

Artículo de revisión

Inteligencia artificial para la detección temprana de lesiones periapicales: revisión bibliográfica

Artificial intelligence for the early detection of periapical lesions:
literature review

Rómulo Guillermo López Torres^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-9315-3388>

Cristhian Eduardo Chávez Del Pozo¹ <https://orcid.org/0009-0008-3549-0173>

Dayana Jamile Duran Pico¹ <https://orcid.org/0009-0006-6738-2578>

Kelly Melany Loor Diaz¹ <https://orcid.org/0009-0002-6272-5712>

¹ Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), Ecuador.

*Autor para la correspondencia: ua.romulolopez@uniandes.edu.ec

RESUMEN

Las lesiones periapicales se describen como procesos inflamatorios o infecciosos que afectan los tejidos alrededor del ápice dental, generalmente en respuesta a la irritación causada por la necrosis pulpar y la posterior propagación de microorganismos y sus toxinas hacia el área periapical. El presente estudio aborda la detección temprana de lesiones periapicales, condiciones que comprometen la salud bucodental, mediante el uso de inteligencia artificial (IA). Su objetivo fue explorar el uso de la IA para la detección temprana de lesiones periapicales en

radiografías periapicales, evaluando su precisión y eficiencia en comparación con métodos de diagnóstico tradicionales. Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva en las bases de datos PubMed, Scopus y Google Scholar, seleccionando estudios publicados entre 2019 y 2024 que comparaban algoritmos de IA, principalmente redes neuronales convolucionales, con métodos convencionales de interpretación radiográfica; se aplicaron criterios de inclusión y exclusión específicos, y se emplearon técnicas de metaanálisis para consolidar los resultados. Los hallazgos revelaron que los algoritmos de IA alcanzan una sensibilidad promedio del 92 % y una especificidad del 89 %, en contraste con los métodos tradicionales que presentan valores del 80 % y 75 %, respectivamente, además de reducir el tiempo de diagnóstico en un 35. %. En conclusión, la aplicación de la IA en la detección de lesiones periapicales mejora significativamente la precisión diagnóstica y la eficiencia del proceso, lo que permite una planificación terapéutica más oportuna y optimiza la atención clínica, posicionándose como una herramienta innovadora y prometedora en el ámbito de la odontología.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Lesiones Periapicales; Radiografías Dentales; Diagnóstico Temprano; Algoritmos de Aprendizaje Profundo.

ABSTRACT

Periapical lesions are described as inflammatory or infectious processes affecting the tissues around the dental apex, usually in response to irritation caused by pulp necrosis and the subsequent spread of microorganisms and their toxins to the periapical area. This study addresses the early detection of periapical lesions, conditions that compromise oral health, through the use of artificial intelligence (AI). Its objective was to explore the use of AI for the early detection of periapical

lesions in periapical radiographs, evaluating its accuracy and efficiency compared to traditional diagnostic methods. An exhaustive bibliographic review was conducted in the PubMed, Scopus, and Google Scholar databases, selecting studies published between 2019 and 2024 that compared AI algorithms, mainly convolutional neural networks, with conventional radiographic interpretation methods; specific inclusion and exclusion criteria were applied, and meta-analysis techniques were used to consolidate the results. The findings revealed that AI algorithms achieved an average sensitivity of 92 % and specificity of 89 %, in contrast to traditional methods that present values of 80 % and 75 %, respectively, in addition to reducing diagnosis time by 35 %. In conclusion, the application of AI in the detection of periapical lesions significantly improves diagnostic accuracy and process efficiency, allowing for more timely therapeutic planning and optimizing clinical care, positioning itself as an innovative and promising tool in the field of dentistry.

Keywords: Artificial Intelligence; Periapical Lesions; Dental Radiographs; Early Diagnosis; Deep Learning Algorithms.

Recibido: 11/12/2024

Aceptado: 16/01/2025

Introducción

Las lesiones periapicales se definen como procesos inflamatorios o infecciosos que afectan los tejidos periapicales, usualmente en respuesta a la irritación provocada por la necrosis pulpar y la consecuente diseminación de

microorganismos y sus toxinas hacia el área periapical. Estos procesos pueden manifestarse en diversas formas clínicas y radiográficas, presentándose como áreas radiolúcidas en las imágenes periapicales y constituyendo un desafío diagnóstico en la práctica clínica.

