

Application of artificial intelligence in cephalometric diagnosis in orthodontics. Literature review.

Aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico cefalométrico en ortodoncia. Revisión de la literatura.

Autores:

Suing-Ojeda, Yaritza Deyanira
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Cuenca – Ecuador



yaritza.suing.81@est.ucacue.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-9564-0098>

Od. Cabrera-Padron, María Isabel
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Od. Esp. Ortodoncia
Docente de la carrera de Odontología
Cuenca – Ecuador



mcabrerap@ucacue.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-4086-6082>

Fechas de recepción: 13-Sep-2025 aceptación: 13-Oct-2025 publicación: 31-Dic-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Esta investigación tiene como objetivo reportar la aplicación de la inteligencia artificial con el fin de mejorar la precisión diagnóstica y cefalométrica en ortodoncia mediante la integración de sistemas basados en inteligencia artificial (IA). Mediante un enfoque de tipo documental, descriptiva y transversal, que se basa en la recopilación de información sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico cefalométrico en ortodoncia. Si bien la IA es un tema amplio con numerosas categorías, existen dos tipos: IA simbólica y aprendizaje automático. La IA simbólica se refiere a un conjunto de métodos para construir algoritmos de forma comprensible para los humanos. El aprendizaje profundo es un tipo de aprendizaje automático en el que una computadora reconoce características en los datos. Este artículo pretende discutir el alcance y el rendimiento de estos modelos basados en IA que se han aplicado en diversos aspectos del diagnóstico de ortodoncia, la planificación del tratamiento, la toma de decisiones clínicas y la predicción del pronóstico. En conclusión, el impacto de la IA en ortodoncia es notable, dado que dicha especialidad se vale de manera especial de las herramientas de diagnóstico que ayudan a la toma de decisiones clínicas; los estudios revisados son coincidentes en que los sistemas de IA dan resultados eficaces, confiables y con gran futuro, ya que facilitan las tareas complejas, son rápidos y pueden ser un apoyo para los dentistas menos experimentados, ahorrando tiempo y mejorando la calidad asistencial.

Palabras clave: Diagnóstico; Artificial; Ortodóntico; Cefalometría; Inteligencia

Abstract

This research aims to report on the application of artificial intelligence to improve diagnostic and cephalometric accuracy in orthodontics through the integration of artificial intelligence (AI)-based systems. It uses a documentary, descriptive, and cross-sectional approach based on the collection of information on the application of artificial intelligence in cephalometric diagnosis in orthodontics. Although AI is a broad topic with numerous categories, there are two types: symbolic AI and machine learning. Symbolic AI refers to a set of methods for constructing algorithms in a way that is understandable to humans. Deep learning is a type of machine learning in which a computer recognizes features in data. This article aims to discuss the scope and performance of these AI-based models that have been applied in various aspects of orthodontic diagnosis, treatment planning, clinical decision-making, and prognosis prediction. In conclusion, the impact of AI on orthodontics is remarkable, given that this specialty makes particular use of diagnostic tools that aid clinical decision-making. The studies reviewed agree that AI systems provide effective, reliable results with a promising future, as they facilitate complex tasks, are fast, and can support less experienced dentists. In conclusion, the impact of AI on orthodontics is remarkable, given that this specialty makes particular use of diagnostic tools that aid clinical decision-making. The studies reviewed agree that AI systems provide effective, reliable results with a promising future, as they facilitate complex tasks, are fast, and can support less experienced dentists, saving time and improving the quality of care.

Keywords: Diagnosis; Artificial; Orthodontic; Cephalometry; Intelligence.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) es un término utilizado para referirse a las redes neuronales de computadoras que imitan la inteligencia humana (Junaid et al., 2022a). Es una rama de la ciencia que se ocupa del desarrollo de programas y ordenadores que puedan recopilar datos, razonar sobre ellos y luego traducirlos en acciones inteligentes. La IA es un área amplia que incluye el razonamiento, la dispensación lingüística típica, el aprendizaje automático y la planificación (Subramanian et al., 2022a).

Los conceptos clave de la IA son el aprendizaje automático, el aprendizaje representacional y el aprendizaje profundo (Deep Learning). Los modelos de aprendizaje automático (Maching Learning) incluyen algoritmos genéticos, redes neuronales artificiales y lógica difusa (Junaid et al., 2022b). El aprendizaje representacional y el DL son subconjuntos del ML en el que el primero requiere un algoritmo informático que analice las características necesarias para clasificar cualquier dato, mientras que el segundo es un método de IA cuyo objetivo es hacer que las computadoras aprendan de los datos de una manera que imita cómo piensan los humanos.

Deben poder comprender y encontrar patrones en diferentes tipos de datos, como imágenes, palabras, sonidos y más. Esto les ayudará a crear información útil y hacer predicciones precisas (Junaid et al., 2022a).

En el año de 1943, la ciencia computacional (IA), comenzó a crecer significativamente en el día a día de los humanos. Fue el comienzo de la revolución de la información y las nuevas formas de vida (Carbonell-García et al., 2023).

Por otro lado, en 1950 el término y el concepto de inteligencia artificial (IA) se hicieron más aceptadas por la comunidad científica, gracias a Alan Mathison Turing, un matemático, científico y corredor británico. Dadas sus contribuciones y en su artículo nombrado “Computing Machinery and Intelligence” (Alvarado, 2015).

John McCarthy fue considerado como el padre de la IA. En 1955 creó dicho término para explicar cómo las máquinas pueden hacer cosas que requieren inteligencia. No obstante, Esta disciplina se formaliza en 1956 en la conferencia de Dartmouth, organizada por John McCar, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon.



En esta conferencia comenzó formalmente el estudio de la inteligencia artificial como una rama de la ciencia, para tratar de conseguir máquinas que desarrollasen procesos equivalentes al pensamiento humano, como por ejemplo el aprendizaje, el razonamiento, la solución de problemas.

Morgan Stanley dice que la IA en medicina podría valer 10,000 millones de dólares en 2024, frente a 1.300 millones de dólares ahora, si crece un 40% cada año (Subramanian et al., 2022a).

En los últimos diez años, la IA se convirtió en una tecnología poderosa y cambiante que afecta a muchas áreas diferentes, como la industria, la salud, las finanzas y la comunicación. La tecnología puede manejar muchos datos, encontrar relaciones complicadas y actuar sobre ellos con reglas inteligentes. Esto hace que las personas, grupos y sociedades usen tecnología de nuevas maneras (Uzcátegui Pacheco et al., 2024).

