

## Inteligencia artificial en ortodoncia: un análisis bibliométrico

### *Artificial intelligence in orthodontics: a bibliometric analysis*

**Mónica Alejandra González Muñoz\***

Profesional Independiente.  
Riobamba-Ecuador.  
mony\_nena2000@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7221-6236>

**Félix Andrés González Muñoz**

Profesional Independiente.  
Riobamba-Ecuador.  
andres\_04@live.com  
<https://orcid.org/0009-0001-1366-491X>

\*Correspondencia:

mony\_nena2000@hotmail.com

**Cómo citar este artículo:**

González, M., & González, F. (2025). Inteligencia artificial en ortodoncia: un análisis bibliométrico. *Esprint Investigación*, 4(1), 243-261.  
<https://doi.org/10.61347/ei.v4i1.108>

**Recibido:** 8 de febrero de 2025

**Aceptado:** 12 de marzo de 2025

**Publicado:** 17 de marzo de 2025

**Resumen:** En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha transformado significativamente el campo de la odontología y, en ortodoncia, las posibles aplicaciones de IA pueden ser revolucionarias. En este contexto, el presente estudio realizó un análisis bibliométrico para evaluar el estado actual de la investigación en IA aplicada a la ortodoncia, identificando tendencias emergentes, trabajos influyentes y perspectivas futuras. Se empleó una estrategia de búsqueda en la base de datos Scopus, seleccionando artículos que abordan el uso de IA en ortodoncia. Mediante el software Bibliometrix se examinaron 1293 estudios, analizando la evolución de la producción científica, los autores más influyentes, las revistas de mayor impacto y las palabras clave predominantes. Los resultados evidenciaron un aumento significativo en las publicaciones desde 2018, alcanzando su punto máximo en 2024. Las investigaciones se centraron en el diagnóstico automatizado, la planificación del tratamiento y el desarrollo de modelos predictivos. Estudios claves han demostrado el potencial de las redes neuronales en la segmentación de imágenes dentales y el análisis cefalométrico. China, Estados Unidos y Corea del Sur lideran la producción científica, mientras que la Universidad de Sichuan destaca como la institución más prolífica. Las perspectivas futuras sugieren una mayor integración de IA en la personalización de tratamientos y la automatización de procesos clínicos, con énfasis en modelos avanzados de aprendizaje profundo. Este estudio proporciona una visión estructurada de la evolución y el impacto de la IA en la ortodoncia, y puede servir como base para futuras investigaciones.

**Palabras clave:** Bibliometría, inteligencia artificial, ortodoncia, software Bibliometrix.

**Abstract:** In recent years, artificial intelligence (AI) has significantly transformed the field of dentistry and, in orthodontics, the potential applications of AI can be revolutionary. In this context, the present study conducts a bibliometric analysis to assess the current state of AI research applied to orthodontics, identifying emerging trends, influential works, and future perspectives. A search strategy was employed in the Scopus database, selecting articles that address the use of AI in orthodontics. Using Bibliometrix software, 1293 studies were examined, analyzing the evolution of scientific production, the most influential authors, the journals with the highest impact and the predominant keywords. The results evidenced a significant increase in publications since 2018, peaking in 2024. Research focused on automated diagnostics, treatment planning and predictive model development. Key studies have demonstrated the potential of neural networks in dental image segmentation and cephalometric analysis. China, the United States and South Korea lead in scientific output, while Sichuan University stands out as the most prolific institution. Prospects suggest further integration of AI in treatment personalization and clinical process automation, with emphasis on advanced deep learning models. This study provides a structured view of the evolution and impact of AI in orthodontics, serving as a basis for future research.

**Copyright:** Derechos de autor 2025 Mónica Alejandra González Muñoz, Félix Andrés González Muñoz.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NonComercial 4.0.

**Keywords:** Artificial intelligence, bibliometrics, Bibliometrix software, orthodontics.

## 1. Introducción

La odontología moderna se encuentra en una etapa de transformación impulsada por la innovación tecnológica. En este contexto, la inteligencia artificial (IA), incluyendo el aprendizaje automático (ML), las redes neuronales (ANN) y el aprendizaje profundo (DL), emergen como una herramienta prometedora para optimizar diversos aspectos de la práctica odontológica, al mejorar la velocidad y precisión del diagnóstico, la planificación del tratamiento y los resultados. Por lo tanto, la IA promete aumentar la eficiencia clínica, personalizar los tratamientos y, en consecuencia, mejorar la satisfacción del paciente y las tasas de éxito.

En ortodoncia, las posibles aplicaciones de la IA pueden ser vastas y variadas. Desde la automatización de los procesos de diagnóstico hasta la predicción de los resultados del tratamiento y la personalización en el diseño de los instrumentos y aparatos, la IA posee el potencial de redefinir las metodologías tradicionales (Monill-González et al., 2021). Con base en la información de los planes de tratamiento, los datos de imágenes y los perfiles de los pacientes, la IA ayuda a los ortodontistas a diagnosticar las características ortodóncicas y predecir el resultado de los tratamientos (Mohammad-Rahimi et al., 2021).

El uso de la IA en ortodoncia tiene varios beneficios, se ha aplicado para el análisis de imágenes clínicas, como la detección automatizada de puntos de referencia en cefalogramas laterales, pero también para la evaluación de exploraciones intraorales o datos fotográficos (Nordblom et al., 2024). Además, puede apoyar a los ortodontistas en las decisiones de tratamiento, como la creación de planes personalizados para cada paciente en función de sus características, estructura ósea y registros dentales. Como consecuencia, los resultados de la terapia son más consistentes y eficientes, lo que brinda a los pacientes mejores resultados (Albalawi & Alamoud, 2022).

Diversos estudios han explorado la aplicación de la IA en la ortodoncia, abordando desde la detección automática de anomalías dentofaciales hasta la simulación de tratamientos y la evaluación de resultados. Por ejemplo, Liu et al. (2023) clasifican la aplicación de IA en ortodoncia en tres dominios: (1) diagnóstico, incluido el análisis cefalométrico, el análisis dental, el análisis facial, la determinación de la etapa de maduración esquelética y la evaluación de la obstrucción de las vías respiratorias superiores; (2) planificación del tratamiento, incluida la toma de decisiones para extracciones y cirugía ortognática, y la predicción de los resultados del tratamiento; y (3) la práctica clínica, incluida la orientación de la práctica, la atención remota y la documentación clínica.

Con un enfoque similar, Akdeniz & Tosun (2021) mencionan que la IA es una herramienta útil y práctica para minimizar errores y mejorar la atención al paciente. En su estudio, exploran los usos de la IA en ortodoncia, identificando aplicaciones prácticas como el diagnóstico ortodóncico, rastreo cefalométrico automatizado, análisis de radiografías, reconocimiento facial óptimo y planificación de tratamientos ortodóncicos. De igual manera, Wong et al. (2023) en su análisis bibliométrico destaca el uso de la IA en ortodoncia y cirugía ortognática, particularmente en los dominios del análisis de imágenes, el diagnóstico y la planificación del tratamiento, y la evaluación del crecimiento y el desarrollo.