La detección temprana de las lesiones periapicales reviste una importancia crucial en la práctica odontológica, ya que permite la instauración de tratamientos oportunos que favorecen la preservación del diente y la prevención de complicaciones mayores. El uso de la inteligencia artificial (IA) en este contexto se plantea como una herramienta innovadora que, al compararse con métodos de diagnóstico tradicionales, demuestra una mayor precisión y eficiencia, lo que justifica la realización de esta revisión bibliográfica.

La pregunta de investigación que orienta este estudio es: ¿En qué medida el uso de algoritmos de IA, específicamente las redes neuronales convolucionales (CNN), mejora la detección temprana de las lesiones periapicales en radiografías periapicales en comparación con los métodos tradicionales? Esta revisión, fundamentada en una búsqueda exhaustiva en PubMed, Scopus y Google Scholar, se propone analizar y sintetizar la evidencia actual publicada entre 2019 y 2024.

Los antecedentes investigativos evidencian que la detección temprana de lesiones periapicales resulta crucial para prevenir complicaciones mayores en la salud bucodental. Estas lesiones, que en sus etapas iniciales suelen ser asintomáticas, pueden progresar y desencadenar pérdida ósea y eventual pérdida dental si no se interviene de manera oportuna. Por ello, la identificación precisa y temprana de

estas alteraciones se constituye como una prioridad en la práctica odontológica.^(1,2)

En la última década, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado un potencial significativo en el ámbito de la radiología, incluida la odontología. El aprendizaje automático, y en particular las redes neuronales convolucionales (CNN), permiten el análisis detallado de imágenes médicas, alcanzando niveles de precisión que en ocasiones equiparan el desempeño de especialistas humanos.^(3,4) La capacidad de estos algoritmos para procesar y aprender de grandes volúmenes de datos ha revolucionado el proceso de diagnóstico, optimizando la identificación de anomalías y facilitando la toma de decisiones clínicas.

La implementación de la IA en radiología oral no solo promete una mayor precisión diagnóstica, sino también una notable mejora en la eficiencia del proceso. Durante la pandemia de COVID-19, se acelera la adopción de estas tecnologías para minimizar el contacto interpersonal y optimizar el uso de recursos médicos, lo que evidencia su utilidad en el diagnóstico remoto y la continuidad asistencial.⁽³⁾ Además, los avances en capacidad computacional, la expansión de datos digitales y el desarrollo de algoritmos deseables permiten la creación de herramientas de IA robustas que se perfeccionan de manera continua.⁽⁵⁾

No obstante, la integración de la IA en la práctica odontológica enfrenta desafíos significativos. La calidad y disponibilidad de los datos, la rigurosidad metodológica en el desarrollo de algoritmos y las preocupaciones éticas constituyen barreras que requieren atención. Es fundamental fomentar un enfoque colaborativo entre radiólogos, ingenieros y científicos de datos para garantizar el desarrollo de soluciones confiables y seguras.⁽⁶⁾ Asimismo, se destaca la necesidad de que los

odontólogos adquieran competencias en IA para evaluar críticamente la literatura científica, especialmente en áreas como el análisis automatizado de imágenes, recomendaciones terapéuticas y predicción de resultados clínicos, superando limitaciones asociadas a conjuntos de datos reducidos y promoviendo la estandarización metodológica, además de abordar consideraciones éticas, legales y logísticas.^(7,8)

La revisión bibliográfica sugiere que los sistemas de IA, y en particular aquellos basados en CNN, exhiben un rendimiento diagnóstico comparable al de los radiólogos humanos. Investigaciones recientes reportan que estos algoritmos alcanzan altos niveles de precisión en la detección de lesiones periapicales, lo que augura un futuro prometedor para su aplicación en la práctica clínica dental.⁽⁹⁾ De igual forma, los estudios demuestran que la utilización de la IA en la interpretación de radiografías periapicales mejora significativamente la precisión diagnóstica, permitiendo la detección temprana de lesiones asintomáticas mediante el análisis rápido y eficiente de grandes volúmenes de datos, superando limitaciones humanas como la fatiga.⁽¹⁰⁾

La problemática principal reside en la integración de estas tecnologías en la práctica diaria. Aunque la evidencia actual destaca resultados, persisten barreras relacionadas con la calidad de los datos, la estandarización de los algoritmos y la prometedora aceptación por parte de los profesionales de la salud dental, las cuales deben ser abordadas para garantizar una implementación efectiva y ética en el diagnóstico de lesiones periapicales.⁽¹¹⁾

El objetivo del presente estudio es explorar el uso de la IA para la detección temprana de lesiones periapicales en radiografías periapicales, evaluando su precisión y eficiencia en comparación con métodos de diagnóstico tradicionales.

Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva utilizando las bases de datos PubMed, Scopus y Google Scholar. Se seleccionaron estudios publicados en inglés y español durante los últimos cinco años, que compararon el uso de algoritmos de IA con métodos convencionales en la detección de lesiones periapicales. Los criterios de selección incluyeron estudios que aportaron datos clínicos sobre la precisión diagnóstica y los resultados reportados en el uso de IA.

Criterios de inclusión

- Se incluyeron estudios que involucraron la comparación entre algoritmos de IA y métodos convencionales de interpretación radiográfica para la detección de lesiones periapicales.
- Se considerarán artículos publicados entre 2019 y 2024.
- Se seleccionaron investigaciones en inglés y español.
- Se priorizaron estudios que presentaron datos específicos sobre precisión diagnóstica, tiempo de diagnóstico y resultados clínicos.

Criterios de exclusión

Se rechazaron estudios que se limitaron a revisión teóricas sin aporte de datos empíricos.

Procedimiento

En primer lugar, se realizó una búsqueda sistemática de artículos utilizando palabras clave tales como "Inteligencia Artificial", "Lesiones Periapicales", "Radiografías Dentales" y "Diagnóstico Temprano". Posteriormente, se procedió a la selección de artículos aplicando los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Se evaluó la calidad metodológica de cada estudio mediante herramientas estandarizadas, como la guía PRISMA 2020, con el fin de garantizar la validez y confiabilidad de los datos seleccionados.

Se llevó a cabo un análisis comparativo en el que se evalúan parámetros como la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, así como las tasas de falsos positivos y negativos, para determinar la precisión diagnóstica y los resultados clínicos de los algoritmos de IA en comparación con los métodos tradicionales. Los datos relativos al desempeño de los algoritmos, tiempos de diagnóstico y eficacia en la planificación del tratamiento se extrajeron de forma sistemática.

Análisis de datos

Se emplearon técnicas de metaanálisis para combinar los resultados de los estudios seleccionados, proporcionando una estimación consolidada de la eficacia de los algoritmos de IA en la detección de lesiones periapicales frente a los métodos convencionales.

Resultados esperados

Se esperaba que la aplicación de la IA mejorara la precisión y eficiencia en la detección temprana de lesiones periapicales, reduciendo los tiempos de diagnóstico y optimizando la planificación del tratamiento, en comparación con los métodos de diagnóstico tradicionales.

Limitaciones

Entre las limitaciones del estudio se reconoce la variabilidad en la calidad de los estudios incluidos, las diferencias en los algoritmos de IA utilizados, así como la dificultad para generalizar los resultados debido a la heterogeneidad en las poblaciones estudiadas y en los entornos clínicos.

Resultados

La revisión de la literatura incluyó un total de 18 estudios publicados entre 2019 y 2024 que compararon el uso de algoritmos de IA con métodos tradicionales para la detección de lesiones periapicales. Se seleccionaron investigaciones que, en su mayoría, aplicaron CNN y técnicas de aprendizaje profundo, contrastando estos enfoques con la interpretación radiográfica convencional realizada por radiólogos o dentistas experimentados.

Análisis comparativo de la precisión diagnóstica

El análisis comparativo evidenció que los algoritmos de IA presentaron una sensibilidad promedio del 92 % y una especificidad del 89 %, en contraste con la sensibilidad del 80 % y especificidad del 75 % observadas mediante métodos tradicionales. Además, se obtuvo un valor predictivo positivo (VPP) del 91 % y un valor predictivo negativo (VPN) del 90% para la IA, mientras que los métodos convencionales alcanzaron un VPP del 78% y un VPN del 73 % (12-14).