Hay diversos dictámenes sobre las aplicaciones más beneficiosas de la IA para la atención médica. Forbes mencionó en 2018 que las áreas más importantes serían los flujos de trabajo administrativos, el análisis de imágenes, la cirugía robótica, los asistentes virtuales y el apoyo a la toma de decisiones clínicas (Bohr & Memarzadeh, 2020).

El uso de IA en el área médica conduce a una mejora en el diagnóstico, la planificación del tratamiento, la evaluación del crecimiento y el desarrollo, la evaluación del progreso y los resultados del tratamiento, la fase de mantenimiento, el monitoreo a distancia y el seguimiento a largo plazo. El término mejora significa la posibilidad de integrar los datos recopilados y seleccionados por el médico con mayor efectividad y profundidad (Dipalma et al., 2023).

Sin embargo, en otras áreas de la salud se puede utilizar la IA en ortodoncia; ya que ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años. Este conocimiento es fundamental para predecir el pronóstico del tratamiento. Sin embargo, la incorporación de este conocimiento basado en IA no cambia el hecho de que los profesionales de la salud, con su propio conocimiento adquirido a través de una educación especializada y años de experiencia, son los que en última instancia tienen que diagnosticar y determinar el mejor plan de tratamiento (Monill-González et al., 2021). Antes, los ortodoncistas trazaron las imágenes para el análisis cefalométrico lateral en papel que era transparente y hecho de verduras. Con el

desarrollo de la tecnología, estos procesos comenzaron a llevarse a cabo en formas digitales y se lograron mejoras significativas en términos de velocidad, calidad y confiabilidad. La digitalización de imágenes cefalométricas facilita la fase de planificación del tratamiento, al eliminar el error humano inherente a la etapa de preparación de radiografías tradicionales en salas oscuras, e introduciendo la posibilidad de almacenar y compartir digitalmente las imágenes de forma práctica (Çoban et al., 2022).

No obstante, la IA nos puede ser de gran utilidad al momento de tomar decisiones clínicas específicas en un tiempo limitado. Las aplicaciones de IA pueden guiar a los clínicos para tomar mejores decisiones y desempeñarse mejor, porque los resultados obtenidos de la IA son altamente precisos y, por lo tanto, en algunos casos, pueden evitar errores humanos (Monill-González et al., 2021).

Material y métodos

Estrategia de búsqueda:

Esta revisión de literatura es de tipo documental, descriptiva y transversal, que se basa en la recopilación de información sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico cefalométrico en ortodoncia, para la misma se realizó una búsqueda electrónica en diversas bases de datos digitales como Pubmed, Scopus, Google Academic, Scielo, Dialnet. La búsqueda de la información se realizó desde el año 2020 al año 2024 en idioma inglés y español.

La estrategia de búsqueda se basó en términos Medical Subject Heading (MeSH) y términos en los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCs) y términos abiertos, se utilizaron descriptores controlados e indexados para cada una de la base de datos, de esta revisión de alcance, uniéndolos con operadores booleanos OR y AND.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda.

Estrategia de búsqueda.	Palabras claves o descriptores de colección de bases de datos
-------------------------	---



PUBMED	("Diagnosis AND Artificial AND Orthodontic") OR ("Artificial AND Orthodontic") OR ("orthodontic AND Intelligence") OR ("Intelligence AND Artificial AND Cephalometry") OR ("Intelligence AND Cephalometry")
GOOGLE ACADEMICO	("Diagnosis AND Artificial AND Orthodontic") OR ("Artificial AND Orthodontic") OR ("orthodontic AND Intelligence") OR ("Intelligence AND Artificial AND Cephalometry") OR ("Intelligence AND Cephalometry")
SCOPUS	("Diagnosis AND Artificial AND Orthodontic") OR ("Artificial AND Orthodontic") OR ("orthodontic AND Intelligence") OR ("Intelligence AND Artificial AND Cephalometry") OR ("Intelligence AND Cephalometry")
DIALNET	("Diagnosis AND Artificial AND Orthodontic") OR ("Artificial AND Orthodontic") OR ("orthodontic AND Intelligence") OR ("Intelligence AND Artificial AND Cephalometry") OR ("Intelligence AND Cephalometry")

Ilustración 1. Análisis bibliométrico. Vosviewer PubMed.

