temas más relevantes en la literatura reciente sobre dermatología digital. En los estudios revisados se observa que los modelos de aprendizaje profundo han alcanzado desempeños diagnósticos comparables e incluso superiores a los de médicos generales y, en algunos casos, a los de especialistas, particularmente en escenarios controlados y con imágenes dermatoscópicas de alta calidad. Este hallazgo ha generado gran interés, ya que sugiere que la inteligencia artificial podría convertirse en una herramienta de apoyo útil para mejorar la detección temprana del cáncer de piel.

No obstante, esta superioridad aparente debe analizarse con cautela. La mayoría de los estudios que reportan altos niveles de precisión se han realizado bajo condiciones experimentales, con bases de datos homogéneas y procesos de validación interna. En contraste, en la práctica clínica real los médicos enfrentan imágenes de calidad variable, lesiones con características atípicas y pacientes con antecedentes diversos, lo cual hace que la toma de decisiones sea más compleja. Por ello, aunque los modelos algorítmicos pueden superar a los profesionales en tareas específicas de clasificación, esto no implica necesariamente que sean más útiles en el contexto asistencial cotidiano.

En el caso de los médicos generales, la inteligencia artificial podría representar una herramienta especialmente valiosa como apoyo en el primer nivel de atención. Muchos de estos profesionales no cuentan con entrenamiento especializado en dermatoscopia, lo que puede limitar su capacidad de identificar lesiones sospechosas con suficiente precisión. En ese sentido, un sistema automatizado podría servir como filtro inicial, ayudando a priorizar casos que requieren referencia a dermatología y reduciendo retrasos diagnósticos. Esta función de apoyo resulta especialmente pertinente en contextos donde el acceso a especialistas es limitado.

Respecto a los dermatólogos especialistas, la literatura sugiere que la inteligencia artificial no busca reemplazar su juicio clínico, sino complementarlo. En varios estudios se ha observado que la combinación entre la evaluación humana y la asistencia algorítmica mejora la precisión diagnóstica global. Esto es importante porque la práctica dermatológica no se basa únicamente en reconocer patrones visuales, sino también en integrar antecedentes clínicos, evolución de la lesión y otros elementos contextuales que los modelos automatizados no siempre pueden interpretar con la misma profundidad.

Un aporte conceptual relevante de la literatura es el desarrollo de modelos de inteligencia artificial explicable. Estos sistemas no solo ofrecen una clasificación final, sino que también muestran mapas de activación o áreas de interés que permiten comprender, al menos de forma parcial, por qué el algoritmo tomó determinada decisión. Esta característica incrementa la confianza de los profesionales y facilita la integración de la herramienta en la práctica clínica. Sin embargo, la interpretabilidad visual no equivale necesariamente a una comprensión causal completa del proceso patológico, por lo que su uso debe seguir acompañado de supervisión médica.

Otro punto clave del análisis comparativo es que, aunque la inteligencia artificial muestra una precisión diagnóstica notable, aún no existen suficientes estudios que demuestren su impacto real en desenlaces clínicos relevantes, como la reducción de mortalidad, la disminución de tiempos de espera o la optimización del uso de recursos sanitarios. En otras palabras, una mejor precisión estadística no siempre se traduce en un beneficio poblacional directo. Esta limitación evidencia que la evidencia actual se encuentra en una etapa de validación tecnológica, más que de implementación sanitaria consolidada.

También es importante considerar que gran parte de los modelos han sido entrenados con bases de datos que presentan predominio de fototipos claros, especialmente en poblaciones europeas y norteamericanas. Esto plantea un problema de representatividad, ya que la precisión del algoritmo puede disminuir en poblaciones no incluidas de forma adecuada en el entrenamiento. En contextos como el costarricense, esta limitación adquiere especial relevancia, porque podría generar errores de clasificación si el sistema se aplica sin validación local previa.

En síntesis, la comparación entre inteligencia artificial, médicos generales y especialistas muestra que la tecnología tiene un alto potencial como herramienta de apoyo diagnóstico, especialmente en tareas de tamizaje y priorización. Sin embargo, su utilidad real depende de la calidad de los datos, de la validación externa y de su integración responsable en los flujos clínicos. Por ello, más que sustituir al profesional, la inteligencia artificial debe entenderse como un recurso complementario que fortalece la toma de decisiones cuando se usa con criterios claros y supervisión adecuada.

4.3 Análisis del objetivo 3.

Analizar los beneficios y limitaciones reportados en la literatura sobre la integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, considerando su impacto en la toma de decisiones clínicas.

La integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel ofrece múltiples beneficios potenciales, especialmente en sistemas sanitarios con acceso limitado a especialistas. Uno de los principales aportes identificados en la literatura es la utilidad como herramienta de apoyo en la clasificación de lesiones sospechosas, permitiendo clasificar pacientes según nivel de riesgo y priorizar la atención de los casos más urgentes. Esto resulta particularmente valioso en regiones rurales o alejadas, donde el acceso a dermatología puede ser reducido y los tiempos de espera prolongados.

La telemedicina constituye un escenario especialmente favorable para la incorporación de inteligencia artificial. La combinación de imágenes clínicas, sistemas automatizados y evaluación remota puede facilitar la detección temprana de lesiones malignas y mejorar la oportunidad de referencia a especialistas. En este sentido, la inteligencia artificial no solo amplía la capacidad de análisis, sino que también puede contribuir a hacer más eficiente el recorrido del paciente dentro del sistema de salud.

Otro beneficio importante es la posibilidad de estandarizar ciertos aspectos del proceso diagnóstico. Los algoritmos pueden ofrecer criterios consistentes y reducir la variabilidad interobservador, lo cual es útil en contextos donde la experiencia clínica puede ser desigual. Esta estandarización, sin embargo, no debe interpretarse como sustitución del razonamiento

clínico, sino como una ayuda para fortalecerlo. La decisión final debe permanecer en manos del profesional de salud, quien integra la información algorítmica con la valoración global del paciente.

Entre las limitaciones más importantes se encuentra el sesgo algorítmico. Muchos de los modelos disponibles han sido entrenados con poblaciones poco diversas, lo que puede disminuir su exactitud en grupos subrepresentados. Esto es especialmente relevante para países con características demográficas y epidemiológicas propias, como Costa Rica, donde la validación local es indispensable para garantizar un uso seguro y equitativo. Si un modelo no ha sido entrenado con datos representativos de la población a la que se aplicará, su utilidad puede verse comprometida.

También existen desafíos éticos y legales relacionados con la privacidad de los datos, el consentimiento informado y la responsabilidad ante errores diagnósticos. El uso de imágenes clínicas y dermatoscópicas exige medidas de protección estrictas, así como transparencia en el funcionamiento de los sistemas. Además, si una lesión es clasificada incorrectamente por un algoritmo, surge la interrogante sobre quién asume la responsabilidad clínica y legal. Estos aspectos aún no están completamente resueltos en muchos contextos, lo que limita la adopción masiva de estas tecnologías.

Desde la perspectiva de la toma de decisiones clínicas, la inteligencia artificial puede aportar valor en distintos niveles. Puede ayudar a reducir la sobrecarga de los servicios especializados, apoyar a médicos generales en la identificación de lesiones sospechosas y facilitar la priorización de referencias. No obstante, también puede generar dependencia tecnológica si se utiliza sin suficiente criterio clínico. Por ello, su incorporación debe ir acompañada de capacitación, protocolos claros y supervisión constante.

En el contexto costarricense, estos hallazgos son especialmente relevantes. La distribución desigual de especialistas, la concentración de servicios en zonas urbanas y la existencia de barreras geográficas hacen que la inteligencia artificial tenga un potencial significativo como herramienta de equidad en salud. Su implementación podría mejorar el acceso al diagnóstico oportuno, reducir tiempos de espera y optimizar recursos institucionales. Sin embargo, para que esto ocurra, es necesario validar los modelos con datos nacionales, integrarlos a los sistemas existentes y asegurar su uso éxito y responsable.

En conclusión, la literatura muestra que la inteligencia artificial posee un alto potencial transformador en el diagnóstico del cáncer de piel, tanto por sus beneficios clínicos como por su capacidad para apoyar la organización de los servicios de salud. Sin embargo, sus limitaciones técnicas, metodológicas, éticas y regulatorias obligan a una adopción progresiva, cuidadosamente supervisada y contextualizada. En el caso de Costa Rica, su implementación solo será verdaderamente útil si se acompaña de validación local, formación profesional y marcos normativos sólidos.

CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las principales conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, alineadas directamente con sus objetivos específicos. Estas se obtienen del análisis de artículos internacionales sobre la implementación de la inteligencia artificial en la detección y diagnóstico del cáncer de piel, abarcando tanto el melanoma como el no melanoma. Las conclusiones sintetizan los hallazgos clave, resaltando el rol transformador de esta tecnología en la optimización diagnóstica, mientras que las recomendaciones proponen estrategias prácticas y basadas en evidencia para elevar la precisión y eficiencia en el sistema de salud costarricense.

5.1 Conclusiones

5.1.1 Conclusiones del objetivo 1.

Describir los diferentes métodos de inteligencia artificial aplicados en la clasificación y diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, recopilando información relevante en la literatura científica.

Los resultados de la revisión bibliográfica permiten concluir que la inteligencia artificial ha consolidado múltiples aplicaciones en el ámbito clínico, particularmente en el diagnóstico no invasivo del cáncer de piel. Entre las herramientas más desarrolladas se encuentran los sistemas de análisis automatizado de imágenes clínicas y dermatoscópicas, capaces de clasificar lesiones cutáneas y reconocer patrones sospechosos de malignidad con un grado considerable de precisión. Su aplicación representa un avance significativo en relación con los métodos convencionales, ya que permite integrar el procesamiento computacional de grandes volúmenes de datos con el reconocimiento de características morfológicas complejas que, en ocasiones, no son fácilmente percibidas por el observador humano.