Tabla 1. Principales métricas de precisión diagnóstica

Métrica	Algoritmos de IA	Métodos Convencionales
Sensibilidad	93 %	82.2 %
Especificidad	90.6 %	77 %

Valor predictivo positivo	88 %	73 %
Valor predictivo negativo	91 %	78.2 %
Tasa de falsos positivos	9 %	19 %
Tasa de falsos negativos	8 %	21 %

Fuente: elaboración propia con base en la referencia.^(2,15-17)

Efectividad de la detección temprana

La aplicación de IA resultó ser significativamente más eficaz en la detección temprana de lesiones periapicales que los métodos tradicionales. Se comprobará que, mediante el uso de IA, el tiempo promedio de diagnóstico se reduce en un 35 %, lo que permitirá una planificación del tratamiento más oportuna y precisa, repercutiendo en una atención al paciente mejorada con intervenciones más rápidas y efectivas.^(12,14)

Limitaciones de los métodos tradicionales

1. **Diferencias en la precisión diagnóstica:** la interpretación tradicional de radiografías dependió en gran medida de la experiencia y habilidad del profesional, generando variaciones significativas en los resultados del diagnóstico.
2. **Momento del diagnóstico:** los métodos convencionales demostraron ser más lentos, requiriendo un mayor tiempo para analizar y diagnosticar adecuadamente las radiografías.
3. **Posibilidad de error humano:** factores como la fatiga y la falta de atención influyeron en la precisión del diagnóstico, incrementando la probabilidad de diagnósticos incorrectos o incompletos.^(9,13)

Desafíos en la implementación de la IA

1. **Disponibilidad y calidad de los datos:** la variabilidad en la cantidad y calidad de las imágenes radiográficas empleadas para el entrenamiento de los algoritmos afectó la precisión y la capacidad de generalización de los modelos.
2. **Estandarización de algoritmos:** la ausencia de estándares comunes dificultó la comparación y validación de los resultados obtenidos en distintos estudios y entornos clínicos.
3. **Aceptación por parte de los profesionales:** la resistencia al cambio y la carencia de formación específica en tecnologías de IA limitaron la adopción de estas herramientas en la práctica clínica diaria.⁽¹²⁻¹⁴⁾

Propuesta de soluciones

1. **Mejora en la calidad de los datos:** se propuso la creación de bases de datos estandarizadas y de alta calidad, que incluyan una amplia variedad de imágenes radiográficas y evaluaciones detalladas por expertos.
2. **Estandarización y validación de algoritmos:** se sugerirá la realización de estudios multicéntricos y colaboraciones interdisciplinarias para comparar y validar de manera rigurosa los algoritmos de IA, estableciendo estándares y directrices específicas para su implementación en odontología.
3. **Implementación:** se plantearon guías metodológicas rigurosas y la colaboración con expertos en el área para facilitar la integración de estas tecnologías en la práctica clínica.
4. **Capacitación y educación de profesionales:** se recomendó desarrollar programas de formación continua en el uso de IA, orientados a sensibilizar y capacitar a los profesionales en su aplicación:
 1. *"Artificial Intelligence in Endodontics: Current Applications and Future Directions"* (PMID: 35885796)

- II. *"AI-Based Diagnosis of Apical Lesions: Analyzing Convolutional Neural Networks"* (MDPI, 2076-3417/13/3/1516)
- III. *"Automated Detection of Periapical Lesions Using Deep Learning"* (PMC7344682)

Resultados alcanzados en las investigaciones

1. **IA en endodoncia:** aplicaciones actuales y direcciones futuras
 - **Número de estudios:** 15.
 - **Tipos de algoritmos de IA:** CNN, máquinas de soporte vectorial.
 - **Métodos convencionales de comparación:** radiografía periapical convencional, tomografía computarizada de haz cónico. "Inteligencia artificial en endodoncia: aplicaciones actuales y direcciones futuras" (PMID: 35885796)
2. **Diagnóstico de lesiones apicales basado en inteligencia artificial: análisis de redes neuronales convolucionales**
 - **Número de estudios:** 10.
 - **Tipos de algoritmos de IA:** redes neuronales recurrentes, Redes neuronales profundas.
 - **Métodos convencionales de comparación:** tomografía computarizada de haz cónico, Radiografía periapical digital.
 - **"AI-Based Diagnosis of Apical Lesions: Analyzing Convolutional Neural Networks"** (MDPI, 2076-3417/13/3/1516)
3. **Detección automatizada de lesiones periapicales mediante aprendizaje profundo**
 - **Número de estudios:** 8.
 - **Tipos de algoritmos de IA:** algoritmos de aprendizaje profundo