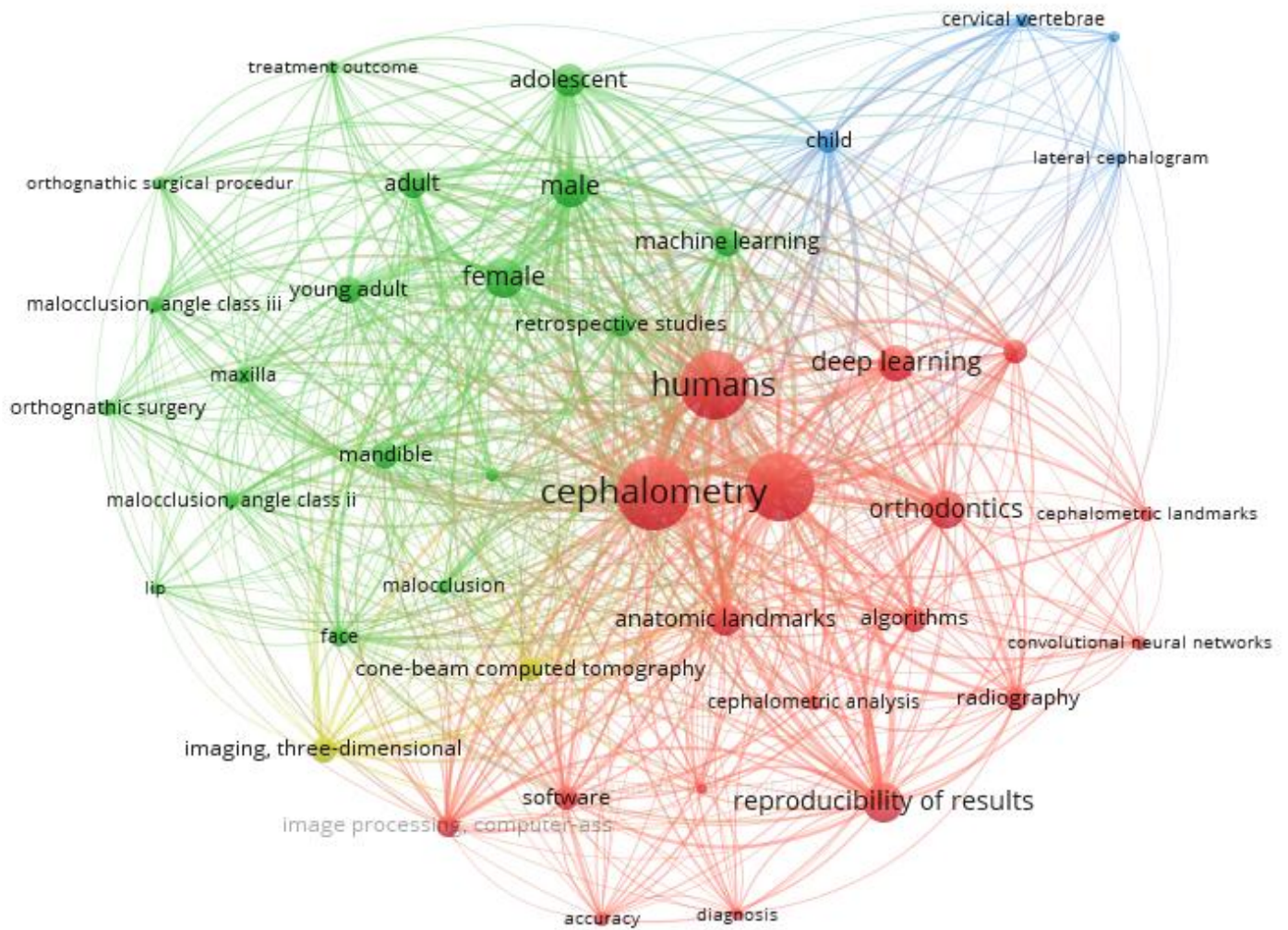
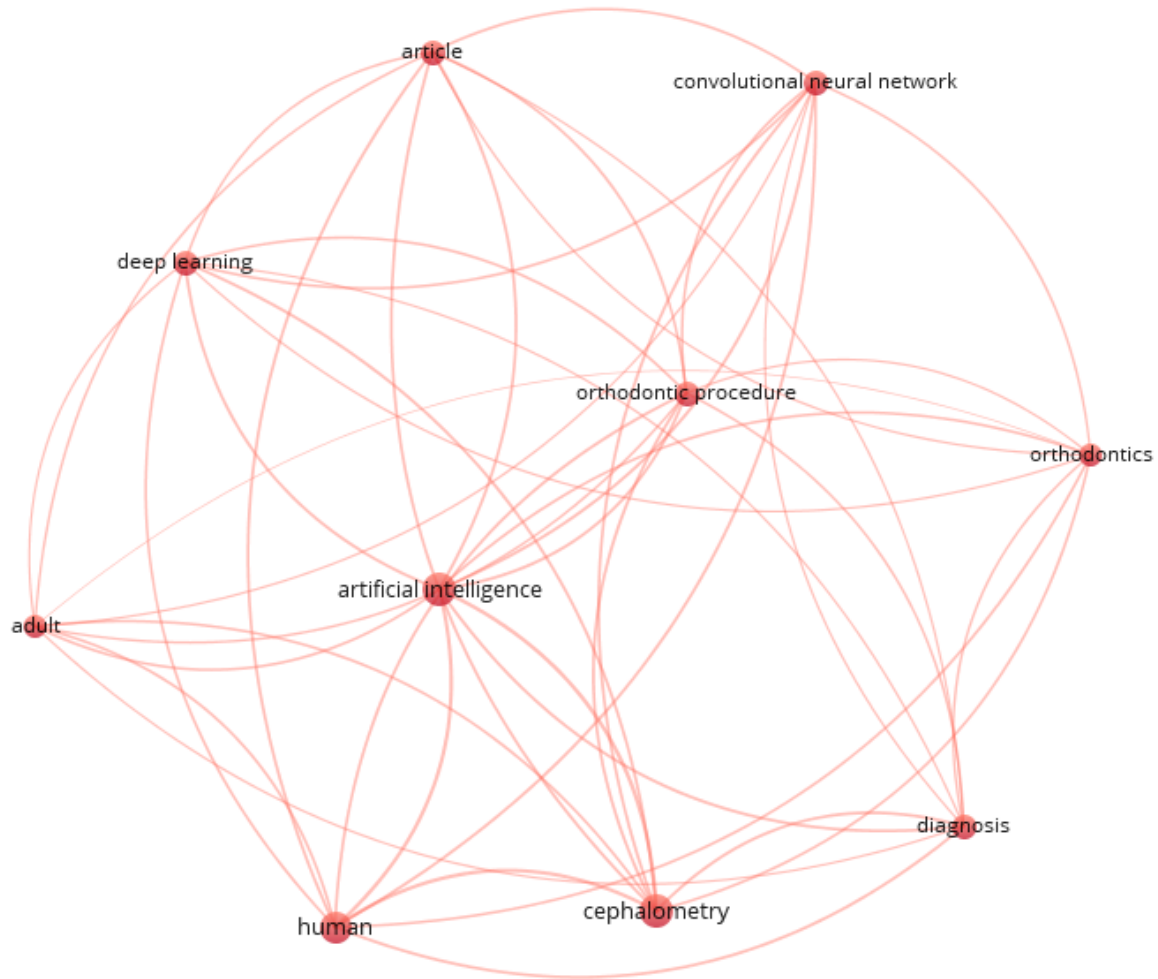
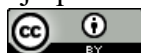