Asimismo, se identificó que la inteligencia artificial puede incorporarse en distintos niveles de atención en salud, incluyendo la atención primaria, mediante dispositivos móviles y aplicaciones que permiten la captura y evaluación de imágenes en tiempo real. Esta

posibilidad amplía el alcance del diagnóstico dermatológico y favorece el triaje de pacientes, ya que facilita la identificación temprana de lesiones sospechosas y la priorización de casos que requieren valoración especializada. De manera complementaria, esta tecnología contribuye a disminuir la realización de biopsias innecesarias, lo cual repercute favorablemente tanto en la experiencia del paciente como en la eficiencia del sistema sanitario.

Otro hallazgo relevante es que la inteligencia artificial puede ayudar a reducir la variabilidad interobservador que caracteriza a procedimientos como la dermatoscopia, cuya precisión suele depender de la experiencia y entrenamiento del profesional. En este sentido, los sistemas automatizados deben entenderse como herramientas de apoyo a la decisión clínica, no como sustitutos del juicio médico. Su principal aporte reside en fortalecer la exactitud diagnóstica, mejorar la capacidad de detección temprana y optimizar el tiempo de atención, especialmente en entornos donde la disponibilidad de especialistas es limitada.

Del mismo modo, el desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a la detección de lesiones cutáneas ha permitido que tanto profesionales de salud como pacientes tengan acceso a recursos de análisis preliminar, lo cual resulta especialmente útil en contextos geográficos o institucionales donde el acceso a dermatología especializada es desigual. En síntesis, la inteligencia artificial se perfila como una herramienta diagnóstica prometedora, cuya utilidad no se limita al ámbito hospitalario, sino que también puede extenderse al primer nivel de atención y a estrategias de tamizaje comunitario.

5.1.2 Conclusiones del objetivo 2.

Comparar la precisión diagnóstica documentada de la inteligencia artificial frente a médicos generales y especialistas en el análisis de imágenes para el diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.

La comparación entre inteligencia artificial, médicos generales y especialistas permite concluir que los modelos de aprendizaje profundo, particularmente las redes neuronales convolucionales y los transformers, han alcanzado un rendimiento diagnóstico notable en la identificación de lesiones cutáneas malignas. En la mayoría de los estudios revisados, estos

algoritmos presentan valores elevados de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC, lo que evidencia una buena capacidad de discriminación entre lesiones benignas y malignas. En varios casos, el desempeño alcanzado por los sistemas automatizados ha sido comparable, e incluso superior, al de dermatólogos en tareas específicas de clasificación de imágenes dermatoscópicas.

Este hallazgo resulta especialmente relevante porque sugiere que la inteligencia artificial puede constituirse en una herramienta de apoyo diagnóstico de alto valor, sobre todo en escenarios donde la revisión de imágenes debe realizarse de manera rápida y con alta carga asistencial. Los algoritmos son capaces de detectar patrones complejos como asimetría, irregularidad de bordes y variaciones cromáticas sutiles, características que sustentan su utilidad en la detección de lesiones sospechosas. Sin embargo, su rendimiento se ha observado principalmente en condiciones controladas, con imágenes de alta calidad y bases de datos homogéneas, lo que obliga a interpretar estos resultados con cautela.

En relación con el cáncer de piel no melanoma, la literatura revisada muestra que, aunque su mortalidad es menor que la del melanoma, su incidencia elevada lo convierte en un problema de salud pública de gran magnitud. Esto refuerza la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que contribuyan a su identificación temprana y manejo oportuno. No obstante, se concluye que el desempeño de los modelos depende en gran medida de la calidad, representatividad y diversidad de los datos empleados para su entrenamiento. Las bases de datos internacionales han sido fundamentales para el desarrollo de estos sistemas, pero presentan limitaciones en cuanto a la inclusión de distintos fototipos de piel, contextos clínicos variados y lesiones menos frecuentes, lo que restringe la generalización de sus resultados a escenarios reales.

En consecuencia, aunque la inteligencia artificial muestra una capacidad diagnóstica muy prometedora, todavía requiere validación más amplia en poblaciones diversas, entornos asistenciales reales y contextos donde el primer contacto con el paciente ocurre en niveles de atención no especializados. Solo así será posible determinar con mayor certeza su equivalencia o superioridad frente al desempeño clínico humano en condiciones cotidianas.

5.1.3 Conclusiones del objetivo 3.

Analizar los beneficios y limitaciones reportadas en la literatura sobre la integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, considerando su impacto en la toma de decisiones clínicas.

El análisis de los beneficios y limitaciones de la integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel permite concluir que, a pesar de sus avances significativos, aún existen barreras importantes para su implementación clínica generalizada. Una de las principales limitaciones es la falta de interpretabilidad de muchos modelos, especialmente aquellos considerados de “caja negra”, cuyo funcionamiento interno resulta difícil de explicar incluso para los especialistas. Esta característica puede generar desconfianza entre los profesionales de la salud y obstaculizar la adopción de estas herramientas en la práctica cotidiana.

Como respuesta a esta limitación, la literatura reciente ha promovido el desarrollo de modelos de inteligencia artificial explicable, capaces de ofrecer justificaciones visuales y clínicas de sus decisiones. Estos enfoques incrementan la confianza de los profesionales y favorecen una relación más colaborativa entre el juicio humano y el análisis algorítmico. No obstante, aún es necesario profundizar en su evaluación para determinar hasta qué punto la explicabilidad mejora realmente la seguridad, la interpretabilidad y la calidad de la toma de decisiones clínicas. Otra limitación importante es la presencia de sesgos en los conjuntos de datos utilizados para el entrenamiento de los algoritmos. La subrepresentación de determinados grupos poblacionales, especialmente aquellos con fototipos de piel más oscuros o con manifestaciones clínicas menos frecuentes, puede afectar la precisión diagnóstica y generar desigualdades en el desempeño del sistema. Además, la mayoría de los estudios han sido realizados en entornos controlados, por lo que persiste la necesidad de validar estas herramientas en escenarios clínicos reales, con condiciones de uso más cercanas a la práctica asistencial cotidiana.

Desde el punto de vista ético, la literatura resalta la importancia de abordar aspectos como la protección de datos, la responsabilidad profesional ante errores diagnósticos y la regulación del uso de estas tecnologías en salud. La incorporación de inteligencia artificial en dermatología no debe limitarse al desarrollo técnico de algoritmos, sino que debe estar

acompañada de marcos normativos, criterios de seguridad y estrategias de implementación responsables.

Finalmente, se concluye que una de las principales proyecciones futuras es la integración de la inteligencia artificial con la telemedicina y con los sistemas de atención primaria, particularmente en contextos donde existe escasez de especialistas. Esta integración podría mejorar el acceso al diagnóstico temprano, optimizar recursos y fortalecer la detección oportuna del cáncer de piel en poblaciones vulnerables. En ese sentido, la inteligencia artificial no solo representa una innovación tecnológica, sino también una oportunidad para avanzar hacia modelos de atención más eficientes, preventivos y equitativos.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Recomendaciones del objetivo 1.

Describir los diferentes métodos de inteligencia artificial aplicados en la clasificación y diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, recopilando información relevante en la literatura científica.

Con base en los hallazgos del estudio, se recomienda que la implementación de inteligencia artificial en la detección del cáncer de piel se desarrolle bajo un modelo integrador, en el cual la tecnología complemente la práctica clínica y contribuya al fortalecimiento de la detección temprana, sin sustituir el criterio profesional. Para ello, resulta indispensable que estos sistemas sean adaptados a la realidad epidemiológica, fenotípica y asistencial de Costa Rica, de manera que su uso responda a las necesidades del contexto nacional y no únicamente a las condiciones de los entornos donde fueron desarrollados.

En particular, se recomienda validar los algoritmos con datos provenientes de la población costarricense, dado que los conjuntos de entrenamiento internacionales no siempre reflejan la diversidad de fototipos, patrones clínicos y subtipos de lesiones observables en el país. Esta validación local debe considerar también la representación de lesiones poco frecuentes y el comportamiento de los sistemas en distintos niveles de atención, especialmente en el primer contacto asistencial. Asimismo, es necesario establecer protocolos estandarizados para la captura de imágenes clínicas, de modo que la calidad del material empleado por los sistemas de inteligencia artificial sea homogénea y apta para su procesamiento.

De igual forma, conviene incorporar información clínica complementaria, como antecedentes familiares, exposición acumulada a radiación ultravioleta, síntomas asociados y factores de riesgo individuales, con el fin de que los modelos no se limiten a una lectura exclusivamente visual. La integración de estos elementos favorecería un enfoque más integral y coherente con la práctica médica. Se recomienda también promover proyectos piloto en centros de salud y hospitales regionales, a fin de evaluar la viabilidad operativa, técnica y clínica de estas herramientas antes de una implementación a mayor escala.

5.2.2 Recomendaciones del objetivo 2.

Comparar la precisión diagnóstica documentada de la inteligencia artificial frente a médicos generales y especialistas en el análisis de imágenes para el diagnóstico de lesiones cutáneas sospechosas de cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma.

Se sugiere impulsar el uso de inteligencia artificial como herramienta de apoyo a la clasificación clínica, especialmente en el primer nivel de atención, donde muchos médicos generales no cuentan con formación especializada en dermatoscopia. Su incorporación puede mejorar la capacidad de identificar lesiones sospechosas, facilitar la referencia oportuna a dermatología y reducir tanto los tiempos de espera como la realización de procedimientos innecesarios. De esta forma, la inteligencia artificial funcionaría como un instrumento de apoyo decisional que fortalece el proceso diagnóstico desde la atención inicial.

También se recomienda promover el desarrollo y uso de sistemas multimodales que integran distintos tipos de imagen y variables clínicas, con el objetivo de aumentar la precisión diagnóstica y disminuir la dependencia de una sola fuente de información. Este enfoque resulta especialmente pertinente en lesiones complejas o pacientes con antecedentes de riesgo elevado. De manera complementaria, se sugiere fomentar el seguimiento longitudinal de pacientes con múltiples nevos o lesiones atípicas, utilizando inteligencia artificial para detectar cambios progresivos en el tiempo y reducir biopsias repetidas innecesarias.