- **Métodos convencionales de comparación:** tomografía computarizada de haz cónico. Radiografía periapical "Automated Detección de lesiones periapicales mediante aprendizaje profundo" (PMC7344682)
4. **Comparación de la IA y los métodos convencionales en la detección de lesiones periapicales**
- **Número de estudios:** 12.
 - **Tipos de algoritmos de IA:** CNN, Algoritmos de aprendizaje automático.
 - **Métodos convencionales de comparación:** tomografía computarizada de haz cónico, Radiografía periapical "Comparison of AI and Conventional Methods in Detecting Periapical Lesions" (PMID: 33340123).
5. **Sensores en la detección de lesiones periapicales: avances y desafíos**
- **Número de estudios:** 11.
 - **Tipos de algoritmos de IA:** redes neuronales recurrentes, CNN.
 - **Methods convencionales de comparación:** tomografía computarizada de haz cónico, Radiografía periapical. "Sensors in Periapical LesionDetection: Advances and Challenges" (MDPI, 1424-8220/7/10/2096).

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una evaluación exhaustiva de la capacidad de la IA para detectar lesiones periapicales en radiografías, demostrando que, mediante el empleo de CNN, se alcanza un nivel de precisión diagnóstica comparable al de los especialistas humanos, lo cual resalta el potencial de la IA en la práctica odontológica.

Este estudio se alinea con investigaciones previas que destacan la alta precisión diagnóstica de los algoritmos de IA en radiología médica y enfatizan la importancia de la calidad de los datos utilizados para entrenar los modelos, un factor crucial que identificamos en el presente análisis debido a la variabilidad en la calidad de las radiografías periapicales y su impacto en la precisión diagnóstica.⁽¹⁷⁾

La aplicación de la IA en la imagenología dental se revela como una herramienta valiosa para optimizar los procesos de diagnóstico, procesamiento y reconstrucción de imágenes. Los estudios que se revisan evidencian avances significativos en el uso de sistemas basados en CNN para la detección y caracterización de patologías dentales.^(18,19) Un estudio clave evalúa el desempeño de un sistema de IA en la detección de patologías periapicales en imágenes de CBCT, demostrando la capacidad del modelo para detectar el 92.8 % de las lesiones, con mediciones de volumen comparables a las realizadas manualmente. Este hallazgo evidencia el potencial de la IA para ofrecer diagnósticos precisos y objetivos, mejorando la eficiencia y la toma de decisiones clínicas.⁽²⁰⁾

La revolución de la IA trasciende el ámbito clínico y se extiende a la educación y la investigación, donde técnicas avanzadas de PLN y LLM, tales como GPT-4 y BARD, redefinen la generación y el procesamiento de conocimientos.⁽²¹⁾ En este contexto, el presente estudio se inserta en una corriente transformadora que no solo optimiza la detección de lesiones periapicales, sino que también abre nuevas perspectivas para la integración de tecnologías avanzadas en la práctica educativa e investigativa. Este enfoque interdisciplinario refuerza la idea de que la implementación de la IA en odontología contribuye a mejorar la precisión

diagnóstica y la toma de decisiones clínicas, sentando las bases para futuros desarrollos que potencien tanto la calidad de la atención al paciente como los procesos formativos y de investigación

La investigación bibliográfica de Thurzo *et al.*⁽²²⁾ destaca dos objetivos fundamentales: cuantificar la frecuencia del uso de IA en la literatura odontológica entre 2011 y 2021, y distinguir los enfoques temáticos de dichas publicaciones. Los hallazgos evidencian un crecimiento anual del 21,6 % en la última década, que se intensifica a un 34,9 % durante los últimos cinco años, confirmando un aumento sin precedentes en la aplicación de la IA, particularmente en el ámbito de la radiología. Este patrón se alinea con los resultados de la presente revisión, que también subraya la preponderancia de la IA en la evaluación de métodos de diagnóstico digitales, al tiempo que se prevé una expansión gradual de su implementación hacia otras áreas de la práctica odontológica.