Ilustración 2. Análisis bibliométrico. Vosviewer Scopus



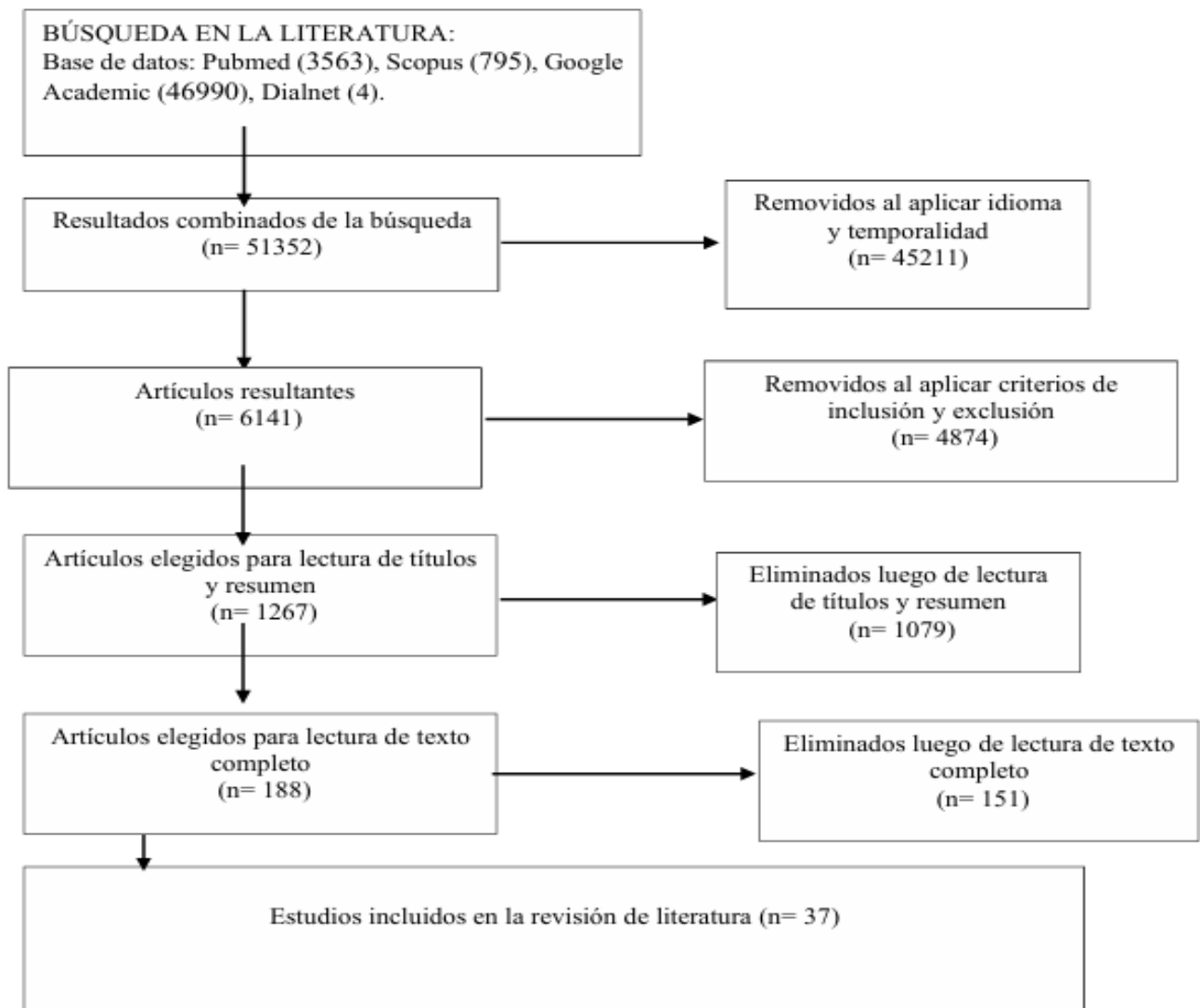
VOSviewer puede usarse para construir mapas de autores o revistas basados en datos de cocitación o para construir mapas de palabras clave basados en datos de coocurrencia. (van Eck & Waltman, 2010).

En el primer gráfico, se observan cuatro grupos principales: el clínico, centrado en maloclusiones, características anatómicas y cirugía ortognática; la población, que cubre estudios en niños, adolescentes y adultos; lo tecnológico, relacionado con imágenes 3D, tomografía y software; y finalmente el metodológico, donde se incluyen algoritmos, aprendizaje profundo y reproducibilidad de los resultados. El nodo central es tomado por



"cefalometría", está súper conectado con "humanos" y "ortodoncia", lo que muestra que es un lugar de investigación clave. El segundo gráfico muestra un método más enfocado, utilizando AI, como el aprendizaje profundo y esas redes neuronales complejas, directamente en el trabajo de ortodoncia y las mediciones de cabeza a dientes. Los dos mapas muestran cómo las cosas de la ciencia no se tratan solo de mirar los síntomas del paciente, sino también de profundizar en nuevas formas de analizar las cosas, utilizando la IA y la tecnología de imagen, la evidencia de investigación apunta a un cambio de los estudios clínicos de la vieja escuela a un enfoque más experto en tecnología, con herramientas digitales y algoritmos predictivos que juegan un papel más grande.

Para la selección de estudios de interés, se basó en los siguientes criterios de elegibilidad:



Criterios de Inclusión

- Revisión sistemática
- Revisión de literatura.
- Revisión sistemática con y sin meta-análisis.
- Revisión comparativa
- Revisión de un estudio prospectivo
- Revisión narrativa
- Revisión de un estudio retrospectivo
- Revisión crítica
- Revisión de un estudio diagnóstico
- Revisión de un estudio transversal
- Artículos en inglés relacionados sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico cefalométrico en ortodoncia
- Artículos en español relacionados sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico cefalométrico en ortodoncia

Criterios de Exclusión

- Opinión de expertos.
- Tesis.
- Artículos sin autor
- Artículos sin su texto completo y que no se han podido contactar con el editor.
- Artículos que no estén en las revistas indexadas.

Aspectos éticos

Desde el punto de vista ético; esta investigación se considera sin riesgos, debido que se trata de un estudio secundario cuya fuente es documental, por lo cual no se requirió de ningún consentimiento informado ya que no hubo ninguna intervención clínica ni se experimentó en humanos.

Resultados

Diagrama de flujo



Para esta revisión se estableció un registro de base de datos detallado en la tabla 2. Diagrama de flujo de selección de artículo

Tabla 2. Diagrama de flujo de selección de artículo

Si bien la IA es un tema amplio con numerosas categorías, existen dos tipos: IA simbólica y aprendizaje automático. La IA simbólica se refiere a un conjunto de métodos para construir algoritmos de forma comprensible para los humanos. El aprendizaje profundo es un tipo de aprendizaje automático en el que una computadora reconoce características en los datos (Subramanian et al., 2022a). La tabla establece toda la información sobre diferentes estudios donde se usaron modelos de IA en ortodoncia, que muestra cómo estas herramientas inteligentes son muy útiles para descubrir diagnósticos, planificar tratamientos y predecir los resultados. Cada fila ofrece un resumen rápido de un estudio específico, mencionando el modelo que usaron, cuando se publicó y lo que descubrieron. Cuando se trata de planificar tratamientos, varios estudios demuestran que son muy útiles para descubrir cómo se mueven los dientes, elegir la mejor manera de arreglar las cosas y descubrir el mejor orden para los procedimientos. Los modelos de IA son destacados porque pueden predecir qué tan estables serán los resultados a largo plazo y descubren las posibilidades de que las cosas vuelvan, lo que ayuda a los ortodoncistas a tomar mejores decisiones que esta tabla facilita ver cómo el uso de IA en ortodoncia ha cambiado con el tiempo y cómo está dando forma a la forma en que funcionan los dentistas, las cuales se describen en la Tabla 3. Técnicas de IA y su aplicación

Tabla 3. Técnicas de IA y su aplicación.