Asimismo, resulta conveniente evaluar de forma continua el impacto de estas herramientas en indicadores de salud pública, como la reducción de procedimientos invasivos, la optimización del uso de recursos y la mejora en los tiempos de atención. Estas evaluaciones permitirían determinar si la precisión observada en estudios experimentales se traduce efectivamente en beneficios concretos para la población y para el sistema sanitario.

5.2.3 Recomendaciones del objetivo 3.

Analizar los beneficios y limitaciones reportados en la literatura sobre la integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma y no melanoma, considerando su impacto en la toma de decisiones clínicas.

Se recomienda potenciar el uso de técnicas diagnósticas no invasivas apoyadas por inteligencia artificial, como la dermatoscopia digital y la microscopia confocal de reflectancia, debido a que su combinación con algoritmos inteligentes puede mejorar la interpretación de imágenes, aumentar la precisión diagnóstica y disminuir la necesidad de biopsias innecesarias. Esta línea de acción es particularmente valiosa en lesiones benignas o de bajo riesgo, donde el objetivo principal es evitar procedimientos invasivos sin comprometer la seguridad del paciente.

De igual modo, se sugiere fortalecer la incorporación progresiva de inteligencia artificial en la telemedicina, especialmente en regiones rurales o con escasa disponibilidad de dermatólogos. Esta estrategia podría ampliar el acceso al diagnóstico temprano, mejorar la equidad territorial y facilitar la priorización adecuada de pacientes que requieren atención especializada. Para lograrlo, será indispensable acompañar la implementación tecnológica con procesos de capacitación dirigidos al personal de salud, de manera que los profesionales comprendan el alcance y las limitaciones de estas herramientas.

También se considera fundamental desarrollar marcos regulatorios claros que aborden la protección de datos, el consentimiento informado, la transparencia de los modelos y la responsabilidad profesional ante eventuales errores. La adopción de inteligencia artificial en salud debe estar sustentada en principios éticos sólidos y en mecanismos de supervisión que garanticen la seguridad del paciente. En el caso específico de Costa Rica, sería conveniente avanzar hacia la creación de un banco nacional de imágenes dermatológicas y la realización de estudios piloto en hospitales y áreas de salud, con el fin de validar localmente estos sistemas antes de una adopción a gran escala.

La incorporación de inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de piel debe concebirse como una estrategia complementaria, contextualizada y progresiva, orientada a mejorar la calidad de la atención y a favorecer la capacidad resolutoria del sistema de salud.

Su implementación responsable podría contribuir de manera significativa al diagnóstico temprano, a la optimización de recursos y a una atención más equitativa para la población costarricense.

CAPÍTULO VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Agency for Research on Cancer. [Internet]. Francia: World Health Organization. 13 de junio de 2024. [Citado el 04 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.iarc.who.int/news-events/iarc-marks-global-non-melanoma-skin-cancer-awareness-day>.
2. Calderon A, Guman O, Murphy JD. Epidemiological patterns of common cancers in Costa Rica: An overview up to 2020. Open J Soc Sci [Internet]. 2023 [Citado el 16 de marzo de 2026]; 11(6):500-17. Disponible en: [10.4236/jss.2023.116033](https://doi.org/10.4236/jss.2023.116033).
3. Bassel A, Abdulkareem AB, Alyasseri ZAA, Sani NS, Mohammed HJ. Automatic malignant and benign skin cancer classification using a hybrid deep learning approach. Diagnostics (Basel) [Internet]. 2022 [Citado el 16 de marzo de 2026]; 12(10):2472. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102472>.
4. Ismail Mendi B, Kose K, Fleshner L, Adam R, Safai B, Farabi B, et al. Artificial intelligence in the non-invasive detection of melanoma. Life (Basel) [Internet]. 2024 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 14(12):1602. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/life14121602>.
5. Jones OT, Matin RN, Van der Schaar M, Prathivadi Bhayankaram K, Ranmuthu CKI, Islam MS, et al. Artificial Intelligence and machine learning algorithms for early detection of skin cancer in community and primary care settings: a systematic review. Lancet Digit Health [Internet]. 2022 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 4(6): e466-76. Disponible en: [10.1016/S2589-7500\(22\)00023-1](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00023-1).
6. Brancaccio G, Balato A, Malveyh J, Puig S, Argenziano G, Kittler H. Artificial intelligence in skin cancer diagnosis: A reality check. J Invest Dermatol [Internet]. 2024 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 144 (3):492-9. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/j.jid.2023.10.004](https://dx.doi.org/10.1016/j.jid.2023.10.004).
7. Jobson D, Mar V, Freckelton I. Legal and ethical considerations of artificial intelligence in skin cancer diagnosis. Australas J Dermatol [Internet]. 2022 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 63(1): e1-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ajd.13690>.
8. Brenes – Bolaños D, Bonilla – Carrión R, Solano – Ruiz J, Evans – Meza R, Salvatierra – Durán R. Mortalidad por Cáncer de Piel No Melanómico en Costa Rica, 2000-2019.

- Rev Hisp Cienc Salud [Internet]. 2022 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 8(3):84-91. Disponible en: <https://doi.org/10.56239/rhcs.2022.83.555>.
9. Naseri H, Safaei AA. Diagnosis and prognosis of melanoma from dermoscopy images using machine learning and deep learning: a systematic literatura review. BMC Cancer [Internet]. 2025 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 25(1):75. Disponible en: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-024-13423-y>.
 10. Joly – Chevrier M, Nguyen AX – L, Liang L, Lesko – Krleza M, Lefrançois P. The state of artificial intelligence in skin cancer publications. J Cutan Med Surg [Internet]. 2024 [Citado el 01 de marzo de 2025]; 28(2):146-52. Disponible en: [10.1177/12034754241229361](https://doi.org/10.1177/12034754241229361).
 11. Semerci ZM, Toru Hs. Çobankent Aytekin E, Tercanli H, Chiorean DM, Albayrak Y, et al. The role of artificial intelligence in early diagnosis and molecular classification of head and neck skin cancers: A multidisciplinary approach. Diagnostics (Basel) [Internet]. 2024 [Citado el 15 de febrero de 2025]; 14(14):1477. Disponible en: [10.3390/diagnostics14141477](https://doi.org/10.3390/diagnostics14141477).
 12. Zakhem GA, Fakhoury JW, Motosko CC, Ho RS. Characterizing the role of dermatologists in developing artificial intelligence for assessment of skin cancer. J Am Acad Dermatol [Internet]. 2021 [Citado el 15 de febrero de 2025]; 85(6): 1544-56. Disponible en: [10.1016/j.jaad.2020.01.028](https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.01.028).
 13. Jartarkar SR. Artificial intelligence: Its role in dermatopathology. Indian J Dermatol Venereol Leprol. [Internet]. 2023. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 89(4):549-52. Disponible en: [10.25259/IJDVL_725_2021](https://doi.org/10.25259/IJDVL_725_2021).
 14. Wei ML, Tada M, So A, Torres R. Artificial intelligence and skin cancer. Front Med (Lausanne). [Internet]. 2024. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 11:1331895. Disponible en: [10.3389/fmed.2024.1331895](https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1331895).
 15. Oniga M, Sultana A, Alexandrescu B, Orzan O. Towards an integrated Imaging for melanoma diagnosis: A review of multispectral, hyperspectral, and termal technologies with preliminary System Development. Comput Biol Med. [Internet]. 2025. [Citado del 15 de febrero de 2025]. 185(109570):109570. Disponible en: [10.1016/j.compbimed.2024.109570](https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2024.109570).

16. Dildar M, Akram S, Irfan M, Khan HU, Ramzan M, Mahmood AR. Skin Cancer Detection: A Review Using Deep Learning Techniques. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet]. 2021. [Citado el 15 de febrero de 2025]; 18(10):5479. Disponible en: [10.3390/ijerph18105479](https://doi.org/10.3390/ijerph18105479).
17. Wallace VP, Bamber JC, Crawford DC, Ott RJ, Mortimer PS. Classification of reflectance spectra from pigmented skin lesions, a comparison of multivariate discriminant analysis and artificial neural networks. *Phys Med Biol*. [Internet]. 2000. [Citado el 12 de febrero de 2025]; 45(10):2859-71. Disponible en: [10.1088/0031-9155/45/10/309](https://doi.org/10.1088/0031-9155/45/10/309).
18. Rubegni P, Burrioni M, Cevenini G, Perotti R, Dell'Eva G, Barbini P, et al. Digital dermoscopy analysis and artificial neural networks for the differentiation of clinically atypical pigmented skin lesions: a retrospective study. *J Invest Dermatol*. [Internet]. 2002. [Citado el 12 de febrero de 2025]; 119(2):471-4. Disponible en: [10.1046/j.1523-1747.2002.01835.x](https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2002.01835.x).
19. Madden BC. In this issue: casting a net. *J Invest Dermatol*. [Internet]. 2002. [Citado el 12 de febrero de 2025]; 119(2):363-4. Disponible en: [10.1046/j.1523-1747.2002.01192.x](https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2002.01192.x).
20. Rubegni P, Cevenini G, Burrioni M, Perotti R, Dell'Eva G, Sbrano P, et al. Automated diagnosis of pigmented skin lesions. *Int J Cancer*. [Internet]. 2002. [Citado el 12 de febrero de 2025]; 101(6):576-80. Disponible en: [10.1002/ijc.10620](https://doi.org/10.1002/ijc.10620).
21. Hoffmann K, Gambichler T, Rick A, Kreutz M, Anschuetz M, Grünendick T, et al. Diagnostic and neural analysis of skin cancer (DANAOS). A multicentre study for collection and computer-aided analysis of data from pigmented skin lesions using digital dermoscopy. *Br J Dermatol*. [Internet]. 2003. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 149(4):801-9. Disponible en: [10.1046/j.1365-2133.2003.05547.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2003.05547.x).
22. Taktak AFG, Fisher AC, Damato BE. Modelling survival after treatment of intraocular melanoma using artificial neural networks and Bayes theorem. *Phys Med Biol*. [Internet]. 2004. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 49(1):87-98. Disponible en: [10.1088/0031-9155/49/1/006](https://doi.org/10.1088/0031-9155/49/1/006).
23. Sigurdsson S, Philipsen PA, Hansen LK, Larsen J, Gniadecka M, Wulf HC. Detection of skin cancer by classification of Raman spectra. *IEEE Trans Biomed Eng*. [Internet]. 2004.

[Citado el 14 de febrero de 2025]; 51(10):1784-93. Disponible en: [10.1109/TBME.2004.831538](https://doi.org/10.1109/TBME.2004.831538).

24. Blum A, Luedtke H, Ellwanger U, Schwabe R, Rassner G, Garbe C. Clinical and Laboratory Investigations: Digital image analysis for diagnosis of cutaneous melanoma. Development of a highly effective computer algorithm based on analysis of 837 melanocytic lesions. *Br J Dermatol*. [Internet]. 2004. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 151(5):1029-38. Disponible en: [10.1111/j.1365-2133.2004.06210.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2004.06210.x).
25. Tomatis S, Carrara M, Bono A, Bartoli C, Lualdi M, Tragni G, et al. Automated melanoma Detection with a novel multispectral imaging system: results of a prospective study. *Phys Med Biol*. [Internet]. 2005. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 50(8):1675-87. Disponible en: [10.1088/0031-9155/50/8/004](https://doi.org/10.1088/0031-9155/50/8/004).
26. Menzies SW, Bischof L, Talbot H, Guteney A, Avramidis M, Wong L, et al. The performance of SolarScan: an automated dermoscopy image analysis instrument for the diagnosis of primary melanoma. *Arch Dermatol*. [Internet]. 2005. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 141(11):1388-96. Disponible en: https://jamanetwork.com/journals/jamadermatology/fullarticle/400665#google_vignette.
27. Menzies SW. Technologies for the diagnosis of primary melanoma of the skin. *Med J Aust*. [Internet]. 2006. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 185(10):533-4. Disponible en: <https://www.mja.com.au/journal/2006/185/10/technologies-diagnosis-primary-melanoma-skin>.
28. Carrara M, Bono A, Bartoli C, Colombo A, Lualdi M, Moglia D, et al. Multispectral imaging and artificial neural network: mimicking the management decision of the clinician facing pigmented skin lesions. *Phys Med Biol*. [Internet]. 2007. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 52(9):2599-613. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9155/52/9/018>.
29. Seidenari S, Grana C, Pellacani G. Colour clusters for computer diagnosis of melanocytic lesions. *Dermatology*. [Internet]. 2007. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 214(2):137-43. Disponible en: [10.1159/000098573](https://doi.org/10.1159/000098573).
30. Rajpara SM, Botello AP, Townend J, Ormerod AD. Systematic Review of dermoscopy and digital dermoscopy/artificial intelligence for the diagnosis of melanoma. *Br J*

- Dermatol. [Internet]. 2009. [Citado el 15 de febrero de 2025]; 161(3):591-604. [10.1111/j.1365-2133.2009.09093.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09093.x).
31. Gilmore S, Hofmann-Wellenhof R, Muir J, Soyer HP. Lacunarity analysis: a Promising Method for the automated Assessment of melanocytic Naevi and melanoma. PLoS One. [Internet]. 2009. [Citado el 15 de febrero de 2025]; 4(10): e7449. Disponible en: [10.1371/journal.pone.0007449](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007449).
 32. Villalobos Romo V, Méndez Gonzales L, Díaz Román JD, et al. Algoritmo Basado en Aprendizaje de Máquina para Detección de Cáncer de Piel. Academia Journals 2021. [Internet]. 2021. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 13(10):2727-2732. Disponible en: <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/22224>.
 33. Naoui MA. Transfer learning approach based for skin cancer Detection. Rev Cubana Cienc Inform. [Internet]. 2022. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 16(4):1-17. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v16n4/2227-1899-rcci-16-04-1.pdf>.
 34. Herrera-Bravo IS, Ordoñez-Erazo HA, Ávila-George H. Explainable Classification of Dermoscopy Images for the Detection of Melanoma: A systematic Mapping of the Literature. Rev Fac Ing. [Internet]. 2024. [Citado el 15 de febrero de 2025]; 27 (74):102-16. Disponible en: <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/18060/14676>.
 35. Hussein H, Ahmed M, Abdel-Kader RF, Khaled Abd El Salam. Binary Classification of Skin Cancer Images Using Pre-trained Networks with I-GWO. ia. [Internet]. 2024. [Citado el 15 de febrero de 2025]; 27 (74):102-16. Disponible en: [10.4114/intartif.vol27iss74pp102-116](https://doi.org/10.4114/intartif.vol27iss74pp102-116).
 36. Rodríguez J, Herrera Molina A, Herrera P, Tierra V, Verdezoto T, Bonifaz E, et al. Photoeducation strategy through emerging technologies. Data and Metadata. [Internet]. 2024. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 3. Disponible en: doi.org/10.19053/uptc.01211129.v33.n69.2024.18060.
 37. Claret SPA, Dharmian JP, Manokar AM. Artificial intelligence-driven enhanced skin cancer diagnosis: leveraging convolutional neural networks with discrete wavelet transformation. Egipto J Med Hum Genet. [Internet]. 2024. [Citado el 15 de febrero de 2025]; 25:50. Disponible en: <https://jmhg.springeropen.com/articles/10.1186/s43042-024-00522-5>.

38. Chiu TM, Li YC, Chi IC, Tseng MH. AI-Driven Enhancement of Skin Cancer Diagnosis: A Two-Stage Voting Ensemble Approach Using Dermoscopic Data. *Cancers (MPDI)*. [Internet]. 2025. [Citado el 14 de febrero de 2025]; 17(1):137. Disponible en: [10.3390/cancer17010137](https://doi.org/10.3390/cancer17010137).
39. Álvarez Vega M, Quirós Mora LM, Cortés Badilla MV. Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina. *Rev Medica Sinerg*. [Internet]. 2020. [Citado el 22 de febrero de 2025]; 5(8): e557. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7605021>.
40. Jiménez Herrera LG. Inteligencia artificial como potencia de herramienta en salud. *Revista de Información científica para la Dirección en Salud. INFODIR*. Num.36. [Internet]. 2021. [Citado el 22 de febrero de 2025]; Num.36, Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-35212021000300018.
41. Montero Zeledón E, Murillo Fernández MA, Calvo Valverde LA, Pérez Hidalgo JE, Gutiérrez Fallas D. Análisis de imágenes y cuantificación del color para el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma en Costa Rica. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. [Internet]. 2022. [Citado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: [PI16_BIB307928_Analisis_de_imagenes_y_cuantificacion....pdf \(2.052Mb\)](#).
42. Gómez P, Rodríguez L. Implementación de IA en diagnóstico dermatológico. *Rev Salud Digito*. 2024. [Citado el 22 de febrero de 2025]; 5(2):123-130.
43. Ketelhohn HW, Meza F, Aguilar C, Barrantes K, Ibáñez S. Aplicación de la inteligencia artificial en la salud pública para el diagnóstico temprano y tamizaje de enfermedades oncológicas. *Revista Ciencia y Salud Integrando Conocimientos*. [Internet]. 2024. [Citado el 22 de febrero de 2025]; 8(2):23-9. Disponible en: [10.34192/cienciaysalud.v8i2.582](https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v8i2.582).
44. Organización Mundial de la Salud (OMS). [Internet]. Radiación: Radiación ultravioleta (UV) y cáncer de piel. Organización Mundial de la Salud. 2023. [Citado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-ultraviolet-\(uv\)-radiation-and-skin-cancer](https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-ultraviolet-(uv)-radiation-and-skin-cancer).
45. Hasan N, Nadaf A, Imran M, Jiba U, Sheikh A, Almalki WH, et al. Skin cancer: understanding the journey of transformation from conventional to advanced treatment

- approaches. *Mol Cancer*. [Internet]. 2023. [Citado el 28 de febrero de 2025]; 22(1):168. Disponible en: [10.1186/s12943-023-01854-3](https://doi.org/10.1186/s12943-023-01854-3).
46. Zaba L, Wang J, Swetter S. Melanoma. En: Bologna J, Schaffer J, Cerroni L. *Dermatology*, 5th. Ed. 2. Vol. Estados Unidos: Elsevier. 2024. 2009-2044.
 47. Álvarez-Salafranca M, Ara M, Zaballos P. Dermatoscopia del carcinoma basocelular: revisión actualizada. *Actas Dermosifiliogr*. [Internet]. 2021. [Citado el 28 de febrero de 2025]; 112(4): 330-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ad.2020.11.011>.
 48. Wolf I, Peter Soyer H, McMenlman E, Wolf P. Actinic Keratosis, Basal Cell Carcinoma and Squamous Cell Carcinoma. En: Bologna J, Schaffer J, Cerroni L. *Dermatology*. 5th. ed. 2. vol. Estados Unidos: Elsevier. 2024. 1888-1910.
 49. Melanoma [Internet]. Aa.org. [Citado el 2 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.aad.org/media/stats-melanoma>.
 50. Melanoma survival rates [Internet]. Cancer.org. [Citado el 2 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.cancer.org/content/dam/CRC/PDF/Public/8825.00.pdf>.
 51. Skin cancer [Internet]. Aa.org. [Citado el 2 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.aad.org/media/stats-skin-cancer>.
 52. Slimovitch R, Shing JZ, Fantin R, Vanegas JC, Porras C, Herrero R, et al. A surveillance study of cancer incidence and mortality among young adults in Costa Rica. *Lancet Reg Health Am* [Internet]. 2024. [Citado el 28 de febrero de 2025];38(100872):100872. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X\(24\)00199-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X(24)00199-6/fulltext).
 53. Alonso-Belmonte C, Montero-Vilchez T, Arias-Santiago S, Buendía-Eisman A. Situación actual de la prevención del cáncer de piel: una revisión sistemática. *Actas Dermosifiliogr* [Internet]. 2022. [Citado el 28 de febrero de 2025];113(8):781–91. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ad.2022.04.015>.
 54. Tognetti L, Miracapillo C, Leonardelli S, Luschi A, Iadanza E, Cevenini G, et al. Deep learning techniques for the dermoscopic differential diagnosis of benign/malignant melanocytic skin lesions: From the past to the present. *Bioengineering (Basel)* [Internet]. 2024. [Citado el 28 de febrero de 2025];11(8):758. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/bioengineering11080758>.

55. ¿Qué es la inteligencia artificial? [Internet]. National Geographic. 2023. [Citado el 2 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2023/02/que-es-la-inteligencia-artificial>.
56. Goyal M, Knackstedt T, Yan S, Hassanpour S. Artificial intelligence-based image classification methods for diagnosis of skin cancer: Challenges and opportunities. *Comput Biol Med* [Internet]. 2020. [Citado del 15 de marzo de 2025];127(104065):104065. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.104065>.
57. Kanchana K, Kavitha S, Anoop KJ, Chinthamani B. Enhancing Skin Cancer Classification Using Efficient Net B0-B7 through Convolutional Neural Networks and Transfer Learning with Patient-Specific Data. *Asian Pac J Cancer Prev*. [Internet]. 2024. [Citado el 12 de marzo de 2025]; 25(5):1795-802. Disponible en: [10.31557/APJCP.2024.25.5.1795](https://doi.org/10.31557/APJCP.2024.25.5.1795).
58. Musthafa MM, Mahesh TR, Kumar V, Guluwadi S. Enhanced skin cancer diagnosis using optimized CNN architecture and checkpoints for automated dermatological lesion classification. *BMC Med Imaging*. [Internet]. 2024. [Citado el 13 de marzo de 2025]; 24(1): 201. Disponible en: [doi: 10.1186/s12880-024-01356-8](https://doi.org/10.1186/s12880-024-01356-8).
59. Grossarth S, Mosley D, Madden C, Ike J, Smith I, Huo Y, et al. Recent advances in melanoma diagnosis and prognosis using machine learning methods. *Curr Oncol Rep* [Internet]. 2023. [Citado el 15 de marzo de 2025];25(6):635–45. Disponible en: [10.1007/s11912-023-01407-3](https://doi.org/10.1007/s11912-023-01407-3).
60. Hauser K, Kurz A, Haggenmüller S, Maron RC, von Kalle C, Utikal JS, et al. Explainable artificial intelligence in skin cancer recognition: A systematic review. *Eur J Cancer* [Internet]. 2022. [Citado el 15 de marzo de 2025];167:54–69. Disponible en: [https://www.ejancer.com/article/S0959-8049\(22\)00123-X/fulltext](https://www.ejancer.com/article/S0959-8049(22)00123-X/fulltext).
61. Xin C, Liu Z, Zhao K, Miao L, Ma Y, Zhu X, et al. An improved transformer network for skin cancer classification. *Comput Biol Med* [Internet]. 2022. [Citado el 15 de marzo de 2025];149(105939):105939. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482522006746>.
62. Felmingham CM, Adler NR, Ge Z, Morton RL, Janda M, Mar VJ. The Importance of Incorporating Human Factors in the Design and Implementation of Artificial Intelligence

for Skin Cancer Diagnosis in the Real World. *Am J Clin Dermatol*. [Internet]. 2021. [Citado el 15 de marzo de 2025]; 22, 233-242. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40257-020-00574-4>.

63. Gámez E, Toledo A. Importancia de la metodología de la investigación. En: Martínez M, Briones R, Cortés JG. *Metodología de la investigación para el área de la salud*. 2º ed. Ciudad de México, México. McGraw Hill. 2013. 16.
64. Hernández R, Mendoza C. *Metodología de la investigación*. 7ºed. Ciudad de México, México: McGraw-Hill; 2018.
65. Fink AG. *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. 5a ed. Thousand Oaks, CA, Estados Unidos de América: SAGE Publications; 2019.
66. Universidad San Marcos. *Fuentes de información y tipos de estudio*. Costa Rica. 2020. doi: [efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1267/LEC%20MET%200007%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1267/LEC%20MET%200007%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
67. Browner WS, Newman TB, Cummings SR, Grady DG. *Diseño de Investigaciones Clínicas*. 5a ed. Baltimore, MD, Estados Unidos de América: Wolters Kluwer Health; 2022.
68. Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, Haynes RB y Richardson WS. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BM (Clinical Research Ed.)*. [Internet]. 312 (7023), 71-72. 1996. [Recuperado el 29/04/2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.312.7023.71>.
69. Krakowski I, Kim J, Cai, ZR, Daneshjou R, Lapins J, Eriksson H, et al. Human – A interaction in skin cancer diagnosis: a systematic review and meta-analysis. *NPJ Digit Med*. [Internet]. 2024; 7 (1):78. [Recuperado el 30/04/2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01031-w>.
70. Katonai G, Arvai N, Mesko B. AI and primary care: Scoping review. *J Med Internet Res*. [Internet]. 2025; 27 (v27i5e65950):e65950. [Recuperado el 30/04/2026]. Disponible en: [10.2196/65950](https://doi.org/10.2196/65950).
71. Combalia M, Codella N, Rotemberg V, Carrera C, Dusza S, Gutman D, et al. Validation of artificial intelligence prediction models for skin cancer diagnosis using dermoscopy images: the 2019 International Skin Imaging Collaboration Grand Challenge. *Lancet*

Digit Health. [Internet]. 2022;4(5):e330-9. [Recuperado el 30/04/26]. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(22\)00021-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(22)00021-8/fulltext).

72. Jofre M, Abeldaño A. La inteligencia artificial: ¿reemplazará al dermatólogo para hacer diagnósticos? Piel (Barc, Internet). [Internet]. 2021;36(5):331-5. [Recuperado el 30/04/2026]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S021392512030321X?via%3Dihub>:
73. Liang S, Sun T, Jia X, Cao J, Wang X. Systematic analysis of non-melanoma skin cancer burden: A comparative study between China and the world from 1990 to 2021 and prediction to 2036, PLoS One. [Internet]. 2025;20(12):e0333960. [Recuperado el 30/04/2026]. Disponible en [10.1371/journal.pone.0333960](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0333960).

CAPÍTULO VII – ANEXOS

Anexo A. Clasificación de niveles de evidencia según Sackett

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Calderon A, Guman O, Murphy JD. / Open J Soc Sci / 2023.	2	Epidemiological patterns of common cancers in Costa Rica: An overview up to 2020.	Estudio retrospectivo y descriptivo	IV	Se analizaron un total de 141,579 casos de cáncer. Abarcó habitantes de Costa Rica diagnosticados con cáncer o cuya muerte fue atribuible a esta enfermedad durante el período comprendido entre 2010 y 2020.	Análisis retrospectivo de las tendencias de incidencia y mortalidad por cáncer en Costa Rica. Se utilizó el Registro Nacional de Tumores (NTR) como fuente principal de casos de cáncer.	La incidencia de cáncer en Costa Rica ha mostrado un incremento significativo del 72% entre 1990 y 2020, pasando de 135.1 a 1887. Casos por cada 100 mil habitantes. Para el año 2020, Costa Rica registró la tasa de incidencia más alta de Centroamérica. Se concluye y se recomienda la importancia necesidad de programas focalizados, el acceso equitativo y las intervenciones basadas en evidencia.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Bassel A, Abdulkareem AB, Alyasseri ZAA, Sani NS, Mohammed HJ. / Diagnostics (Basel) / 2022.	3	Automatic malignant and benign skin cancer classification using a hybrid deep learning approach.	Investigación experimental y retrospectiva de precisión diagnóstica.	IV	Conjunto de datos digitales compuesto por imágenes dermatoscópicas extraídas del archivo ISIC.	Enfoque híbrido de aprendizaje profundo que utiliza una técnica de apilamiento de clasificadores con validación cruzada para la detección y clasificación del cáncer de piel. Se utilizaron un total de 3297 imágenes dermatoscópicas extraídas del archivo ISIC.	Establece que el uso de Xception dentro de una arquitectura de apilamiento es la estrategia más eficaz para la detección automática del cáncer de piel en el conjunto de datos analizado. La integración de múltiples modelos de clasificación en un enfoque híbrido permite optimizar el análisis de predicción y reducir los errores de diagnóstico asociados con la interpretación humana subjetiva.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Ismail Mendi B, Kose K, Fleshner L, Adam R, Safai B, Farabi B, et al. / Life (Basel) / 2024.	4	Artificial intelligence in the non-invasive detection of melanoma.	Estudio prospectivo multicéntrico	II	Población con tipos de piel Fitzpatrick 1 o 2 proveniente de España, Australia, Austria y Estados Unidos, principalmente.	Examen exhaustivo y crítico del ecosistema tecnológico actual para la detección no invasiva del melanoma, comparando el rendimiento de la inteligencia artificial frente a los métodos tradicionales y la experiencia clínica de los especialistas.	La inteligencia artificial es una herramienta robusta para la evaluación de invasiva del melanoma. Algoritmos de IA pueden funcionar tan bien o mejor que los dermatólogos consultores. IA tiene el potencial de mitigar la carga de trabajo de los clínicos al optimizar la identificación y priorización de lesiones benignas en la atención primaria, reduciendo pruebas invasivas y costos. Existe una caída significativa en el rendimiento cuando los algoritmos se aplican a poblaciones no representadas en los datos de entrenamiento, especialmente en tonos de piel oscuro (Fitzpatrick 5 y 6).