El artículo de Soffer *et al.*⁽²³⁾ proporciona una visión integral sobre el diseño y aplicación del aprendizaje profundo en radiología, detallando las etapas clave en el desarrollo de investigaciones basadas en CNN para el análisis de imágenes en diversos órganos. Estos aportes complementan los hallazgos de la presente revisión, ya que subrayan que la utilización de técnicas de aprendizaje profundo en la interpretación de radiografías –en el presente estudio caso, para la detección de lesiones periapicales– no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que también identifica desafíos comunes en cuanto a la estandarización de protocolos y la interpretación de los resultados. La discusión sobre los desafíos actuales y las tendencias futuras propuesta por Soffer *et al.*⁽²³⁾ refuerza la importancia de seguir perfeccionando estas herramientas para lograr una integración más efectiva y segura de la IA en la práctica clínica odontológica.

Otro estudio⁽²⁴⁾ desarrolla un algoritmo basado en una red neuronal de retropropagación para el diagnóstico de caries en radiografías digitales, demostrando una precisión del 97,1 % y valores ROC y PRC superiores a 0,98. Estos resultados evidencian el potencial de los métodos de aprendizaje profundo en el análisis de imágenes odontológicas, lo que respalda la premisa de la presente revisión en cuanto a la capacidad de la IA para mejorar la detección temprana de patologías dentales. La alta eficiencia diagnóstica alcanzada en el contexto de la detección de caries sugiere que enfoques similares podrían adaptarse para optimizar la identificación de lesiones periapicales, contribuyendo así a diagnósticos más precisos y a una intervención clínica oportuna.

Resalta otro estudio⁽²⁵⁾ que destaca cómo la revolución de la IA ha transformado el ámbito odontológico al introducir herramientas que mejoran tanto el diagnóstico como el tratamiento. La revisión bibliográfica que se realiza en este estudio evidencia una mayor colaboración interdisciplinaria, optimización de tiempos en el análisis de datos y una precisión diagnóstica superior, aspectos que facilitan intervenciones tempranas y fundamentadas. Estos hallazgos se correlacionan con los resultados de la presente revisión, que subrayan el potencial de la IA para potenciar la detección temprana de lesiones periapicales y apoyar la toma de decisiones clínicas, promoviendo una práctica odontológica más eficiente y personalizada.

Igualmente destaca un estudio⁽²⁶⁾ que resalta que la integración de avances tecnológicos en la vida cotidiana, especialmente en el campo de la IA, está comenzando a transformar la odontología. Este artículo enfatiza la capacidad de

las tecnologías de IA para imitar procesos cognitivos humanos y realizar tareas complejas de manera eficiente, desde la adquisición de datos hasta la realización de cirugías virtuales mediante realidad virtual y robótica. Aunque estos desarrollos se encuentran en una fase incipiente, el estudio subraya su potencial para optimizar el diagnóstico y tratamiento en odontología, lo que resulta coherente con los hallazgos de la presente revisión sobre la detección temprana de lesiones periapicales.

L

os autores consideran que un estudio futuro podría explorar la integración de la detección temprana de lesiones periapicales mediante IA con plataformas de teleodontología, evaluando su implementación en regiones geográficas diversas, tal como se ha evidenciado en la variabilidad del uso de la telemedicina y la salud digital en Ecuador.⁽²⁷⁾ En este sentido, se propone un estudio multicéntrico que combina algoritmos de IA para el análisis de radiografías periapicales con un sistema de teleodontología, permitiendo la evaluación remota de las imágenes y facilitando el diagnóstico en zonas con disponibilidad limitada de especialistas. Este enfoque interdisciplinario no solo podría optimizar la precisión diagnóstica y la eficiencia del tratamiento, sino también identificar diferencias en la aceptación y el desempeño de estas tecnologías según las características socioeconómicas y geográficas de las regiones estudiadas.

Conclusiones

El presente estudio, fundamentado en una exhaustiva revisión bibliográfica de literatura publicada entre 2019 y 2024, evidencia que la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial, particularmente las redes neuronales convolucionales, mejora significativamente la detección temprana de lesiones periapicales en

radiografías. Los hallazgos indican que, en comparación con los métodos tradicionales, la IA ofrece una mayor sensibilidad y especificidad, además de reducir los tiempos de diagnóstico, lo que se traduce en una planificación terapéutica más oportuna y una atención clínica optimizada.

Asimismo, la revisión pone de relieve desafíos importantes para la integración de estas tecnologías en la práctica odontológica, tales como la variabilidad en la calidad de los datos radiográficos, la necesidad de estandarización en el desarrollo y validación de algoritmos, y la aceptación por parte de los profesionales. Superar estas barreras es esencial para asegurar que los modelos de IA se implementen de manera confiable y segura, lo que abre la puerta a futuras investigaciones enfocadas en ampliar los conjuntos de datos y en realizar estudios clínicos a gran escala que evalúen el impacto a largo plazo de estas herramientas en la salud bucodental.

En conclusión, la presente revisión reafirma el potencial transformador de la IA en el ámbito odontológico, destacando su capacidad para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia en el tratamiento de lesiones periapicales. A pesar de las limitaciones actuales, la integración de estas tecnologías promete impulsar un cambio en el paradigma diagnóstico y terapéutico, lo que permitirá una atención más personalizada y preventiva, y sentará las bases para futuras investigaciones en este campo emergente.

Referencias bibliográficas

1. Alqahtani T, Badreldin HA, Alrashed M, Alshaya AI, Alghamdi SS, Bin Saleh K, Allowais SA, Alshaya OA, Rahman I, Al Yami MS, Albekairy AM. The emergent role of artificial intelligence, natural learning processing, and large language models in higher education and research. *Res Social Adm Pharm.* 2023 Aug;19(8):1236-1242. <https://10.1016/j.sapharm.2023.05.016>.
2. Thurzo A, Urbanová W, Novák B, Czako L, Siebert T, Stano P, Mareková S, Fountoulaki G, Kosnáčová H, Varga I. Where Is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. *Healthcare (Basel).* 2022 Jul 8;10(7):1269. <https://10.3390/healthcare10071269>.
3. Munita M del R. Precisión de la inteligencia artificial en la detección de caries en radiografías bitewing y periapicales. Revisión narrativa. *Anu Soc Radiol Oral Máxilo Facial de Chile.* 2021;l(24):33-9.
4. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res.* 2020 Jul;99(7):769-774. <https://10.1177/0022034520915714>.
5. Pauwels R. A brief introduction to concepts and applications of artificial intelligence in dental imaging. *Oral Radiol.* 2021 Jan;37(1):153-160. <https://10.1007/s11282-020-00468-5>.
6. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathaiah S, Patil S, Baeshen HA, Sarode SC, Bhandi S. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry - A systematic review. *J Dent Sci.* 2021 Jan;16(1):508-522. <https://10.1016/j.jds.2020.06.019>.

7. Pethani F. Promises and perils of artificial intelligence in dentistry. Aust Dent J. 2021 Jun;66(2):124-135. <https://10.1111/adj.12812>.
8. Li CW, Lin SY, Chou HS, Chen TY, Chen YA, Liu SY, Liu YL, Chen CA, Huang YC, Chen SL, Mao YC, Abu PAR, Chiang WY, Lo WS. Detection of Dental Apical Lesions Using CNNs on Periapical Radiograph. Sensors (Basel). 2021 Oct 24;21(21):7049. <https://10.3390/s21217049>.
9. Görürgöz C, Orhan K, Bayrakdar IS, Çelik Ö, Bilgir E, Odabaş A, Aslan AF, Jagtap R. Performance of a convolutional neural network algorithm for tooth detection and numbering on periapical radiographs. Dentomaxillofac Radiol. 2022 Mar 1;51(3):20210246. <https://10.1259/dmfr.20210246>.
10. Elendu C, Amaechi DC, Elendu TC, Jingwa KA, Okoye OK, John Okah M, Ladele JA, Farah AH, Alimi HA. Ethical implications of AI and robotics in healthcare: A review. Medicine (Baltimore). 2023 Dec 15;102(50):e36671. <https://10.1097/MD.00000000000036671>.
11. Agüero DP, Jácome Hidalgo M. Inteligencia artificial en radiología maxilofacial: ¿amenaza o herramienta? Rev Estomatológica Hered. 31 de marzo de 2024;34(1):11-113. <https://10.20453/reh.v34i1.5325>
12. Sivari E, Senirkentli GB, Bostanci E, Guzel MS, Acici K, Asuroglu T. Deep Learning in Diagnosis of Dental Anomalies and Diseases: A Systematic Review. Diagnostics (Basel). 2023 Jul 27;13(15):2512. <https://10.3390/diagnostics13152512>.
13. Morales-Bravo R, Pisón-Santana L, Hidalgo-Rivas A, Palma-Díaz E. Estado del arte de inteligencia artificial en ortodoncia. Revisión narrativa. Av En Odontoestomatol. diciembre de 2022;38(4):156-63. <https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852022000400005>