TÉCNICA	USO
CNN (Redes neuronales convolucionales) (17).	Sistema de IA basado en CCN para la localización automática de puntos de referencia cefalométricos.
PANN (Una red neuronal artificial paraconsistente) (22).	Una red neuronal artificial paraconsistente (PANN) para analizar las variables cefalométricas para el diagnóstico de ortodoncia.
CNN (Redes neuronales convolucionales) (2).	Inteligencia artificial profunda basada en redes neuronales (CNN) para cefalometría cuantitativa automatizada.
CNN (Redes neuronales convolucionales) (27).	Comparación de los últimos sistemas basados en CNN profunda para identificar puntos de referencia cefalométricos.

	9 No.4 (2025): Journal Scientific  Investigar ISSN: 2588-0659 https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.4.2025.e1115
CNN (Redes neuronales convolucionales) (16).	Un análisis de rayos X cefalométrico automatizado utilizando un algoritmo especializado (IA).
CNN (Redes neuronales convolucionales) (9).	Sistema automatizado basado en aprendizaje profundo para detectar patrones de 80 puntos de referencia cefalométricos.
ANN (Redes neuronales artificiales) (36).	Modelo de IA basado en ANN para decidir si son necesarias extracciones antes del tratamiento de ortodoncia.
ANN (Redes neuronales artificiales) (12).	Sistema experto de Inteligencia Artificial para la toma de decisiones de ortodoncia sobre la extracción de dientes permanentes necesarios.
ANN (Redes neuronales artificiales) (6).	Modelo basado en ANN para decidir sobre cirugía/no cirugía y determinar extracciones.
ANN (Redes neuronales artificiales) (15).	Algoritmos de IA para determinar las etapas de crecimiento y desarrollo de las vértebras cervicales.
CNN (Redes neuronales convolucionales) (21).	Sistema de IA basado en CCN para decretar el grado de madurez de las vértebras cervicales.
ANN (Redes neuronales artificiales) (20).	Modelo basado en ANN para predecir la imagen post cirugía ortognática.
CNN (Redes neuronales convolucionales) (29).	Sistema de IA para describir el impacto de los tratamientos ortognáticos en el atractivo facial y la apariencia de la edad.

CNN (Redes neuronales convolucionales) (30).	Sistema de IA para evaluar el atractivo facial de pacientes que se han sometido a tratamiento para fisura labiopalatina y el atractivo facial de los controles y comparar estos resultados con calificaciones de panel realizadas por legos, ortodoncistas y cirujanos orales.
ML (Aprendizaje automático) (32).	El ML se puede dividir en tres categorías: aprendizaje organizado (se opera para la predicción y clasificación basada en un resultado identificado), aprendizaje desorganizado (se utiliza para encontrar diseños y configuraciones ocultas con el resultado no identificado) y aprendizaje asistido (derivado de versiones anteriores, la máquina crea un algoritmo modificado que mejora la remuneración prevista).
DL (Aprendizaje profundo) (3).	El aprendizaje profundo (DL) aprenden de ejemplos en lugar de un conjunto de reglas establecidas por un humano. Al utilizar una mezcla de herramientas estadísticas y probabilísticas, las máquinas pueden aprender de modelos anteriores y mejorar sus acciones cuando se introducen nuevos datos.
RNA (Red neuronal artificial) (22).	La red neuronal artificial (RNA) La neurona artificial es un modelo simplificado que utiliza estructuras aritméticas para imitar el comportamiento de asimilación y liberación de mensajes de las redes neuronales biológicas.

Utilizaron un método llamado CNN para encontrar las posiciones de algunos puntos en el cráneo en imágenes de la cabeza desde diferentes ángulos. Se comparó los resultados de CNN con los resultados de un experto humano que miró las mismas imágenes; el cual se pudo descubrir que los resultados de CNN estaban muy cerca de los resultados de los expertos humanos, y la diferencia era menos de un milímetro, siendo una diferencia muy pequeña. Se realizó la misma prueba para muchas fotos y obtuvimos los mismos resultados cada vez (Morales-Bravo et al., 2022a).

Para la ortodoncia, las diversas técnicas de IA se aplican en función de los datos tratados. Las redes neuronales convolucionales (CNN) están dedicadas al análisis de imágenes y emplean técnicas para la localización de puntos cefalométricos, la evaluación de maduración ósea y la predicción de resultados estéticos del tratamiento o cirugía. Las redes neuronales artificiales (ANN/RNA) están dedicadas a las variables clínicas y su aplicación es para la toma de decisiones terapéuticas (extracciones, cirugía/no cirugía o pronóstico postquirúrgico). La versión PANN mejora la toma de decisiones basada en un razonamiento con datos contradictorios. El machine learning (ML) engloba dichas técnicas y está dividido en supervisado (predicción y clasificación), no supervisado (detección de patrones ocultos) y asistido (optimización de algoritmos). Finalmente, el deep learning (DL), el desarrollo avanzado del ML utiliza redes neuronales profundas para el negocio de grandes volúmenes de datos, y entre ellas destacan las imágenes médicas. En resumen:

- CNN = imágenes
- ANN/PANN = decisiones clínicas
- ML = framework general (es un marco de desarrollo reutilizable que facilita crear aplicaciones complejas sin tener que construir todo desde cero.)
- DL = evolución avanzada de ML

En la actualidad disponemos de varias herramientas digitales para ayudar en el diagnóstico cefálico como se observa en la Tabla 4. Aplicaciones de IA en cefalometría.