La IA ha tenido un impacto positivo en diversos aspectos de la práctica ortodóncica. Sin embargo, dada la creciente producción científica en este ámbito, es fundamental realizar un análisis bibliométrico que permita evaluar la literatura existente sobre IA en ortodoncia. La ausencia de una visión estructurada sobre la producción académica y las aplicaciones actuales de la IA en este campo representan un desafío para investigadores y profesionales que buscan comprender el impacto real de estas tecnologías en la especialidad.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo explorar el estado actual de la investigación sobre la aplicación de la IA en ortodoncia, destacando las tendencias de investigación actuales, los trabajos influyentes y las perspectivas futuras. A partir de este análisis, se busca proporcionar una visión estructurada del panorama actual y de las posibles direcciones futuras en la investigación sobre IA aplicada a la ortodoncia.

## 2. Metodología

Para la recolección de datos para el presente artículo, se empleó una estrategia de búsqueda en la base de datos en Scopus. Desde su creación, Scopus se ha convertido en una importante colección de literatura revisada por pares, cuyo contenido principal consta de libros, revistas científicas y documentos de conferencias (Thelwall & Sud, 2022). Además, abarca una amplia gama de temas de investigación y funciona como una base de datos de resúmenes y citas cuidadosamente seleccionada, con un alcance expansivo tanto a nivel mundial como regional (Baas et al., 2020).

La estrategia de búsqueda consistió en identificar estudios que combinaran dos categorías conceptuales principales: "inteligencia artificial" y "ortodoncia". Los criterios específicos para la búsqueda e inclusión de los estudios se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Criterio de búsqueda e inclusión*

Parámetro	Criterio
Base de datos	Scopus
Espacio de tiempo	No se especifica un período de búsqueda
Fecha de consulta	12/02/2025
Campo de búsqueda	Título, resumen y palabras clave
Tipo de documento	Se incluyen artículos, revistas, capítulos de libros y conferencias
Cadena de búsqueda	( TITLE-ABS-KEY ( "artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "neural networks" OR "natural language processing" OR "computer vision" OR "computer model" OR "expert system" ) ) AND ( TITLE-ABS-KEY ( "orthodonti*" OR "malocclusion" OR "dental alignment" OR "cephalometric" OR "tooth movement" OR "dentofacial orthopedist" OR "orthodontic implant" ) )
Estudios encontrados	1293

Con el propósito de ofrecer un análisis integral de las publicaciones académicas sobre IA en ortodoncia, el presente estudio se desarrolló utilizando métodos bibliométricos. La bibliometría es un método invaluable para el análisis cuantitativo y cualitativo de la literatura científica, el cual ofrece un marco organizado para evaluar un tema en específico (Ninkov et al., 2022). Este tipo de análisis suele implicar el uso de herramientas de software especializados y evaluaciones visuales, diseñadas para examinar sistemáticamente la base de conocimiento e identificar las tendencias evolutivas de una disciplina determinada (Allani et al., 2024).

El conjunto de documentos considerados para el análisis se importó en un formato de texto plano para ser analizado con Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017). Bibliometrix es un paquete de código abierto en R que simplifica el proceso de análisis y visualización de datos estadísticos provenientes de colecciones bibliográficas (Luo et al., 2024) y, debido a su versatilidad y compatibilidad con diferentes bases de datos, ha demostrado ser eficaz para evaluar tendencias y guiar la investigación en el campo de la ortodoncia, como lo demuestran los estudios realizados por Buschang & Asiri (2019); Lu et al. (2025); Polizzi et al. (2025); Wong et al. (2023) y Zatt et al. (2024).

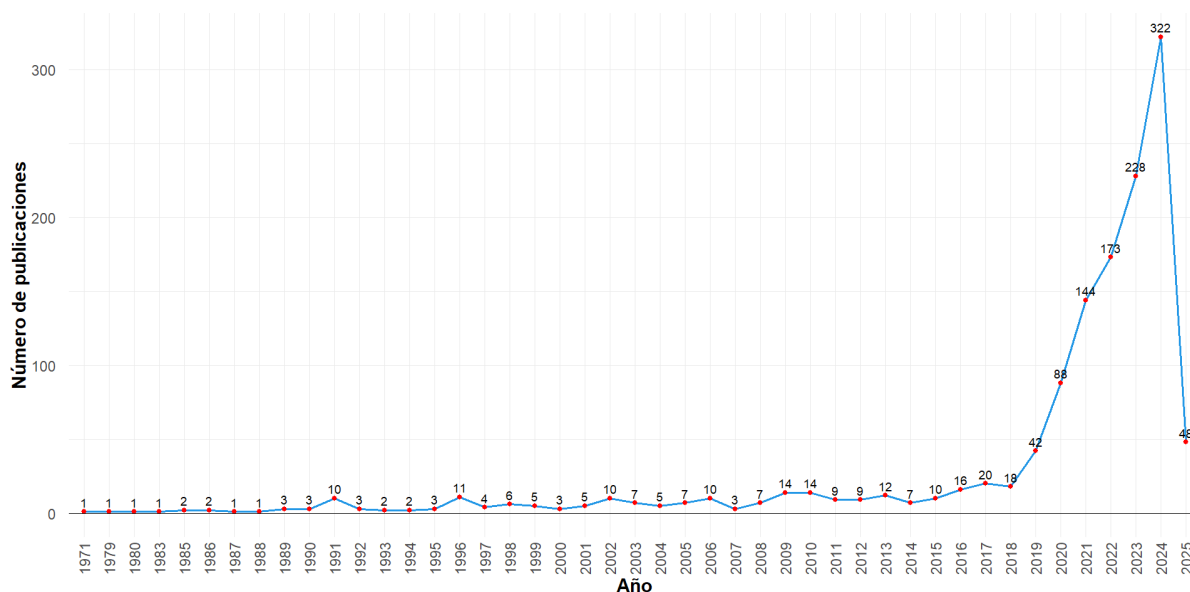
### 3. Resultados

En la figura 1 se presenta la tendencia de publicación de los artículos analizados. La producción científica anual sobre IA en ortodoncia ha mostrado un crecimiento significativo en las últimas décadas, especialmente a partir de 2018. Durante el periodo comprendido entre 1971 y 2017, el número de publicaciones se mantuvo relativamente bajo, con valores que no superaban las 20 publicaciones anuales. Sin embargo, a partir de 2018 se observa una tendencia ascendente pronunciada, reflejando un aumento en el interés y la investigación en este campo. Este crecimiento alcanza su punto máximo en 2024, con un total de 322 publicaciones (24.8 % del total), evidenciando un auge en la exploración de la IA aplicada a la ortodoncia en los últimos años.

A pesar de este notable incremento en la producción científica, los datos de 2025 muestran una caída significativa en el número de publicaciones. Este descenso puede atribuirse a la parcialidad de los datos disponibles para el año en curso, ya que aún no ha finalizado, o bien a una estabilización en la cantidad de investigaciones en el área. Cabe destacar que en los últimos 5 años se han publicado 1003 estudios (77.6 % del total), Este incremento puede deberse al interés de la comunidad científica de integrar modelos de IA en ortodoncia. En cualquier caso, el análisis sugiere que la IA ha ganado protagonismo en la ortodoncia en los últimos años, convirtiéndose en un campo de estudio dinámico con un creciente volumen de publicaciones científicas.

**Figura 1**

*Tendencias de publicación desde 1971 hasta 2025*



En la tabla 2, el análisis de las fuentes más relevantes en la investigación sobre IA en ortodoncia revela que *Lecture Notes In Computer Science* lidera en número de publicaciones (41 artículos desde

1996), seguido de cerca por *Orthodontics And Craniofacial Research* (40 publicaciones desde 2003). *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* ocupa la tercera posición con 34 publicaciones desde 1992, consolidando su relevancia histórica en el campo. Otras revistas destacadas incluyen *Diagnostics* (32 publicaciones desde 2021), *BMC Oral Health* (29 desde 2020) y *Seminars in Orthodontics* (26 desde 2001), lo que refleja una distribución de la producción científica entre revistas especializadas en ortodoncia y aquellas con un enfoque más amplio en ciencias de la salud y tecnología.

Desde el punto de vista del impacto medido en citas, *Angle Orthodontist* destaca como la revista más influyente con 1087 citas para sus 18 publicaciones desde 2003, lo que indica un alto nivel de reconocimiento dentro de la comunidad científica. *Orthodontics and Craniofacial Research* y *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* también muestran un impacto considerable con 525 y 514 citas, respectivamente, reforzando su papel como fuentes claves en la difusión del conocimiento en ortodoncia. Asimismo, *Lecture Notes in Computer Science* acumula 475, mientras que *Seminars in Orthodontics* alcanza 383 citas, evidenciando la relevancia de estas publicaciones en la intersección entre IA y ortodoncia.

**Tabla 2**

*Principales fuentes de investigación*

Nro.	Citas	Publicaciones	Año	Revista
1	475	41	1996	<i>Lecture Notes In Computer Science</i>
2	525	40	2003	<i>Orthodontics And Craniofacial Research</i>
3	514	34	1992	<i>American Journal Of Orthodontics And Dentofacial Orthopedics</i>
4	183	32	2021	<i>Diagnostics</i>
5	291	29	2020	<i>Bmc Oral Health</i>
6	383	26	2001	<i>Seminars In Orthodontics</i>
7	298	25	2020	<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>
8	65	19	2019	<i>Journal Of The World Federation Of Orthodontists</i>
9	1087	18	2003	<i>Angle Orthodontist</i>
10	193	17	2021	<i>Journal of Clinical Medicine</i>

Los 10 estudios relevantes por el número de citas se presentan en la tabla 3. Se destaca el de Khanagar et al. (2021), que, con 285 citas totales, se posiciona como la referencia más influyente. Su revisión sistemática sobre el desarrollo, aplicación y rendimiento de la IA en odontología ha servido como un pilar para comprender el impacto de estas tecnologías en la práctica clínica. Le sigue el trabajo de Schwendicke et al. (2019), con 269 citas, que explora el uso de redes neuronales convolucionales para el diagnóstico en imágenes dentales, un área clave en la ortodoncia digital.

Desde la perspectiva de las citas locales, el estudio más referenciado dentro del conjunto analizado pertenece a Kunz et al. (2020) con 83 citas, destacando su relevancia específica en la investigación sobre IA en ortodoncia. Asimismo, el trabajo de Khanagar et al. (2021) acumula 46 citas locales, lo que confirma su impacto tanto a nivel general como dentro de la comunidad especializada en ortodoncia.

Otros estudios con alta citación local incluyen el de Park et al. (2019) con 33 citas, que compara métodos de *deep learning* para la identificación automatizada de puntos cefalométricos, y el de Xu et al. (2019) con 21 citas, que propone un enfoque basado en redes neuronales convolucionales para la segmentación y etiquetado de dientes en 3D.

**Tabla 3**

*Estudios destacados por el número de citas*

Nro.	Citas locales	Citas totales	Artículo	Autor
1	46	285	Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review	(Khanagar et al., 2021)
2	0	269	Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review	(Schwendicke et al., 2019)
3	7	215	Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models	(Zilberman et al., 2003)
4	0	200	Fully automated quantitative cephalometry using convolutional neural networks	(Arik et al., 2017)
5	4	197	The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models	(Quimby et al., 2004)
6	0	193	The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review	(Hung et al., 2020)
7	21	167	3D Tooth Segmentation and Labeling Using Deep Convolutional Neural Networks	(Xu et al., 2019)
8	16	167	New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning	(Jung & Kim, 2016)
9	33	159	Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1 - Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD	(Park et al., 2019)
10	83	153	Artificial intelligence in orthodontics	(Kunz et al., 2020)

En la tabla 4, el análisis de los autores con mayor número de publicaciones revela que Liu Y. y Xu T. encabezan la lista con 21 publicaciones cada uno, aunque sus contribuciones iniciaron en años diferentes (2015 y 2006, respectivamente). Le siguen Li J. y Wang Y., ambos con 19 publicaciones, lo que indica una presencia significativa en la literatura reciente, especialmente en el caso de Li J., quien comenzó su producción en 2019. Otros autores destacados incluyen Allareddy V. con 18 publicaciones desde 2019 y Zhang Y. con 17 desde 2010, lo que demuestra la diversidad temporal en la consolidación de sus investigaciones dentro de esta disciplina.

Desde el punto de vista del impacto académico, medido a través del h-index, Liu Y. se posiciona como el investigador con mayor influencia, con un h-index de 12 y 350 citas acumuladas, lo que indica

un alto reconocimiento en la comunidad científica. Otros autores con un impacto significativo incluyen Baek S-H. (h-index de 7 y 183 citas), Allareddy V. (h-index de 7 y 154 citas) y Kim N. (h-index de 7 y 147 citas). En contraste, aunque Wang Y. y Zhang Y. tienen un número considerable de publicaciones (19 y 17 respectivamente), presentan un h-index más bajo (4 y 6), lo que sugiere que sus estudios aún no han alcanzado el mismo nivel de impacto en términos de citas.

**Tabla 4**

*Autores relevantes por el número de publicaciones*

Nro.	Publicaciones	Año Inicio	Autor	h-index	Citaciones
1	21	2015	Liu Y.	12	350
2	21	2006	Xu T.	7	264
3	19	2019	Li J.	6	262
4	19	2012	Wang Y.	4	36
5	18	2019	Allareddy V.	7	154
6	17	2010	Zhang Y.	6	30
7	16	2021	Elnagar MH.	6	97
8	16	2017	Guo Y.	5	93
9	15	2021	Kim N.	7	147
10	14	2009	Baek S-H.	7	183