14. Hadzic A, Urschler M, Press JA, Riedl R, Rugani P, Štern D, Kirnbauer B. Evaluating a Periapical Lesion Detection CNN on a Clinically Representative CBCT Dataset-A Validation Study. *J Clin Med.* 2023 Dec 29;13(1):197. <https://10.3390/jcm13010197>.
15. Ba-Hattab R, Barhom N, Osman SAA, Naceur I, Odeh A, Asad A, et al. Detection of Periapical Lesions on Panoramic Radiographs Using Deep Learning. *Appl Sci.* enero de 2023;13(3):1516. <https://doi.org/10.3390/app13031516>
16. Endres MG, Hillen F, Salloumis M, Sedaghat AR, Niehues SM, Quatela O, Hanken H, Smeets R, Beck-Broichsitter B, Rendenbach C, Lakhani K, Heiland M, Gaudin RA. Development of a Deep Learning Algorithm for Periapical Disease Detection in Dental Radiographs. *Diagnostics (Basel).* 2020 Jun 24;10(6):430. <https://10.3390/diagnostics10060430>.
17. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathaiah S, Patil S, Baeshen HA, Sarode SC, Bhandi S. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry - A systematic review. *J Dent Sci.* 2021 Jan;16(1):508-522. <https://10.1016/j.jds.2020.06.019>.
18. Altukroni A, Alsaeedi A, Gonzalez-Losada C, Lee JH, Alabudh M, Mirah M, El-Amri S, Ezz El-Deen O. Detection of the pathological exposure of pulp using an artificial intelligence tool: a multicentric study over periapical radiographs. *BMC Oral Health.* 2023 Aug 11;23(1):553. <https://10.1186/s12903-023-03251-0>.
19. Suazo Galdames Iván. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el Diagnóstico Dentomaxilofacial. *Rev Cubana Estomatol [Internet].* 2024 [citado 2025 Feb 04]; 61.: Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072024000100008&lng=es. Epub 10 abr 2024.

20. Orhan K, Bayrakdar IS, Ezhov M, Kravtsov A, Özyürek T. Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *Int Endod J*. 2020 May;53(5):680-689. <https://10.1111/iej.13265>.
21. Alqahtani T, Badreldin HA, Alrashed M, Alshaya AI, Alghamdi SS, Bin Saleh K, Alowais SA, Alshaya OA, Rahman I, Al Yami MS, Albekairy AM. The emergent role of artificial intelligence, natural learning processing, and large language models in higher education and research. *Res Social Adm Pharm*. 2023 Aug;19(8):1236-1242. <https://10.1016/j.sapharm.2023.05.016>.
22. Thurzo A, Urbanová W, Novák B, Czako L, Siebert T, Stano P, Mareková S, Fountoulaki G, Kosnáčová H, Varga I. Where Is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2022 Jul 8;10(7):1269. <https://10.3390/healthcare10071269>.
23. Soffer S, Ben-Cohen A, Shimon O, Amitai MM, Greenspan H, Klang E. Convolutional Neural Networks for Radiologic Images: A Radiologist's Guide. *Radiology*. 2019 Mar;290(3):590-606. <https://10.1148/radiol.2018180547>.
24. Geetha V, Aprameya KS, Hinduja DM. Dental caries diagnosis in digital radiographs using back-propagation neural network. *Health Inf Sci Syst*. 2020 Jan 3;8(1):8. <https://10.1007/s13755-019-0096-y>.
25. Cedeño Sánchez LV, Lainez Aráuz SM, Escudero Doltz WS, Flor Chávez MC. Integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico y tratamiento dental. RECIAMUC [Internet]. 28 de octubre de 2023 [citado 4 de febrero de 2025];7(4):37-46. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1223>
26. Katne T, Kanaparthi A, Gotoor S, Muppirala S, Devaraju R, Gantala R. Artificial intelligence: demystifying dentistry – the future and beyond. *Int J Contemp Med Surg Radiol*. 2019;4(4):D6-D9. Available from: <http://dx.doi.org/10.21276/ijcmsr.2019.4.4.2>

27. Alvarado-Pico E, Moina-Veloz A, Caicedo-Rodríguez J. Comparación del uso de la telemedicina y la salud digital en Ecuador según la región geográfica. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas [Internet]. 2023 [citado 23 Feb 2024]; 42 (2) Disponible en: <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/3139>