Tabla 4. Aplicaciones de IA en cefalometría

APLICACIÓN	USO
(V-Ceph versión 8).	Utiliza un sistema de almacenamiento distribuido, donde los datos se fragmentan y se almacenan en múltiples nodos (OSDs) de un clúster. Ceph utiliza un protocolo de red para comunicarse entre los nodos, y cuenta

	con un conjunto de herramientas para gestionar y monitorizar el clúster.
YOLO versión 3 "You Only Look Once" (28).	El algoritmo de aprendizaje automático YOLO utiliza características aprendidas por una red neuronal convolucional profunda para detectar objetos ubicados en una imagen. Para la identificación automática de puntos de referencia cefalométricos en la práctica clínica de ortodoncia.
SSD (Single Shot Multibox Detector) (19).	El método SSD utiliza una red que analiza las pinturas en piezas pequeñas y ofrece una puntuación para cada parte. Luego, elige las mejores partes y elimina el resto; de esta manera, encuentra los objetos en las pinturas
ACDS (Soluciones automáticas de diagnóstico de cefalones) (33).	ACDS es un software basado en IA que proporciona detección automática de puntos de referencia cefalométricos, rastreo cefalométrico, mediciones y análisis cefalométricos.
Romexis Cephalometric Analysis (31).	Detecta automáticamente los puntos de referencia cefalométricos de las imágenes 3D. En caso necesario, los usuarios pueden ajustar estos puntos de referencia manualmente. Cuando se colocan puntos de referencia manualmente, la disposición del cráneo tiene un ajuste automático para colocar el siguiente punto de referencia. Las

	imágenes de referencia ayudan al usuario a encontrar la posición correcta de cada punto de referencia.
Facad	Ofrece trazado y análisis integrales, junto con simulaciones de tratamiento con predicción de perfil suave, estableciéndolo como un instrumento potente y adaptable
Dolphin Imaging	Brinda una solución completa para la captura de imágenes, el almacenamiento y la visualización, ayudando al diagnóstico y la planificación del tratamiento.
Ezorto	Es un Software de análisis cefalométrico para diagnóstico y planificación de ortodoncia más rápidos. El sistema de diseño automático obtiene resultados en menos de un minuto, mezcla los métodos Jarabak, Steiner, Downs. Gracias a su interfaz fácil de usar y su detección precisa de puntos cefalométricos, exhortación.

Discusión

Los avances y la asequibilidad de la radiografía digital han incrementado recientemente la demanda de automatización de análisis y diagnósticos que antes se realizaban manualmente por parte de la profesión médica. En este sentido, se han llevado a cabo varios intentos de automatizar el análisis cefalométrico. (Leonardi et al., 2008) El objetivo del plan de tratamiento de ortodoncia es abordar el problema, maximizando los beneficios para el paciente y minimizando los riesgos asociados. El plan de tratamiento se basa en los hallazgos clínicos del paciente y los resultados de las pruebas diagnósticas (Khanagar et al., 2021a). Este artículo pretende discutir el alcance y el rendimiento de estos modelos basados en IA que se han aplicado en diversos aspectos del diagnóstico de ortodoncia, la planificación del tratamiento, la toma de decisiones clínicas y la predicción del pronóstico (Khanagar et al., 2021b). La aplicación de la IA ha supuesto una revolución en los métodos de diagnóstico en ortodoncia, sobre todo en el ámbito de la cefalometría digital. Desde su origen en 1956, esta tecnología ha avanzado considerablemente, dando paso a sistemas cada vez más sofisticados, como las redes neuronales convolucionales (CNN), las redes paraconsistentes (PANN) y algoritmos de detección punteros como YOLO v3 y SSD.

Estas mejoras han perfeccionado la identificación automática de puntos cefalométricos, aumentando la precisión del diagnóstico y reduciendo las diferencias entre observadores, un inconveniente frecuente en los análisis manuales convencionales (Morales-Bravo et al., 2022b). Se pudo observar acerca de las investigaciones actuales, las cuales señalan a las CNN como la herramienta más común en la cefalometría automatizada, gracias a su habilidad para identificar patrones complejos en radiografías craneales. A su vez, la PANN ofrece un enfoque que gestiona de forma más eficiente la incertidumbre en los datos, siendo especialmente útil en casos con asimetrías o estructuras óseas poco claras.

Asimismo, los algoritmos YOLO v3 y SSD muestran una gran eficacia para detectar múltiples puntos anatómicos en una sola ejecución, lo que agiliza el proceso sin afectar la precisión de los resultados (Park et al., 2019b).

En la consulta, los programas especializados han añadido estas tecnologías para mejorar sus funciones diagnósticas. V-Ceph incluye un sistema de almacenamiento distribuido que permite gestionar grandes cantidades de información de forma segura, fomentando el trabajo



en equipo entre profesionales. Romexis Cephalometric Analysis proporciona trazados tridimensionales automáticos con opción de ajustes manuales, garantizando una mayor exactitud en la ubicación de los puntos.

Facad y Dolphin Imaging, por su lado, complementan el diagnóstico con herramientas de simulación y proyección del perfil blando, mientras que Ezorto destaca por su velocidad y por integrar métodos clásicos como los de Jarabak, Steiner y Downs, manteniendo la compatibilidad con los estándares habituales de la cefalometría (Subramanian et al., 2022a). En la consulta, el trazado automático con CephX creado por Osstem en 2018 es significativamente más rápido que los otros métodos, pero el software necesita mejoras para ser más confiable en la mayoría de las mediciones dentales y también para GoGn-SN (°). Después de la corrección manual de los puntos de referencia en CephX, se pueden obtener mediciones similares a los trazados digitalizados y asistidos por aplicaciones en un tiempo significativamente menor (Meriç & Naoumova, 2020).

Por otra parte, los autores Joseph Redmon y Ali Farhadi demostró que YOLOv3 era mejor que SSD. Además, los resultados de precisión del presente estudio mostraron que YOLOv3 era mejor que otros puntos de referencia principales hasta la fecha. El resultado más preciso se produjo después de aplicar CNN, que identificó 19 puntos de referencia (Park et al., 2019b).

En resumen, la integración de la inteligencia artificial en los softwares odontológicos muestra una clara tendencia hacia la automatización inteligente del diagnóstico cefalométrico, que combina precisión, eficiencia y adaptabilidad clínica. Esta unión tecnológica refleja un avance constante y metodológicamente fiable, consolidando a la IA como un elemento clave en la ortodoncia digital actual.