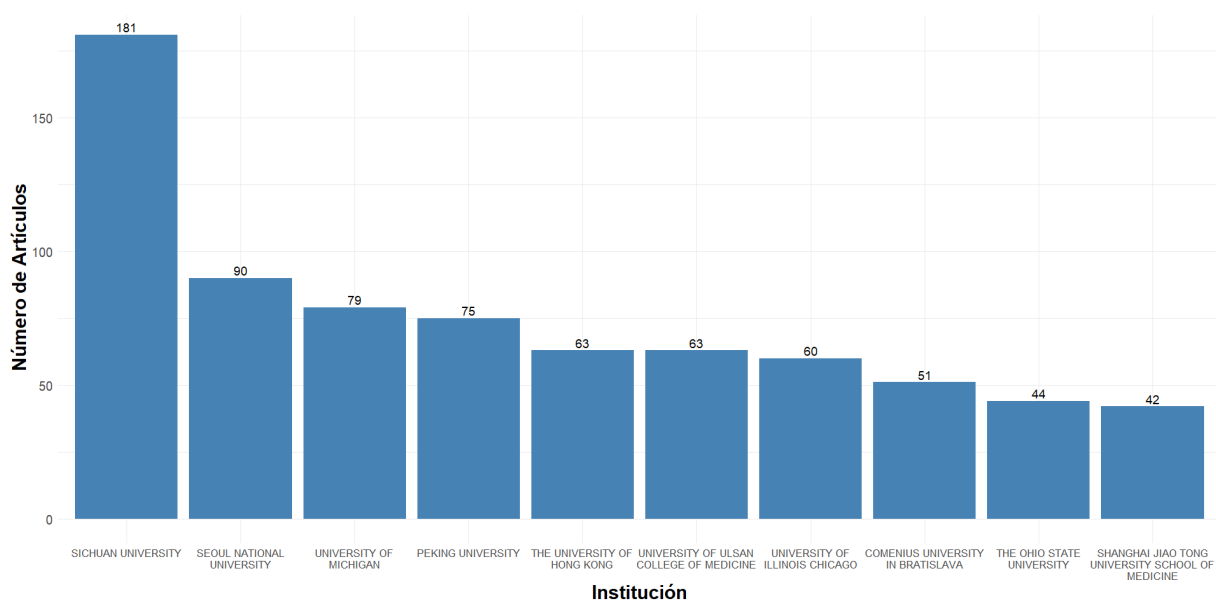
En cuanto a los países involucrados en la investigación, la tabla 5 presenta los diez más destacados en función de sus artículos publicados. China se posiciona con la mayor producción científica (222 publicaciones), lo que refleja su liderazgo en el desarrollo y aplicación de tecnologías emergentes en esta área. Le siguen Estados Unidos, con 157 publicaciones, y Corea del Sur, con 93, ambos con una trayectoria consolidada en la investigación odontológica y el uso de IA en la práctica clínica. India, con 85 publicaciones, también muestra un crecimiento significativo, evidenciando su creciente interés en la innovación tecnológica en ortodoncia.

En términos de impacto, medido a través del número total de citas, Corea del Sur destaca con 2,369 citas a pesar de contar con menos publicaciones que China y Estados Unidos, lo que indica un alto nivel de reconocimiento e influencia de sus estudios en la comunidad científica. China, a pesar de liderar en cantidad de publicaciones, acumula 2,405 citas, reflejando el impacto significativo de sus investigaciones. Estados Unidos, con 1,806 citas, también muestra una sólida presencia en este ámbito. Alemania y Japón, con 894 y 532 citas, respectivamente, superan en impacto a países con mayor número de publicaciones, lo que sugiere que sus estudios son ampliamente referenciados.

**Tabla 5***Países con mayor producción científica*

Nro.	Publicaciones	Total citas	País
1	222	2405	China
2	157	1806	Estados Unidos
3	93	2369	Corea del Sur
4	85	282	India
5	43	441	Turquía
6	42	411	Italia
7	37	532	Japón
8	31	316	Brasil
9	31	894	Alemania
10	31	428	Reino Unido

La figura 2 muestra la participación de las instituciones con relación al número de publicaciones. La Universidad de Sichuan lidera la producción científica en IA aplicada a la ortodoncia con un total de 181 publicaciones, consolidándose como una de las instituciones más influyentes en esta área de investigación. Le sigue la Universidad Nacional de Seúl con 90 artículos, lo que refleja el fuerte compromiso de Corea del Sur con la innovación en este campo. La Universidad de Míchigan (79 publicaciones) y la Universidad de Pekín (75) también destacan por su significativa contribución al avance del conocimiento.

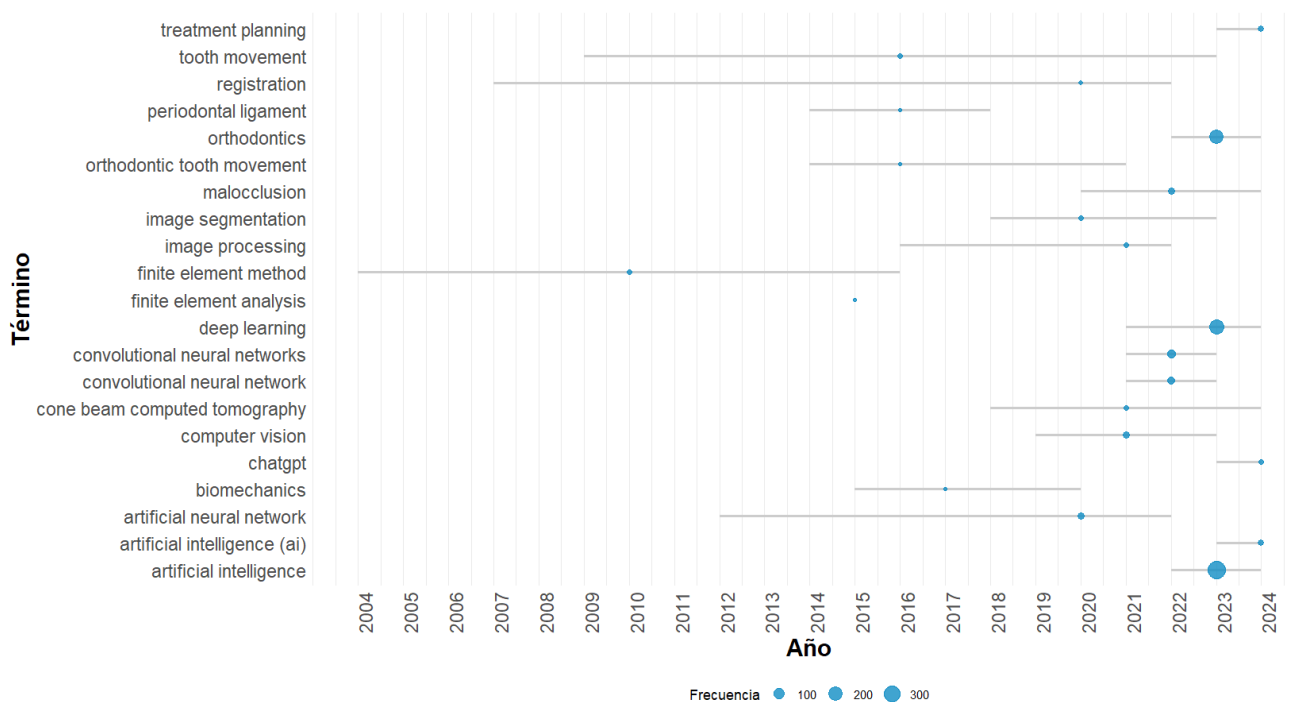
**Figura 2***Instituciones destacadas por número de publicaciones*



Tecnologías específicas como "convolutional neural networks" y "artificial neural network" han mantenido una presencia destacada, evidenciando su relevancia en el análisis de imágenes y el diagnóstico automatizado. Además, términos relacionados con la planificación del tratamiento, como "treatment planning" y "tooth movement" indican el interés en la personalización de los procedimientos ortodóncicos mediante IA. La reciente aparición de "ChatGPT" en 2024 sugiere la exploración de modelos de lenguaje para asistencia clínica, lo que abre nuevas posibilidades en la toma de decisiones y la educación en ortodoncia.

**Figura 4**

*Palabras clave más frecuentes a lo largo de los años*



Se obtuvieron 4 conglomerados diferentes a partir de las palabras clave de los estudios. Para agruparlos, se aplicó el algoritmo de Leiden cuyo propósito es identificar los diversos temas cubiertos por un dominio definido. Leiden, es un algoritmo de detección de comunidades que produce soluciones de calidad al garantizar que los conglomerados identificados estén bien conectados (Traag et al., 2019).

El mapa temático de la figura 5 describe los temas y su evolución en la investigación a lo largo de los años. Cada círculo en la red es un clúster mientras que los nombres que aparecen son los términos de alta ocurrencia (Vătămănescu et al., 2024). Además, el mapa temático presenta la distribución de los temas basado en la relevancia (centralidad) y el grado de desarrollo (densidad), identificándose cuatro áreas temáticas.

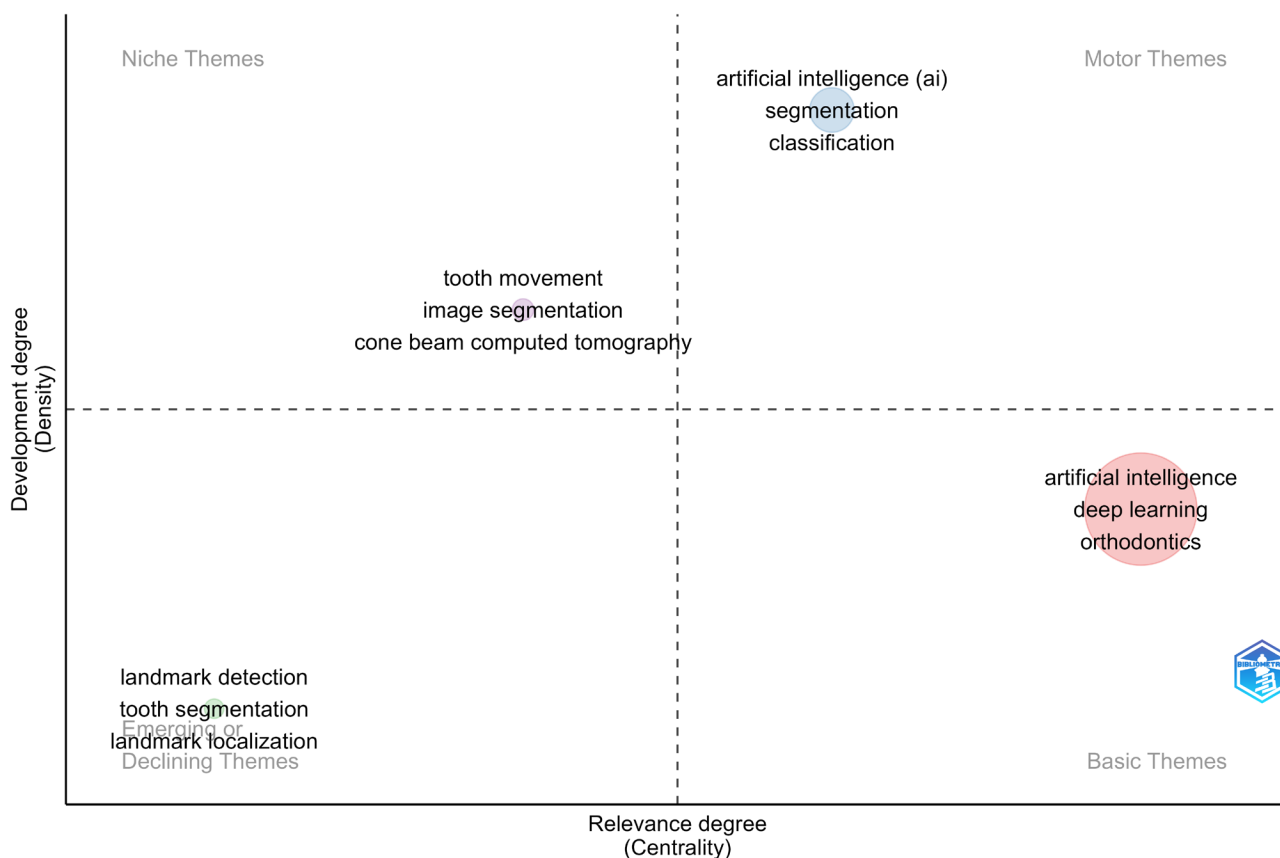
En el cuadrante de temas básicos, se encuentra el grupo conformado por "artificial intelligence", "deep learning" y "orthodontics", lo que indica que estos conceptos son fundamentales en el campo y poseen una alta centralidad, sirviendo como base para investigaciones posteriores. Estos términos reflejan el papel creciente de la IA en la ortodoncia, con un énfasis en el aprendizaje profundo como tecnología clave para la automatización y optimización de diagnósticos y tratamientos. Su ubicación sugiere que son ampliamente estudiados y que constituyen un área de conocimiento consolidada dentro del ámbito odontológico.

Por otro lado, en el cuadrante de temas motores, se identifican conceptos como "artificial intelligence (AI)", "segmentation" y "classification", los cuales presentan un alto grado de desarrollo y una elevada centralidad en el campo de estudio. Esto implica que estas líneas de investigación están bien estructuradas y juegan un papel crucial en la evolución del uso de la IA en ortodoncia, especialmente en la segmentación y clasificación de imágenes médicas. En contraste, en la zona de temas emergentes o en declive, se encuentran "landmark detection", "tooth segmentation" y "landmark localization", los cuales poseen una baja centralidad y densidad, lo que sugiere que pueden representar áreas en desarrollo con potencial de crecimiento o bien temáticas en desuso.

Finalmente, en el cuadrante de temas nicho, se ubican "tooth movement", "image segmentation" y "cone beam computed tomography", los cuales, a pesar de su menor centralidad, presentan un grado de desarrollo relativamente alto, indicando que son líneas de investigación especializadas con aplicaciones específicas dentro del campo de la ortodoncia asistida por IA.

**Figura 5**

*Mapa temático de palabras clave*



Con base en la distribución basada en el mapa temático, en la tabla 6 se describen los clústeres identificados y las principales palabras clave recurrentes. Además, se empleó el indicador PageRank para seleccionar los documentos seminales de cada clúster. PageRank es una métrica empleada para establecer relaciones entre documentos e identificar los trabajos representativos de un grupo basándose en las citas que recibe cada documento por parte de otros bastante citados (Duque & Oliva, 2022).

La identificación de estos clústeres no solo permite comprender el estado actual de la investigación, sino que también ofrece una base sólida para definir perspectivas futuras, destacando la necesidad de explorar enfoques innovadores y aplicaciones avanzadas de IA en ortodoncia.

**Tabla 6***Agrupación de palabras clave según clústeres y temas*

Área temática	Clúster	Palabras clave recurrentes	Documentos seminales
Temas básicos (Basic themes)	Artificial intelligence	artificial intelligence, deep learning, orthodontics, machine learning, cephalometry, dentistry, convolutional neural networks, cephalometric analysis, convolutional neural network, orthognathic surgery, cbct, diagnosis, cone-beam computed tomography, malocclusion, orthodontic treatment, artificial neural network computer vision cephalometric landmarks digital dentistry neural networks.	Kunz et al. (2023) Albalawi & Alamoud (2022) Butul & Sharab (2024) Dipalma et al. (2023) Albalawi et al. (2025) Liu et al. (2023) Bajjad et al. (2024) Muraev et al. (2020) Hussein (2022) Kazimierczak et al. (2024)
Temas Especializados (Niche themes)	Tooth Movement	tooth movement, image segmentation, cone beam computed tomography, finite element method, tooth, digital orthodontics, panoramic radiography	Akdeniz & Tosun (2021) Mureşanu et al. (2024) Kim et al. (2022) Thurzo et al. (2024) Sinard et al. (2025) Chen et al. (2019) Kolokitha & Tsolakis (2024) Nogueira-Reis et al. (2023) Bahrami & Bahrami (2023) Arqub et al. (2023)
Temas motores (Motor themes)	Artificial intelligence	artificial intelligence, segmentation, classification, lateral cephalogram, image processing, cnn, orthodontic, landmarks, cervical vertebrae, instance segmentation, sella turcica, teeth segmentation, x-ray, cephalometric landmark, cone-beam computed tomography, lateral cephalograms, registration.	Polizzi et al. (2025) Priya et al. (2024) Radwan et al. (2023) Lingyun et al. (2023) Moran et al. (2022) Wang et al. (2023) Juneja et al. (2021) Amasya et al. (2020) Ankitha et al. (2024) Kim & Park (2023)

			Cao et al. (2022)
			Zhou et al. (2023)
			Elnagar et al. (2023)
			Joham et al. (2024)
Temas emergentes o en declive	landmark detection	landmark detection, tooth segmentation, landmark localization, orthodontic treatment planning, heatmap regression	Kang et al. (2021)
			Trehan et al. (2023)
			Rashmi et al. (2022)
			Rashmi & Ashok (2021)
			Wang et al. (2022)
			Lee et al. (2017)

#### 4. Conclusiones

Los resultados del análisis bibliométrico reflejan que las tendencias de investigación actuales en IA aplicada a la ortodoncia se centran en la automatización del diagnóstico, la planificación del tratamiento y la predicción de resultados clínicos. Se ha observado un incremento exponencial en la producción científica desde 2018, con un especial énfasis en el uso de redes neuronales, aprendizaje profundo y visión por computadora para mejorar la precisión en la detección de anomalías dentofaciales y la segmentación de imágenes médicas. Además, los estudios recientes han explorado la integración de modelos de IA en la personalización de tratamientos, lo que optimiza el proceso de toma de decisiones clínicas. Estas tendencias reflejan un avance significativo en la incorporación de herramientas digitales en la ortodoncia, consolidando a la IA como un pilar en la modernización de la especialidad.

En cuanto a los trabajos, instituciones y países más influyentes en esta área de estudio, China, Estados Unidos y Corea del Sur lideran la producción científica, al concentrar la mayor cantidad de publicaciones y citas en los últimos años. La Universidad de Sichuan destaca como la institución con más contribuciones, seguida por la Universidad Nacional de Seúl y la Universidad de Míchigan, evidenciando el protagonismo de Asia y Norteamérica en este campo. En términos de impacto, revistas como *Angle Orthodontist* y *Orthodontics and Craniofacial Research* han acumulado un alto número de citas, consolidándose como fuentes esenciales para la difusión del conocimiento en IA aplicada a la ortodoncia. Asimismo, estudios como los de Khanagar et al. (2021) y Schwendicke et al. (2019) han marcado un precedente en la investigación, al proporcionar revisiones sistemáticas sobre el uso de IA en la odontología y su aplicabilidad en el diagnóstico clínico.

Las perspectivas futuras indican una evolución continua en la integración de IA en la ortodoncia, con un enfoque en la validación clínica de las tecnologías emergentes y su implementación en entornos de práctica profesional. Se espera que el desarrollo de modelos más sofisticados, basados en aprendizaje profundo y procesamiento del lenguaje natural, permita mejorar la precisión diagnóstica y la personalización del tratamiento. Además, la reciente incursión de herramientas de IA generativa, como ChatGPT, sugiere un potencial uso en la educación ortodóncica y en la asistencia clínica, lo que podría redefinir la relación entre profesionales y pacientes.

## Limitaciones y trabajos a futuro

Este estudio presenta ciertas limitaciones inherentes al enfoque bibliométrico. En primer lugar, la búsqueda de documentos se restringió a la base de datos Scopus, lo que podría excluir publicaciones relevantes indexadas en otras fuentes como Web of Science o PubMed. Además, la inclusión de estudios se basó en términos específicos relacionados con IA y ortodoncia, lo que podría haber dejado fuera investigaciones con descriptores alternativos o interdisciplinarios. Otra limitación es que el análisis se centra en métricas cuantitativas como número de publicaciones, citas y redes de co-ocurrencia de palabras clave, sin profundizar en la calidad metodológica o el impacto clínico de los estudios analizados.

Para trabajos futuros, se recomienda ampliar el análisis bibliométrico incorporando otras bases de datos científicas y explorando metodologías complementarias, como revisiones sistemáticas y estudios de metaanálisis, que permitan evaluar la efectividad clínica de las aplicaciones de IA en ortodoncia. Además, futuras investigaciones podrían centrarse en los desafíos éticos y regulatorios asociados con la implementación de IA en la ortodoncia, asegurando que su integración en la práctica clínica cumpla con estándares de seguridad, privacidad y equidad en el acceso a estas tecnologías.

## Referencias

- Akdeniz, S., & Tosun, M. E. (2021). A review of the use of artificial intelligence in orthodontics. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 38(3). <https://acortar.link/Oo57Ex>
- Albalawi, F., & Alamoud, K. A. (2022). Trends and Application of Artificial Intelligence Technology in Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning—A Review. *Applied Sciences*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/app122211864>
- Albalawi, F., Khanagar, S. B., Iyer, K., Alhazmi, N., Alayyash, A., Alhazmi, A. S., Awawdeh, M., & Singh, O. G. (2025). Evaluating the Performance of Artificial Intelligence-Based Large Language Models in Orthodontics—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Applied Sciences*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/app15020893>
- Allani, H., Santos, A. T., & Ribeiro-Vidal, H. (2024). Multidisciplinary Applications of AI in Dentistry: Bibliometric Review. *Applied Sciences*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/app14177624>
- Amasya, H., Yildirim, D., Aydogan, T., Kemaloglu, N., & Orhan, K. (2020). Cervical vertebral maturation assessment on lateral cephalometric radiographs using artificial intelligence: Comparison of machine learning classifier models. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(5), 20190441. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20190441>
- Ankitha, A. N., Venugopala, P. S., Ashwini, B., & Padmashree, G. (18 al 19 de octubre de 2024). *A Study on AI Applications for Orthodontics and Malocclusion Detection Approaches*. 2024 IEEE International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER). P. A. College of Engineering, Mangaluru, India. <https://doi.org/10.1109/DISCOVER62353.2024.10750579>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- 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>

- Arqub, S. A., Nedjat-Haiem, M., Einbinder, M., Azami, N., Kuo, C. L., Hariharan, A., & Uribe, F. (2023). Characterizing orthodontic tooth movement in real time using dental monitoring scans: A pilot study. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 26(1), 82-91. <https://doi.org/10.1111/ocr.12717>
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377-386. [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00019](https://doi.org/10.1162/qss_a_00019)
- Bahrami, R., & Bahrami, R. (2023). A new model for managing tooth movement: Smart orthodontic brackets in the Internet of Dental Things (IoDT). *Medical Hypotheses*, 179, 111168. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2023.111168>
- Bajjad, A. A., Gupta, S., Agarwal, S., Pawar, R. A., Kothawade, M. U., & Singh, G. (2024). Use of artificial intelligence in determination of bone age of the healthy individuals: A scoping review. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 13(2), 95-102. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2023.10.001>
- Buschang, P. H., & Asiri, S. N. (2019). The present, past and future of orthodontic research. *Seminars in Orthodontics*, 25(4), 326-338. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2019.10.008>
- Butul, B., & Sharab, L. (2024). Obstacles behind the innovation- a peek into Artificial intelligence in the field of orthodontics – A Literature review. *The Saudi Dental Journal*, 36(6), 830-834. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2024.03.008>
- Cao, L., He, H., & Hua, F. (2022). Deep learning algorithms have high accuracy for automated landmark detection on 2D lateral cephalograms. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 22(4), 101798. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2022.101798>
- Chen, S., Wang, L., Li, G., Wu, T. H., Diachina, S., Tejera, B., Kwon, J. J., Lin, F. C., Lee, Y. T., Xu, T., Shen, D., & Ko, C. C. (2019). Machine Learning in Orthodontics: Introducing a 3d Auto-segmentation and Auto-landmark Finder of Cbct Images to Assess Maxillary Constriction in Unilateral Impacted Canine patients. *The Angle Orthodontist*, 90(1), 77-84. <https://doi.org/10.2319/012919-59.1>
- 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). <https://doi.org/10.3390/diagnostics13243677>
- Duque, P., & Oliva, E. J. D. (2022). Tendencias emergentes en la literatura sobre el compromiso del cliente: Un análisis bibliométrico. *Estudios Gerenciales*, 38(162), 120-132. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2022.162.4528>
- Elnagar, M. H., Gajendrareddy, P., Lee, M. K., & Allareddy, V. (2023). Artificial Intelligence and Orthodontic Practice. En *Integrated Clinical Orthodontics* (pp. 565-575). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119870081.ch25>
- Hung, K., Montalvao, C., Tanaka, R., Kawai, T., & Bornstein, M. M. (2020). The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(1), 20190107. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20190107>
- Hussein, N. (2022). Artificial intelligence in dentistry: Current issues and perspectives. En A. Saxena & N. Brault (Eds.), *Artificial Intelligence and Computational Dynamics for Biomedical Research* (pp. 229-248). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110762044-013>

- Joham, S. J., Hadzic, A., & Urschler, M. (2024). Implicit Is Not Enough: Explicitly Enforcing Anatomical Priors inside Landmark Localization Models. *Bioengineering*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/bioengineering11090932>
- Juneja, M., Garg, P., Kaur, R., Manocha, P., Prateek, Batra, S., Singh, P., Singh, S., & Jindal, P. (2021). A review on cephalometric landmark detection techniques. *Biomedical Signal Processing and Control*, 66, 102486. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102486>
- 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*, 149(1), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.07.030>
- Kang, J., Oh, K., & Oh, I. S. (2021). Accurate Landmark Localization for Medical Images Using Perturbations. *Applied Sciences*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/app112110277>
- Kazimierczak, N., Kazimierczak, W., Serafin, Z., Nowicki, P., Nożewski, J., & Janiszewska-Olszowska, J. (2024). AI in Orthodontics: Revolutionizing Diagnostics and Treatment Planning—A Comprehensive Review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/jcm13020344>
- Khanagar, S. B., Al-ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., Sarode, S. C., & Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), 508-522. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.019>
- Kim, T., & Park, J. (2023). Teeth Segmentation for Orthodontics based on Deep Learning. *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, 72(3), 440-446. <https://doi.org/10.5370/KIEE.2023.72.3.440>
- Kim, Y. H., Ha, E. G., Jeon, K. J., Lee, C., & Han, S. S. (2022). A fully automated method of human identification based on dental panoramic radiographs using a convolutional neural network. *Dentomaxillofacial Radiology*, 51(4), 20210383. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20210383>
- Kolokitha, O. E., & Tsolakis, I. A. (2024). Digital Orthodontic Systems. En A. Delantoni & K. Orhan (Eds.), *Digital Dentistry: An Overview and Future Prospects* (pp. 103-116). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-52826-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-52826-2_8)
- Kunz, F., Stellzig-Eisenhauer, A., & Boldt, J. (2023). Applications of Artificial Intelligence in Orthodontics—An Overview and Perspective Based on the Current State of the Art. *Applied Sciences*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/app13063850>
- Kunz, F., Stellzig-Eisenhauer, A., Zeman, F., & Boldt, J. (2020). Artificial intelligence in orthodontics. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 81(1), 52-68. <https://doi.org/10.1007/s00056-019-00203-8>
- Lee, H., Park, M., & Kim, J. (2017). Cephalometric landmark detection in dental x-ray images using convolutional neural networks. *Medical Imaging 2017: Computer-Aided Diagnosis*, 10134, 494-499. <https://doi.org/10.1117/12.2255870>
- Lingyun, C. O., Jiarong, Y. N., Bojun, T., Tingting, Z., Fang, H. U. A., & Hong, H. E. (2023). Research progress on the application of deep learning in cephalometric analysis. *Journal Prevention and Treatment for Stomatological Diseases*, 31(1), 58-62. <https://acortar.link/U75Vd6>
- Liu, J., Zhang, C., & Shan, Z. (2023). Application of Artificial Intelligence in Orthodontics: Current State and Future Perspectives. *Healthcare*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/healthcare11202760>

- Lu, W., Yu, X., Li, Y., Cao, Y., Chen, Y., & Hua, F. (2025). Artificial Intelligence–Related Dental Research: Bibliometric and Altmetric Analysis. *International Dental Journal*, 75(1), 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2024.08.004>
- Luo, L., Xu, C., Liu, P., Li, Q., & Chen, S. (2024). A bibliometric analysis of the status, trends, and frontiers of design thinking research based on the web of science core collection (2011–2022). *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101570. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101570>
- Mohammad-Rahimi, H., Nadimi, M., Rohban, M. H., Shamsoddin, E., Lee, V. Y., & Motamedian, S. R. (2021). Machine learning and orthodontics, current trends and the future opportunities: A scoping review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 160(2), 170-192. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.02.013>
- 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(2), 6-15. <https://doi.org/10.1111/ocr.12517>
- Moran, M. B. H., Faria, M. D. B., Bastos, L. F., Giraldo, G. A., & Conci, A. (2022). Combining Image Processing and Artificial Intelligence for Dental Image Analysis: Trends, Challenges, and Applications. En P. Johri, M. J. Diván, R. Khanam, M. Marciszack, & A. Will (Eds.), *Trends and Advancements of Image Processing and Its Applications* (pp. 75-105). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75945-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75945-2_4)
- Muraev, A., Guseynov, N., Tsay, P. A., Kibardin, I. A., Burenchev, D. V., Ivanov, S. S., Oborotistov, N. Y., Matuta, M. A., Grachev, N. S., & Larin, S. S. (2020). Artificial neural networks in dental and maxillofacial radiology: A review. *Clinical Dentistry*, 72-80. <https://lc.cx/b4UPJP>
- Mureşanu, S., Hedeşiu, M., Iacob, L., Eftimie, R., Olariu, E., Dinu, C., Jacobs, R., & on behalf of Team Project Group. (2024). Automating Dental Condition Detection on Panoramic Radiographs: Challenges, Pitfalls, and Opportunities. *Diagnostics*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/diagnostics14202336>
- Ninkov, A., Frank, J. R., & Maggio, L. A. (2022). Bibliometrics: Methods for studying academic publishing. *Perspectives on Medical Education*, 11(3), 173-176. <https://doi.org/10.1007/s40037-021-00695-4>
- Nogueira-Reis, F., Morgan, N., Nomidis, S., Van Gerven, A., Oliveira-Santos, N., Jacobs, R., & Tabchoury, C. P. M. (2023). Three-dimensional maxillary virtual patient creation by convolutional neural network-based segmentation on cone-beam computed tomography images. *Clinical Oral Investigations*, 27(3), 1133-1141. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04708-2>
- Nordblom, N. F., Büttner, M., & Schwendicke, F. (2024). Artificial Intelligence in Orthodontics: Critical Review. *Journal of Dental Research*, 103(6), 577-584. <https://doi.org/10.1177/00220345241235606>
- 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. (2019). 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>
- Polizzi, A., Boato, M., Serra, S., D'Antò, V., & Leonardi, R. (2025). Applications of artificial intelligence in orthodontics: A bibliometric and visual analysis. *Clinical Oral Investigations*, 29(1), 65. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06158-y>

- Priya, J., Raja, S. K. S., & Kiruthika, S. U. (2024). State-of-art technologies, challenges, and emerging trends of computer vision in dental images. *Computers in Biology and Medicine*, 178, 108800. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2024.108800>
- Quimby, M. L., Vig, K. W. L., Rashid, R. G., & Firestone, A. R. (2004). The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *The Angle Orthodontist*, 74(3), 298-303. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2004\)074<0298:TAAROM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2004)074<0298:TAAROM>2.0.CO;2)
- Radwan, M. T., Sin, Ç., Akkaya, N., & Vahdettin, L. (2023). Artificial intelligence-based algorithm for cervical vertebrae maturation stage assessment. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 26(3), 349-355. <https://doi.org/10.1111/ocr.12615>
- Rashmi, S., & Ashok, V. (2021). A Novel Method for Cephalometric Landmark Regression Using Convolutional Neural Networks and Local Binary Pattern. En S. K. Singh, P. Roy, B. Raman, & P. Nagabhushan (Eds.), *Computer Vision and Image Processing* (pp. 315-326). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-1086-8\\_28](https://doi.org/10.1007/978-981-16-1086-8_28)
- Rashmi, S., Murthy, P., Ashok, V., & Srinath, S. (2022). Cephalometric Skeletal Structure Classification Using Convolutional Neural Networks and Heatmap Regression. *SN Computer Science*, 3(5), 336. <https://doi.org/10.1007/s42979-022-01230-w>
- Schwendicke, F., Golla, T., Dreher, M., & Krois, J. (2019). Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 91, 103226. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103226>
- Sinard, E., Gajny, L., de La Dure-Molla, M., Felizardo, R., & Dot, G. (2025). Automated Cone Beam Computed Tomography Segmentation of Multiple Impacted Teeth with or without Association to Rare Diseases: Evaluation of Four Deep Learning-Based Methods. *Orthodontics & Craniofacial Research*. <https://doi.org/10.1111/ocr.12890>
- Thelwall, M., & Sud, P. (2022). Scopus 1900–2020: Growth in articles, abstracts, countries, fields, and journals. *Quantitative Science Studies*, 3(1), 37-50. [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00177](https://doi.org/10.1162/qss_a_00177)
- Thurzo, A., Jungová, P., & Danišovič, L. (1 al 2 de febrero de 2024). *AI-Powered Segmentation Revolutionizes Scaffold Design in Regenerative Dentistry*. 2024 International Conference on Artificial Intelligence, Computer, Data Sciences and Applications (ACDSA). Mahe, Seychelles. <https://doi.org/10.1109/ACDSA59508.2024.10467382>
- Traag, V. A., Waltman, L., & Van Eck, N. J. (2019). From Louvain to Leiden: Guaranteeing well-connected communities. *Scientific Reports*, 9(1), 5233. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41695-z>
- Trehan, M., Bhanotia, D., Shaikh, T. A., Sharma, S., & Sharma, S. (2023). Artificial intelligence-based automated model for prediction of extraction using neural network machine learning: A scope and performance analysis. *Journal of Contemporary Orthodontics*, 7(4), 281-286. <https://doi.org/10.18231/j.jco.2023.048>
- Vătămănescu, E. M., Dominici, G., Ciuciuc, V. E., Vițelar, A., & Anghel, F. G. (2024). Connecting smart mobility and car sharing using a systematic literature review. An outlook using Bibliometrix. *Journal of Cleaner Production*, 485, 144333. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144333>
- Wang, S. F., Xie, X. J., Zhang, L., Chang, S., Zuo, F. F., Wang, Y. J., & Bai, Y. X. (2023). Research on multi-class orthodontic image recognition system based on deep learning network model. *Chinese Journal of Stomatology*, 58(6), 561-568. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112144-20230305-00070>

- Wang, X., Rigall, E., Chen, Q., Zhang, S., & Dong, J. (2022). Efficient and Stable Cephalometric Landmark Localization Using Two-Stage Heatmaps' Regression. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71, 1-16. <https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3206762>
- Wong, K. F., Lam, X. Y., Jiang, Y., Yeung, A. W. K., & Lin, Y. (2023). Artificial intelligence in orthodontics and orthognathic surgery: A bibliometric analysis of the 100 most-cited articles. *Head & Face Medicine*, 19(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s13005-023-00383-0>
- Xu, X., Liu, C., & Zheng, Y. (2019). 3D Tooth Segmentation and Labeling Using Deep Convolutional Neural Networks. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(7), 2336-2348. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2839685>
- Zatt, F. P., Rocha, A. de O., Anjos, L. M. dos, Caldas, R. A., Cardoso, M., & Rabelo, G. D. (2024). Artificial intelligence applications in dentistry: A bibliometric review with an emphasis on computational research trends within the field. *The Journal of the American Dental Association*, 155(9), 755-764. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2024.05.013>
- Zhou, Y., Yuwen, T. N., Xiang, X., Chaoran, X. U. E., & Hui, X. U. (2023). Research progress on deep learning algorithms to assist 3D tooth segmentation of digital dental models. *Journal of Prevention and Treatment for Stomatological Diseases*, 31(9), 673-678. <https://lc.cx/184mBV>
- Zilberman, O., Huggare, J. A. V., & Parikakis, K. A. (2003). Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *The Angle Orthodontist*, 73(3), 301-306. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073<0301:EOTVOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073<0301:EOTVOT>2.0.CO;2)

## Transparencia

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna.

### Fuente de financiamiento

Los autores financiaron completamente la investigación.

### Contribución de autoría

Mónica Alejandra González Muñoz: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Félix Andrés González Muñoz: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.