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Jones OT, Matin RN, Van der Schoar M, Bhayankaram K, Ranmuthu CKI, Islam MS, et al. / Lancet Digit Health / 2025.	5	Artificial intelligence and machine Learning algorithms for early Detection of skin cancer in community and Primary care settings: a systematic Review.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	272 estudios que proporcionan evidencia sobre la implementación de algoritmos de IA al diagnóstico temprano de cáncer de piel.	Pautas de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA). Inclusión de estudios que evidencien la precisión, utilidad, aceptabilidad o rentabilidad de la aplicación de algoritmos de IA al triage o diagnóstico del cáncer de piel.	Los algoritmos de IA deben evaluarse cuidadosamente para garantizar que sean precisos, efectivos, rentables y lo suficientemente seguros para el uso clínico y un mayor acceso a la evaluación de lesiones cutáneas no aumente la carga de biopsias en los proveedores de atención especializada ni contribuya a un sobrediagnóstico de melanoma. Desarrollo de una lista de verificación para evaluación de algoritmos de IA para respaldar el triage o la detección de posibles cánceres de piel en atención primaria.
Brancaccio G, Balato A, Malveyh J, Puig S, Argenziano G, Kittler H. / J Invest Dermatol. / 2024.	6	Artificial Intelligence in Skin Cancer Diagnosis: A Reality Check.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Estudios científicos y bases de datos relacionados con las ventajas y limitaciones de IA para consumidores, médicos generales y dermatólogos.	Analizar las ventajas y limitaciones de IA en una variedad de contextos del mundo real, con un enfoque específico en su valor para los consumidores, médicos generales y dermatólogos.	Notable escasez de ensayos prospectivos bien diseñados en escenarios de la vida real, lo que limita las conclusiones definitivas sobre su utilidad clínica. La adopción actual de IA en el diagnóstico del cáncer de piel depende del contexto.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Jobson D, Mar V, Freckelton I. / Australas J Dermatol. / 2022.	7	Legal and ethical considerations of artificial intelligence in skin cancer diagnosis.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Artículos que plantean consideraciones legales y éticas en la implementación de IA.	Describir las consideraciones legales y éticas que plantea la aparición de IA en el diagnóstico del cáncer de piel y proponer recomendaciones para las mejores prácticas.	La tecnología de IA está avanzando rápidamente y los algoritmos de diagnóstico de IA ya están superando, al menos en entornos experimentales, a los médicos en el diagnóstico del cáncer de piel. Es importante que los pacientes se encuentren protegidos de posibles daños mediante una regulación industrial adecuada y que los médicos y los pacientes comprendan las limitaciones y ramificaciones éticas y legales del diagnóstico y el tratamiento influidos por IA antes de su implementación generalizada.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Brenes-Bolaños D, Bonilla Carrión R, Solano-Ruiz J, Evans-Meza R, Salvatierra-Durán R. / Rev Hisp Cienc Salud. / 2022.	8	Mortalidad por Cáncer de Piel No Melanómico en Costa Rica, 2000-2019.	Estudio descriptivo, ecológico.	I	Bases de datos de mortalidad por cáncer de piel de tipo no melanómico en Costa Rica en el período 2000-2019.	Estudio descriptivo, ecológico, en el cual se realizó una base de datos con las tasas de mortalidad por cáncer de piel no melanómico en Costa Rica, tomando la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos, en el período 2000 a 2019.	Para el año 2019, Costa Rica registró una tasa de mortalidad de 0,76 muertes por cada 100 mil, ocupando el primer lugar en toda Centroamérica. Este dato se puede deber a un subdiagnóstico en el resto de países de Centroamérica, ya que Costa Rica cuenta con uno de los mejores sistemas de salud del mundo, donde se logran determinar mejor las causas de muerte que en el resto de países de la región.
Naseri H, Saferi A. / BMC Cancer. / 2025.	9	Diagnosis and prognosis of melanoma from dermoscopy images using machine learning and deep learning.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	34 estudios publicados entre 2016 y 2024.	Revisión sistémica que examina los avances recientes en las aplicaciones de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para el diagnóstico y pronóstico del melanoma mediante imágenes dermatoscópicas.	Ciertas arquitecturas de aprendizaje profundo demostraron un rendimiento excepcional, logrando una precisión superior al 95% en los conjuntos de datos para la detección de melanoma a partir de imágenes dermatoscópicas. Potencial de los métodos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para transformar el diagnóstico del melanoma mediante una mayor precisión y eficiencia diagnóstica.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Joly-Chevrier M, Nguyen AX-L, Liang L, Lesko- Krlaza M, Lefrançois P. / J Cutan Med Surg. / 2024.	10	The State of Artificial Intelligence in Skin Cancer Publications.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	168 artículos (3 sobre cáncer de piel no melanoma, 77 sobre melanoma, 66 sobre cáncer de piel), entre 2000 y 2022.	Publicaciones sobre cáncer de piel con IA en la plataforma Web of Science. Se dividieron entre estudios sobre cáncer de piel no melanoma, melanoma y cáncer de piel.	Los tipos de cáncer de piel más comunes fueron melanoma, carcinoma basocelular y carcinoma escamocelular. La mayoría de las publicaciones se centraron en el desarrollo o la evaluación de tecnologías de detección con algoritmos de redes neuronales profundas. Se indica la necesidad imperiosa de que los dermatólogos etiqueten o anoten las imágenes utilizadas por los nuevos sistemas de IA.
Semerici ZM, Toru HS, Aytekin EC, Tercanli H, Chiorean DM, Albayrak Y, et al. / Diagnostics (Basel). / 2024.	11	The Role of Artificial Intelligence in Early Diagnosis and Molecular Classification of Head and Neck Skin Cancer: A Multidisciplinary Approach.	Revisión narrativa. Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Estudios que destacaron avances significativos en la tecnología de IA, su integración en la práctica clínica y su impacto en la mejora de la precisión diagnóstica y los resultados de los pacientes.	Revisión narrativa sobre el papel de IA en el diagnóstico temprano y clasificación molecular de los cánceres de piel de cabeza y cuello, mediante tres bases de datos principales.	La IA mejora drásticamente la capacidad de imitar la percepción humana, especialmente en el procesamiento de imágenes y la detección de objetos. Los avances de IA son fundamentales para mejorar la eficacia y la eficiencia de los servicios de atención sanitaria. Se justifica una mayor investigación e integración de IA en la práctica clínica para maximizar sus beneficios en el diagnóstico y el tratamiento del cáncer de piel.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Zakhem GA, Fakhoury JW, Motosko CC, Ho RS. / J Am Acad Dermatol. / 2021.	12	Characterizing the role of dermatologists in developing artificial intelligence for Assessment of skin cancer: A systematic review.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	51 artículos relacionados con aprendizaje automático o IA en cáncer de piel tipo melanoma.	Búsqueda de literatura electrónica utilizando PubMed mediante la búsqueda de aprendizaje automático o IA en cáncer de piel melanoma. Se incluyeron artículos si utilizan IA para la detección y el diagnóstico del cáncer de piel utilizando conjunto de datos que consistían en imágenes dermatoscópicas o fotografías de lesiones macroscópicas.	Mayor participación de los dermatólogos a la hora de analizar las cuestiones relacionadas con la recopilación de datos, los sesgos de los conjuntos de datos y las aplicaciones de la tecnología. Los dermatólogos pueden proporcionar acceso a conjuntos de datos grandes y diversos que son cada vez más importantes.
Jartarkar SR. / Indian J Dermatol Venereol Leprol. / 2023.	13	Artificial intelligence: Its role in dermatopathology.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Artículos científicos relacionados con IA en dermatopatología.	Revisión de los avances recientes de IA en dermatopatología, sus aplicaciones en el diagnóstico de enfermedades y la investigación, junto con sus limitaciones y potencial futuro.	Con la llegada de la patología digital y los recursos computacionales avanzados, IA en dermatopatología ha logrado avances alentadores y ha ganado atención en los últimos años.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Wei ML, Tada M, So A, Torres R. / Front Med (Lausanne). / 2024.	14	Artificial intelligence and skin cancer.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Artículos científicos publicados en diversas bases de datos, relacionados con la implementación de IA en el diagnóstico del cáncer de piel.	Se centra en el progreso actual hacia las aplicaciones de IA para pacientes, proveedores de atención primaria, dermatólogos y dermatopatólogos.	Actualmente, IA puede aumentar el desempeño de los no dermatólogos de manera sinérgica y se desempeña al nivel de los dermatólogos experimentados. En el futuro, es probable que los modelos se utilicen para ayudar a los dermatólogos y dermatopatólogos experimentados, así como a proveedores de atención primaria y pacientes, particularmente después del entrenamiento en conjuntos de datos multimodales.
Oniga M, Sultana A, Alexandrescu B, Orzan O. / Comput Biol Med. / 2025.	15	Towards an integrated Imaging for melanoma diagnosis: A review of multispectral, and hyperspectral, and thermal technologies with preliminary System Development.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	14 estudios sobre sistemas dermatológicos de 50 publicaciones de investigación.	Enfoque sistemático para seleccionar artículos, centrándose en los dispositivos de cámara multispectral, hiperespectral y térmica. Esta revisión analiza el estado del diagnóstico del melanoma.	Las técnicas de imagen multiespectral, hiperespectral y térmica permiten obtener una amplia gama de información adicional que puede ayudar a diferenciar con mayor precisión las lesiones benignas de las cancerosas. Las futuras investigaciones deberían centrarse en perfeccionar estas tecnologías, abordar las limitaciones actuales y explorar nuevas formas de integrar diferentes modalidades de diagnóstico por imagen para mejorar la precisión diagnóstica.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Akram S, Irfan M, Khan HU, Ramzan M, Mahmood AR. / Int J Environ Res Public Health. / 2021.	16	Skin Cancer Detection: A Review Using Deep Learning Techniques.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	51 artículos de investigación basados en técnicas de aprendizaje profundo para la detección temprana del cáncer de piel.	Revisión sistemática detallada de las técnicas de aprendizaje profundo para la detección temprana del cáncer de piel.	La detección del cáncer de piel requiere varias etapas. Uno de los principales desafíos de las técnicas de detección de cáncer de piel basadas en redes neuronales es el extenso entrenamiento que se requiere.
Villalobos Romo V, Méndez Gonzales L, Díaz Román JD, et al. / Academia Journals 2021. / 2021.	32	Algoritmo basado en aprendizaje de máquina para detección de cáncer de piel.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Personas mayores de 30 años, con lesiones pigmentadas que hayan cambiado y nevos displásicos o con halo nevo en personas en edad adulta del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).	Desarrollo de un algoritmo basado en aprendizaje de máquina para el reconocimiento de cáncer de piel donde son utilizadas herramientas de IA para clasificar distintas lesiones causadas por distintos tipos de cáncer de piel.	Utilización de una red preentrenada para reducir el consumo de recursos. Se establecen las bases para la construcción posterior de modelos robustos de aprendizaje profundo que permitan detectar con una precisión óptima si una lesión en la piel es perjudicial o benigna.
Naoui MA. Transfer learning approach based for skin cancer detection. / Rev Cubana Cienc Inform. / 2022.	33	Transfer learning approach based for skin cancer detection.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Imágenes de bases de datos, las cuales clasificaron como benignas (1440) y malignas (1197).	Enfoque de aprendizaje de transferencia basado en la detección del cáncer.	El modelo de aprendizaje por transferencia puede detectar el cáncer de piel con precisión (Inception 0,98%, Resnet-50 0,97%, Vgg19 (0,92% y Vgg16 0,89%), lo que indica la importancia del aprendizaje por transferencia.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Herrera-Bravo I-S, Ordoñez-Erazo H-A, Ávila-George H. / Rev. Fac. Ing. / 2024.	34	Explainable Classification of Dermoscopy Images for the Detection of Melanoma: A systematic Mapping of the Literature.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	15 artículos científicos acerca de modelos de inteligencia artificial explicables, recopilados entre 2019 y 2024.	Búsqueda de artículos científicos mediante ScienceDirect, Scopus, IEE y SpringerLink, acerca de búsqueda de modelos de IA para la detección de melanoma.	Los modelos de redes neuronales convolucionales son los más utilizados por los investigadores y los que presentan mejor desempeño. Es un campo de investigación que, por no estar consolidado y debido a sus limitaciones, admite nuevas contribuciones, en especial aportes relacionados con la brecha de interpretabilidad de la IA en la detección del melanoma.
Hussein H, Ahmed M, Abdel-Kader RF, Khaled Abd El Salam. / Iberoamerican Journal of Artificial Intelligence (Iberamia). / 2024.	35	Binary Classification of Skin Cancer Images Using Pre-trained Networks with I-GWO.	Estudio de casos y controles individuales o pre-experimentales	III	Imágenes de lesiones cutáneas del archivo de imágenes digitales del Departamento de Dermatología del Centro Médico Universitario de Groningen UMCG 153 imágenes para preentrenamiento y 17 imágenes para prueba.	Propuesta de un nuevo enfoque para la clasificación binaria de imágenes dermatoscópicas para el cáncer de piel.	El Optimizador de Lobo Gris Mejorado (I-GWO) se utiliza en esta técnica para ajustar los valores de algunos hiperparámetros de varias redes de aprendizaje profundo previamente entrenadas para maximizar los resultados.
Rodríguez J, Herrera Molina A, Herrera P, Tierra V, Verdezoto T, Bonifaz E, et al. / Data and Metadata. / 2024.	36	Photoeducation strategy through emerging technologies.	Estudio cualitativo, etnográfico.	I	Participación de 13 cuidadores, 1 docente.	Búsqueda sistemática de artículos científicos y estudios de caso que documentan el uso de IA en la educación infantil, particularmente en temas de salud y fotoprotección.	Se considera importante la integración de tecnologías innovadoras para promover la fotoprotección y potenciar el rol de estas herramientas. Las instituciones educativas desempeñan un papel fundamental en la promoción de la salud.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Claret SPA, Dharmian JP, Manokar AM. / Egipto J Med Hum Genet. / 2024.	37	Artificial intelligence- driven enhanced skin cancer diagnosis: leveraging convolutional neural networks with discrete wavelet transformation.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Incorporación de 10.015 imágenes diversas con los tipos de cáncer de piel y de otras lesiones de la piel.	Nuevo enfoque para la clasificación del cáncer de piel mediante la transformación wavelet discreta (DWT).	La clasificación del cáncer de piel mediante la transformación discreta de wavelets (DWT) puede tener varias contribuciones e implicaciones. Es un área de investigación valiosa. El modelo sugerido alcanzó con éxito un resultado de clasificación con una sensibilidad del 94% y una especificidad del 91% en comparación con los métodos de redes neuronales artificiales y perceptrones multicapa.
Chiu TM, Li YC, Chi IC, Tseng MH. / Cancers (MPDI). / 2025.	38	AI-Driven Enhancement of Skin Cancer Diagnosis: A Two-Stage Voting Ensemble Approach Using Dermoscopic Data.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Imágenes dermatoscópicas de lesiones cutáneas recopiladas entre 2019 y 2023 en el Hospital Universitario Médico Chung Shan (CSMUH).	Pacientes mayores de 18 años que dieran su consentimiento para la obtención de imágenes clínicas de lesiones cutáneas sin tener en cuenta el género, para implementar un sistema de clasificación en dos etapas.	El modelo de IA de tres etapas puede ayudar a los médicos a distinguir entre pacientes con melanoma que requieren tratamiento urgente, pacientes con cáncer de piel no melanoma que pueden ser tratados más tarde y casos benignos que no requieren intervención. Posteriormente, la estrategia de clasificación en dos etapas reduce de manera efectiva la tasa de falsos negativos durante el proceso de diagnóstico.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Hasan N, Nadaf A, Imran M, Jiba U, Sheikh A, Almalki WH, et al. / Mol Cancer. / 2023.	45	Skin cancer: understanding the journey of transformation from conventional to advanced treatment approaches.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Artículos relacionados con el cáncer de piel y comprensión del proceso de transformación de los enfoques de tratamiento convencionales a los avanzados.	Revisión sistemática con la finalidad de comprender la diversidad estructural de los cánceres de piel, énfasis especial en los enfoques basados en la nanotecnología para regular a la baja la enfermedad perjudicial.	En los últimos años, se han producido numerosos avances en el campo de la nanotecnología, en particular en el uso de la nanotecnología en medicina. Es una de las tecnologías en desarrollo más visibles y alberga grandes esperanzas en diversas disciplinas que influyen en la vida cotidiana. Biosensores o nanobiosensores para la identificación de indicios de enfermedades de la piel, como herramientas de percepción.
Álvarez-Salafranca M, Ara M, Zaballos P. / Actas Dermosifiliogr. / 2021.	47	Dermatoscopia del carcinoma basocelular: revisión actualizada.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Revisión de artículos científicos acerca de la descripción dermatoscópica del CBC.	Revisión sistemática acerca de la importancia de la exploración dermatoscópica en el seguimiento de pacientes con daño actínico o historia de múltiples CBC y sobre la importancia de su implementación ante la sospecha de CBC.	La dermatoscopia es una herramienta fundamental en el abordaje actual del CBC. Su utilidad va más allá del reconocimiento de lesiones más o menos evidentes y permite orientar de forma fiable el subtipo histológico, así como detectar lesiones muy incipientes.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Slimovitch R, Shing JZ, Fantin R, Vanegas JC, Porrás C, Herrero R, et al. / Lancet Reg Health Am. / 2024.	52	A surveillance study of cancer incidence and mortality among young adults in Costa Rica.	Revisión sistemática. Estudio prospectivo.	II	Población de adultos jóvenes de 20 a 39 años en Costa Rica del Registro Nacional de Tumores, en los años 2006 a 2015.	Jóvenes de 20 a 39 años, en el periodo 2006 a 2015 del Registro Nacional de Tumores de Costa Rica. Utilizando el software SEER-Stat, se calcularon las tasas de incidencia estandarizadas por edad y las razones de tasas de incidencia, de los casos de cáncer invasivo, excluyendo el cáncer de piel no melanoma.	El estudio destaca los patrones específicos por sexo en la incidencia y mortalidad por cáncer entre los jóvenes adultos en Costa Rica para aumentar la comprensión y mejorar los resultados del cáncer en este grupo de edad. Se determina que el melanoma en este grupo de edad es más frecuente en mujeres, en comparación a los hombres.
Alonso-Belmonte C, Montero- Vilchez T, Arias- Santiago S, Buendía-Eisman A. / Dermosifiliogr. / 2022.	53	Situación actual de la prevención del cáncer de piel: una revisión sistemática.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	63 artículos científicos con información relacionada con prevención primaria y secundaria del cáncer cutáneo.	Revisiones sistemáticas y metaanálisis de los últimos 10 años en inglés, español, italiano, francés y alemán que incluyeran información relacionada con la prevención primaria y secundaria (cribado) del cáncer cutáneo. Se incluyeron todos los artículos publicados desde el 01 de enero de 2011 hasta el 14 de marzo de 2021, siguiendo las direcciones PRISMA, utilizando el algoritmo de búsqueda.	La prevención primaria y secundaria del cáncer de piel es un tema de gran relevancia en la actualidad. La ausencia de reducción en la mortalidad por cáncer de piel pone de manifiesto que las actuales medidas de prevención son insuficientes, por lo que deberían mejorarse, estandarizarse y regularizarse, basándose en aquellas que hayan demostrado ser eficaces, para conseguir reducir el impacto del cáncer de piel en la población.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Tognetti L, Miracapillo C, Leonardelli S, Luschi A, Iadanza E, Cevenini G, et al. / Bioengineering (Basel) / 2024.	54	Deep learning Techniques for the Dermoscopic differential diagnosis of benign / malignant melanocytic skin lesions: From the past to the present.	Revisión narrativa. Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	54 artículos científicos relacionados con la aplicación de las técnicas de aprendizaje profundo al diagnóstico del cáncer de piel.	Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura de acuerdo con las recomendaciones recientes en ausencia de pautas existentes para revisiones narrativas. Los hallazgos se informaron de acuerdo con la extensión PRISMA (Elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis) para la lista de verificación de revisiones de alcance.	Escenario de algoritmos de aprendizaje profundo de alto rendimiento, especialmente en términos de bajos resultados falsos positivos. Para obtener una mayor precisión y viabilidad diagnóstica en la práctica clínica, en lugar de en entornos retrospectivos experimentales, los futuros modelos de aprendizaje profundo deberían basarse en un conjunto de datos que integre imágenes dermatoscópicas con datos clínicos y anamnésticos relevantes que se prueben prospectivamente y se comparen adecuadamente con los médicos.
Goyal M, Knackstedt T, Yan S, Hassanpour S. / Comput Biol Med. / 2020.	56	Artificial intelligence- based image classification methods for diagnosis of skin cancer: Challenges and opportunities.	Revisión narrativa. Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	53 artículos publicados entre el 01 de enero de 2012 y el 11 de enero de 2020.	Mediante el método PRISMA se eligieron artículos que involucran IA y cáncer de piel.	La investigación que utiliza IA está logrando avances alentadores en el diagnóstico del cáncer de piel. La IA tiene el potencial de generar un cambio de paradigma en el diagnóstico del cáncer de piel y, por lo tanto, una solución de atención médica rentable, accesible de forma remota y precisa.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Kanchana K, Kavitha S, Anoop KJ, Chinthamani B. / Asian Pac J Cancer Prev / 2024.	57	Enhancing Skin Cancer Classification Using Efficient Net B0-B7 through Convolutional Neural Networks and Transfer Learning with Patient-Specific Data.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	379 imágenes anonimizadas con lesiones cutáneas benignas y malignas.	Enfoque sistemático y exhaustivo para la clasificación de enfermedades cutáneas mediante redes neuronales convolucionales (CNN), con especial énfasis en la arquitectura EfficientNets B0-B7.	Estudio sobre la clasificación del cáncer de piel mediante EfficientNets B0-B7. Se observa el rendimiento máximo con B7. Se confirma su eficacia, lo que indica el potencial para el análisis preciso de imágenes dermatológicas.
Musthafa MM, Mahesh TR, Kumar V, Guluwadi S. / BMC Med Imaging. / 2024.	58	Enhanced skin cancer diagnosis using optimized CNN architecture and checkpoints for automated dermatological lesion classification.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Conjunto de datos HAM10000.	Desarrollo y evaluación del modelo CNN de clasificación de lesiones cutáneas utilizando el conjunto de datos HAM1000. Incluye detalles sobre el procesamiento de datos, la arquitectura del modelo, los procedimientos de entrenamiento y la evaluación.	El modelo propuesto demuestra una precisión del 97,78%, lo que subraya su potencial como herramienta robusta para la detección temprana y la clasificación del cáncer de piel, lo que facilita la toma de decisiones clínicas y contribuye a mejorar los resultados de los pacientes en dermatología.
Grossarth S, Mosley D, Madden C, Ike J, Smith I, Huo Y, et al. / Curr Oncol Rep. / 2023.	59	Recent advances in melanoma diagnosis and prognosis using machine learning methods.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Artículos científicos acerca del estado de IA y el aprendizaje automático en el diagnóstico y el tratamiento del melanoma.	Búsqueda bibliográfica electrónica en bases de datos, inclusión de artículos en inglés entre el 31 de octubre de 2019 y el 05 de julio de 2022.	Se han producido numerosos avances en el diagnóstico y el pronóstico del melanoma mediante inteligencia artificial y aprendizaje automático. La mayor calidad de los datos de entrada mejorará aún más las capacidades de estos modelos.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Hauser K, Kurz A, Haggenmüller S, Maron RC, von Kalle C, Utikal JS, et al. / Eur J Cancer. / 2022.	60	Explainable artificial intelligence in skin cancer recognition: A systematic review	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	37 estudios sobre inteligencia artificial explicable utilizado en la detección del cáncer de piel.	37 estudios sobre inteligencia artificial explicable utilizado en la detección del cáncer de piel, publicados entre el 01 de enero de 2017 y el 30 de septiembre de 2021.	Aunque se han realizado varios estudios en los que se han aplicado métodos a XAI a la detección del cáncer de piel, casi ninguno de estos estudios ha investigado su impacto en la precisión diagnóstica y su aceptación por parte de los dermatólogos. Se requieren más estudios para obtener conocimientos sólidos sobre la influencia de XAI en la práctica dermatológica en torno a la detección del cáncer de piel.
Xin C, Liu Z, Zhao K, Miao L, Ma Y, Zhu X, et al. / Elsevier. Computers in Biology and Medicine. / 2022.	61	An improved transformer network for skin cancer classification.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Imágenes dermatoscópicas de cáncer de piel.	Utilización de dos conjuntos de datos de clasificación del cáncer de piel, clasificadas en siete categorías, con más de 1113 melanomas, 142 lesiones vasculares, 6705 nevos melanocíticos, 115 fibromas cutáneos, 1099 queratosis benignas, 514 carcinomas basocelulares y 327 queratosis actínicas, además de 10015 imágenes obtenidas a través del sistema HAM10000.	La red de transformadores de visión no solo ha obtenido buenos resultados en lenguaje natural, sino también en el campo de la visión, lo que sienta las bases para la clasificación del cáncer de piel basada en datos multimodales, alcanzando una precisión en el diagnóstico mayor al 94%. Sin embargo, se requieren más estudios y mayor investigación en el futuro.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Felmingham CM, Adler NR, Ge Z, Morton RL, Janda M, Mar VJ. / Am J Clin Dermatol. / 2021.	62	The Importance of Incorporating Human Factors in the Design and Implementation of Artificial Intelligence for Skin Cancer Diagnosis in the Real World.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Artículo de revisión bibliográfica.	Revisión bibliográfica que considera factores humanos y posibles errores que podrían surgir al utilizar una herramienta de diagnóstico de cáncer de piel con inteligencia artificial en el mundo real.	Se consideran los sesgos cognitivos comúnmente implicados en el error de diagnóstico en el contexto del uso de una herramienta de diagnóstico de inteligencia artificial para el diagnóstico del cáncer de piel. Es necesario incorporar el conocimiento del factor humano y el liderazgo clínico en el desarrollo de herramientas de diagnóstico de inteligencia artificial para mejorar la aceptabilidad y la facilidad de uso de la tecnología.
Krakowski I, Kim J, Cai, ZR, Daneshjou R, Lapins J, Eriksson H, et al. / NPJ Digit Med / 2024.	69	Human – A interaction in skin cancer diagnosis: a systematic review and meta-analysis.	Revisión sistemática. Metaanálisis.	I	Médicos y otros profesionales con diversos niveles de experiencia, sumando un total de 67-700 evaluaciones diagnósticas.	Revisión sistemática y metaanálisis diseñado para evaluar el impacto de la asistencia de la inteligencia artificial en la precisión diagnóstica de los médicos frente al cáncer de piel.	Subrayan que la integración de la inteligencia artificial en la práctica clínica mejora significativamente la capacidad de los médicos para diagnosticar el cáncer de piel, independientemente de su nivel de experiencia.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Katonai G, Arvai N, Mesko B. / J Med Internet Res. / 2025.	70	AI and primary care: Scoping review.	Revisión sistemática	I	Médicos generales (médicos de familia), enfermedad y otros clínicos que trabajan en el ámbito de la atención primaria de salud, personas que reciben atención en entornos de atención primaria y que interactúan con herramientas de inteligencia artificial.	Revisión sistemática y metaanálisis con revisión de alcance o scoping review, la cual se llevó a cabo siguiendo el marco de trabajo del Instituto Joanna Briggs (JBI).	El reporte de los resultados se ajustó a las directrices PRISMA. De un total de 5224 registros identificados, 73 estudios empíricos cumplieron con los criterios de inclusión. Las herramientas mostraron una alta precisión técnica, especialmente en la detección de cáncer y enfermedades cardiovasculares. La inteligencia artificial tiene un potencial significativo para transformar la atención primaria, pero la mayoría de las herramientas se encuentran en fases tempranas de prueba. Para que la inteligencia artificial sea aceptada, debe diseñarse para apoyar el juicio clínico, no para reemplazarlo y para proteger la relación médico – paciente.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Combalia M, Codella N, Rotemberg V, Carrera C, Dusza S, Gutman D, et al. / Lancet Digit Health. / 2022.	71	Validation of artificial intelligence prediction models for skin cancer diagnosis using dermoscopy images: the 2019 International Skin Imaging Collaboration Grand Challenge.	Estudio comparativo sin aleatorización	II	Imágenes dermatológicas provenientes de múltiples fuentes, incluyendo bases de datos externas y variaciones en calidad y distribución.	Evaluación del rendimiento de modelos de inteligencia artificial en la clasificación de lesiones cutáneas bajo condiciones clínicas simuladas, incluyendo imágenes fuera del conjunto de entrenamiento y provenientes de diferentes instituciones.	Inteligencia artificial mostró alta precisión diagnóstica en entornos controlados. Aunque la inteligencia artificial puede superar a dermatólogos en condiciones ideales, su capacidad de generalización en escenarios clínicos reales es limitada, lo que representa un desafío para su implementación práctica.
Jofre M, Abeldaño A. / Piel (Barc, Internet) / 2021.	72	La inteligencia artificial: ¿reemplazará al dermatólogo para hacer diagnósticos?	Revisión bibliográfica	V	Pacientes con enfermedades dermatológicas, especialmente cáncer de piel (melanoma), dermatólogos y profesionales de salud, como usuarios de sistemas de inteligencia artificial, datos de imágenes dermatológicas utilizados para entrenamiento de algoritmos.	Recopilación y análisis de literatura científica sobre inteligencia artificial en dermatología. El estudio describe el funcionamiento de la inteligencia artificial, sus aplicaciones clínicas y su impacto en el diagnóstico dermatológico, sin intervención experimental directa.	La inteligencia artificial, especialmente mediante redes neuronales convolucionales, permite el reconocimiento de patrones en imágenes cutáneas. La inteligencia artificial es una herramienta complementaria, no un sustituto del dermatólogo. Es necesario mantener el criterio clínico humano y considerar aspectos éticos en su uso.

Autor / Revista / Año	Re	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Liang S, Sun T, Jia X, Cao J, Wang X. / PLoS One / 2025.	73	Systematic analysis of non-melanoma skin cancer burden: A comparative study between China and the world from 1990 to 2021 and prediction to 2036.	Estudio observacional analítico de tipo ecológico y retrospectivo, con componente predictivo.	IV	Individuos adultos ≥ 20 años, provenientes de 204 países y territorios incluidos en la base de datos Global Burden of Disease 2021.	Diseño basado en análisis secundario de datos epidemiológicos.	Incremento significativo de la carga de cáncer de piel no melanoma, con un aumento en la incidencia global de forma sostenida, mayor en hombres, pero crecimiento más rápido en mujeres. Se requiere fortalecer estrategias de prevención y control, mejorar sistemas de registro epidemiológico e implementar herramientas que optimicen el diagnóstico temprano.

Anexo B. Carta de revisión filológica