Conclusiones

La utilización de la inteligencia artificial en el ámbito de la atención a la salud ha cambiado significativamente el diagnóstico y la planificación del tratamiento, siendo el impacto en ortodoncia notable, dado que dicha especialidad se vale de manera especial de las herramientas de diagnóstico que ayudan a la toma de decisiones clínicas; los estudios revisados son coincidentes en que los sistemas de IA dan resultados eficaces, confiables y

con gran futuro, ya que facilitan las tareas complejas, son rápidos y pueden ser un apoyo para los dentistas menos experimentados, ahorrando tiempo y mejorando la calidad asistencial.

En ortodoncia se aplica la inteligencia artificial para el trazado cefalométrico, la ubicación de dientes no erupcionados, la determinación de la edad ósea y la ayuda en decisiones terapéuticas, mostrándose resultados comparables con los de los especialistas.

Eso sí, aún con todo su potencial y que la IA evoluciona constantemente, estos sistemas no dejan de requerir supervisión, conocimiento de sus limitaciones y validación por parte del ortodoncista, de modo que la decisión clínica última se siga basando en la experiencia profesional; en este sentido, la inteligencia artificial aparece como una herramienta complementaria clave para la investigación y la práctica clínica más que como un sustituto del juicio clínico.

La llegada de la inteligencia artificial al análisis cefalométrico supone un cambio radical en la actualización de la ortodoncia actual. El diseño de modelos como las redes neuronales convolucionales (CNN), las redes paraconsistentes (PANN) y los sistemas de detección automática (YOLO v3 y SSD) ha hecho posible dejar atrás las trabas propias de los métodos tradicionales, ofreciendo datos más exactos, consistentes y veloces.

Estas novedades tecnológicas no solo mejoran la localización de puntos cefalométricos, sino que además refuerzan la toma de decisiones clínicas al facilitar análisis cuantitativos basados en pruebas digitales.

Además, la unión de estos sistemas en programas específicos como V-Ceph, Romexis, Facad, Dolphin Imaging y Ezorto; evidencia la buena relación entre la ingeniería informática y el ejercicio odontológico, dirigiendo el diagnóstico hacia un esquema más automatizado, eficaz y enfocado en la calidad del tratamiento. Esta unión confirma que la inteligencia artificial no reemplaza el juicio clínico del experto, sino que lo mejora, funcionando como una herramienta de apoyo que reduce errores humanos y aumenta el nivel de precisión diagnóstica.

En este marco, el avance de la cefalometría digital mediante IA señala un antes y un después en la práctica ortodóncica, creando nuevas oportunidades para el análisis tridimensional, la adaptación de tratamientos y la investigación científica. El desafío futuro está en seguir mejorando los algoritmos, asegurar la calidad de las bases de datos usadas en la formación

de los modelos y establecer protocolos comunes que garanticen la validez y utilidad clínica de los datos.

Referencias bibliográficas

1. Alvarado, M. (2015). Una mirada a la inteligencia artificial. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 2(3), 27-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7894426>
2. Arik, S. Ö., Ibragimov, B., & Xing, L. (2017). Fully automated quantitative cephalometry using convolutional neural networks. *Journal of Medical Imaging*, 4(1), 014501. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.4.1.014501>
3. Bichu, Y. M., Hansa, I., Bichu, A. Y., Premjani, P., Flores-Mir, C., & Vaid, N. R. (2021). Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: A scoping review. *Progress in Orthodontics*, 22(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s40510-021-00361-9>
4. Bohr, A., & Memarzadeh, K. (2020). The rise of artificial intelligence in healthcare applications. *Artificial Intelligence in Healthcare*, 25-60. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00002-2>
5. Carbonell-García, C. E., Burgos-Goicochea, S., Calderón-de-los-Ríos, D. O., Paredes-Fernández, O. W., Carbonell-García, C. E., Burgos-Goicochea, S., Calderón-de-los-Ríos, D. O., & Paredes-Fernández, O. W. (2023). La Inteligencia Artificial en el contexto de la formación educativa. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(12), 152-166. <https://doi.org/10.35381/e.k.v6i12.2547>
6. Choi, H.-I., Jung, S.-K., Baek, S.-H., Lim, W. H., Ahn, S.-J., Yang, I.-H., & Kim, T.-W. (2019). Artificial Intelligent Model With Neural Network Machine Learning for the Diagnosis of Orthognathic Surgery. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 30(7), 1986-1989. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000005650>
7. Çoban, G., Öztürk, T., Hashimli, N., & Yağci, A. (2022). Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 27, e222112. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.27.4.e222112.oar>



8. Dipalma, G., Inchingolo, A. D., Inchingolo, A. M., Piras, F., Carpentiere, V., Garofoli, G., Azzollini, D., Campanelli, M., Paduanelli, G., Palermo, A., & Inchingolo, F. (2023). Artificial Intelligence and Its Clinical Applications in Orthodontics: A Systematic Review. *Diagnostics*, 13(24), Article 24. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13243677>
9. Hwang, H.-W., Park, J.-H., Moon, J.-H., Yu, Y., Kim, H., Her, S.-B., Srinivasan, G., Aljanabi, M. N. A., Donatelli, R. E., & Lee, S.-J. (2020). Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human? *The Angle Orthodontist*, 90(1), 69-76. <https://doi.org/10.2319/022019-129.1>
10. Junaid, N., Khan, N., Ahmed, N., Abbasi, M. S., Das, G., Maqsood, A., Ahmed, A. R., Marya, A., Alam, M. K., & Heboyen, A. (2022a). Development, Application, and Performance of Artificial Intelligence in Cephalometric Landmark Identification and Diagnosis: A Systematic Review. *Healthcare*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122454>
11. Lee, J.-H., Yu, H.-J., Kim, M., Kim, J.-W., & Choi, J. (2020). Automated cephalometric landmark detection with confidence regions using Bayesian convolutional neural networks. *BMC Oral Health*, 20, 270. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01256-7> (bmcoralhealth.biomedcentral.com)
12. Jung, S.-K., & Kim, T.-W. (2016). New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 149(1), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.07.030>
13. Inteligencia artificial en la mejora del diagnóstico y tratamiento en Ortodoncia: avances, desafíos y perspectivas. Revisión de la literatura | KIRU ISSN electrónico 2410-2717 ISSN Impreso 1812 - 7886 <https://share.google/gzwNdPH5YgMeUkFst>
14. Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Vishwanathaiah, S., Maganur, P. C., Patil, S., Naik, S., Baeshen, H. A., & Sarode, S. S. (2021b). Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical

- decision-making—A systematic review. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), 482-492. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.05.022>
15. Kök, H., Acilar, A. M., & İzgi, M. S. (2019). Usage and comparison of artificial intelligence algorithms for determination of growth and development by cervical vertebrae stages in orthodontics. *Progress in Orthodontics*, 20(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0295-8>
16. Kunz, F., Stellzig-Eisenhauer, A., Zeman, F., & Boldt, J. (2020). Artificial intelligence in orthodontics: Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte Der Kieferorthopadie: Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Fur Kieferorthopadie*, 81(1), 52-68. <https://doi.org/10.1007/s00056-019-00203-8>
17. Leonardi, R., Giordano, D., & Maiorana, F. (2009). An Evaluation of Cellular Neural Networks for the Automatic Identification of Cephalometric Landmarks on Digital Images. *BioMed Research International*, 2009(1), 717102. <https://doi.org/10.1155/2009/717102>
18. Leonardi, R., Giordano, D., Maiorana, F., & Spampinato, C. (2008). *Automatic Cephalometric Analysis*. <https://doi.org/10.2319/120506-491.1>
19. Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C.-Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single Shot MultiBox Detector. En B. Leibe, J. Matas, N. Sebe, & M. Welling (Eds.), *Computer Vision – ECCV 2016* (pp. 21-37). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46448-0_2
20. Lu, C.-H., Ko, E. W.-C., & Liu, L. (2009). Improving the video imaging prediction of postsurgical facial profiles with an artificial neural network. *Journal of Dental Sciences*, 4(3), 118-129. [https://doi.org/10.1016/S1991-7902\(09\)60017-9](https://doi.org/10.1016/S1991-7902(09)60017-9)
21. Makaremi, M., Lacaule, C., & Mohammad-Djafari, A. (2019). Deep Learning and Artificial Intelligence for the Determination of the Cervical Vertebra Maturation Degree from Lateral Radiography. *Entropy*, 21(12), 1222. <https://doi.org/10.3390/e21121222>

22. Mario, M. C., Abe, J. M., Ortega, N. R. S., & Del Santo, M. (2010). Paraconsistent artificial neural network as auxiliary in cephalometric diagnosis. *Artificial Organs*, 34(7), E215-221. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2010.00994.x>
23. Meriç, P., & Naoumova, J. (2020). Web-based Fully Automated Cephalometric Analysis: Comparisons between App-aided, Computerized, and Manual Tracings. *Turkish Journal of Orthodontics*, 33(3), 142-149. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2020.20062>
24. Monill-González, A., Rovira-Calatayud, L., d'Oliveira, N. G., & Ustrell-Torrent, J. M. (2021). Artificial intelligence in orthodontics: Where are we now? A scoping review. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 24(S2), 6-15. <https://doi.org/10.1111/ocr.12517>
25. Morales-Bravo, R., Pisón-Santana, L., Hidalgo-Rivas, A., Palma-Díaz, E., Morales-Bravo, R., Pisón-Santana, L., Hidalgo-Rivas, A., & Palma-Díaz, E. (2022a). Estado del arte de inteligencia artificial en ortodoncia. Revisión narrativa. *Avances en Odontoestomatología*, 38(4), 156-163. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852022000400005>
26. Kim, M.-J., Liu, Y., Oh, S. H., Ahn, H.-W., Kim, S.-H., & Nelson, G. (2021). Automatic Cephalometric Landmark Identification System Based on the Multi-Stage Convolutional Neural Networks with CBCT Combination Images. *Sensors*, 21(2), 505. <https://doi.org/10.3390/s21020505>.
27. Uğurlu, M. (2022). Performance of a Convolutional Neural Network-Based Artificial Intelligence Algorithm for Automatic Cephalometric Landmark Detection. *Turkish Journal of Orthodontics*, 35(2), 94-100. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2022.22026>
28. Park, J.-H., Hwang, H.-W., Moon, J.-H., Yu, Y., Kim, H., Her, S.-B., Srinivasan, G., Aljanabi, M. N. A., Donatelli, R. E., & Lee, S.-J. (2019b). Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1—Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. *The Angle Orthodontist*, 89(6), 903-909. <https://doi.org/10.2319/022019-127.1>



29. Patcas, R., Bernini, D. a. J., Volokitin, A., Agustsson, E., Rothe, R., & Timofte, R. (2019). Applying artificial intelligence to assess the impact of orthognathic treatment on facial attractiveness and estimated age. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(1), 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.07.010>
30. Patcas, R., Timofte, R., Volokitin, A., Agustsson, E., Eliades, T., Eichenberger, M., & Bornstein, M. M. (2019). Facial attractiveness of cleft patients: A direct comparison between artificial-intelligence-based scoring and conventional rater groups. *European Journal of Orthodontics*, 41(4), 428-433. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjz007>
31. *Planmeca Romexis 3D Cephalometry*. (s. f.). Recuperado 2 de septiembre de 2025, de <https://www.planmeca.com/es/software-dental/planmeca-romexis/software-cefalometria-3d/>
32. Subramanian, A. K., Chen, Y., Almalki, A., Sivamurthy, G., & Kafle, D. (2022a). Cephalometric Analysis in Orthodontics Using Artificial Intelligence—A Comprehensive Review. *BioMed Research International*, 2022(1), 1880113. <https://doi.org/10.1155/2022/1880113>
33. Jishnu, S., Kurian, B., & Michael, T. (2024). Automated Cephalometric Landmark Detection: A Novel Software Model Compared with Manual Annotation Method. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/03015742231219540>.
34. Uzcátegui Pacheco, R. A., Ríos Colmenárez, M. J., Uzcátegui Pacheco, R. A., & Ríos Colmenárez, M. J. (2024). Inteligencia Artificial para la Educación: Formar en tiempos de incertidumbre para adelantar el futuro. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 10(ESPECIAL), 1-21. <https://doi.org/10.55560/arete.2024.ee.10.1>
35. van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

36. Xie, X., Wang, L., & Wang, A. (2010). Artificial neural network modeling for deciding if extractions are necessary prior to orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 80(2), 262-266. <https://doi.org/10.2319/111608-588.1>
37. YOLOv3: Real-Time Object Detection Algorithm. (s. f.). *viso.ai*. Recuperado 2 de septiembre de 2025, de <https://viso.ai/deep-learning/yolov3-overview/>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior