



FACULTADE DE MEDICINA  
E ODONTOLOXÍA

Traballo de  
Fin de Grao

**Intelixencia Artificial en Odontoloxía**

**Inteligencia Artificial en Odontología**

***Artificial Intelligence in Dentistry***

**Autor/a:** Óscar Piñón Medín

**Titor/a:** José Manuel Pose Rodríguez

**Cotitor/a:** María de la Paz Otero Casal

**Departamento:** Cirugía y especialidades  
médico-quirúrgicas

(Xuño 2025)

Traballo de Fin de Grao presentado na Facultade de Medicina e Odontoloxía da Universidade de Santiago de Compostela para a obtención do Grao en Odontoloxía



## **Agradecimientos**

A mi tutor José Manuel Pose Rodríguez y mi cotutora María de la Paz Otero Casal, por dedicarme su tiempo y permitir que este trabajo fuera posible.

A mi familia y amigos, por toda la confianza y todo el cariño que me demuestran cada día.

A mi mejor amigo, por todas esas risas, charlas divagantes y momentos increíbles que llevamos pasando juntos desde hace 23 años y que seguiremos pasando por siempre.

A mi ahijada, porque es la alegría constante de mi vida y la causa principal por la que cada día trato de superarme y convertirme en una mejor persona.

A mi padrino, porque a través de sus consejos he adquirido una filosofía de vida basada en la calma y la serenidad, que ha sido crucial para no venirme abajo en momentos difíciles donde la irascibilidad y la incertidumbre estaban muy presentes.

A mi hermana, porque, a pesar de que le haga enfadar muchas veces, me ha hecho ver que pase lo que pase siempre estará a mi lado, ayudándome en todo lo que necesite y acompañándome en todas y cada una de mis decisiones.

A mi madre, por todos los consejos de vida que me enseña, la fuerza que me transmite para seguir adelante y, sobre todo, el amor incondicional que me demuestra todos y cada uno de los días; así como por los tirones de orejas que también me tiene que dar, de vez en cuando, para hacerme ver mis errores y así poder aprender de ellos.

A mi héroe, mi padre, porque me ha demostrado ser un gran ejemplo de superación, por todas las adversidades que ha tenido que ir superando a lo largo de su vida; porque me ha hecho ver que siempre hay que luchar por lo que quieres, sin pensar ni un solo momento en rendirse, ya que tarde o temprano acabará llegando; y, sobre todo, porque va a ser quien me tenga que aguantar como compañero durante, esperemos, una larga temporada de aquí en adelante.

Y, por último, a alguien muy especial que se marchó hace exactamente 10 años y 5 meses, pero que durante todo este tiempo sé que me ha estado guiando desde su estrella.

Sin todos vosotros, nada de esto habría sido posible.



## Índice de contenido

Resumo .....	9
Resumen .....	10
<i>Abstract</i> .....	11
1. Introducción.....	12
1.1. Historia de la IA en Odontología.....	12
1.1.1. Inicios de la IA en el ámbito médico.....	12
1.1.2. Primeras aplicaciones en Odontología.....	12
1.2. Situación actual de la IA en Odontología.....	13
1.2.1. Diagnóstico y detección de patologías.....	13
1.2.2. Planificación de tratamientos personalizados .....	13
1.2.3. Odontología digital y automatización .....	14
1.2.4. Asistentes virtuales y experiencia del paciente.....	14
1.2.5. Investigación y análisis de datos clínicos .....	15
1.3. Futuro de la IA en Odontología .....	15
1.3.1. Avances en diagnóstico predictivo .....	15
1.3.2. Intervenciones robóticas y prácticas asistidas por IA .....	15
1.3.3. Ética y privacidad de datos .....	16
1.3.4. Desarrollos en la relación entre IA y teleodontología.....	16
2. Objetivos.....	17
3. Justificación.....	18
4. Material y métodos .....	19
4.1. Pregunta PICO.....	19
4.2. Estrategias de búsqueda .....	19
4.3. Criterios de inclusión.....	19
4.4. Criterios de exclusión.....	19
5. Resultados.....	21
6. Discusión .....	26
7. Conclusiones.....	31
Referencias Bibliográficas.....	32

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 .....	21
--	----

## **Índice de tablas**

Tabla 1. Estudios incluidos en la revisión .....	22
--	----

## Índice de abreviaturas

### **Español**

2D: Dos Dimensiones

3D: Tres Dimensiones

AA: Aprendizaje Automático

AP: Aprendizaje Profundo

ATM: Articulación Temporomandibular

RNC: Redes Neuronales Convolucionales

IA: Inteligencia Artificial

RNA: Red Neuronal Automática

Rx: Radiografías

TFG: Trabajo de Fin de Grado

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

### **Inglés**

*CAD/CAM: Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*

*CBCT: Cone-Beam Computed Tomography*

*CNN: Convolutional Neural Networks*

*DL: Deep Learning*

*DNP: Deep Neural Patchworks*

*IOS: Intraoral Scans*

*LLM: Large Language Model*

*ML: Machine Learning*

*NLP: Natural Language Processing*

*NN: Neural Network*



## Resumo

Neste Traballo de Fin de Grao realizouse unha revisión sobre a aplicación da intelixencia artificial dentro do campo odontolóxico. O obxectivo principal foi analizar e recoller información relevante sobre as súas aplicacións actuais, as súas principais vantaxes e limitacións, e as súas perspectivas de futuro. Realizouse unha procura nas bases de datos bibliográficas *PubMed* e *Scopus* desde o ano 2020 ao 2025. Atopáronse 1.020 artigos, dos cales se incluíron 34 tras a aplicación dos criterios de inclusión e exclusión determinados. Extraeuse que a maior parte das unidades de estudo estaban relacionadas co diagnóstico xeral, a detección de carie e tanto as prácticas periodontais como as ortodóncicas, que a modalidade máis utilizada é a tecnoloxía 2D e que o sistema máis predominante é o de *CNN*. Conclúuse que esta tecnoloxía supón unha ferramenta que está a revolucionar a odontoloxía e que presenta un gran potencial de futuro, pero que á súa vez esixe máis estudos científicos actualizados e rigorosos para asegurar o seu uso dunha forma ética e segura.

**Palabras chave:** intelixencia artificial; aprendizaxe automática; aprendizaxe profunda; radioloxía oral; diagnóstico; plan de tratamento; endodoncia; periodoncia; ortodoncia; prótese; implantes dentais; cirurxía oral.

## Resumen

En este Trabajo de Fin de Grado se realizó una revisión sobre la aplicación de la inteligencia artificial dentro del campo odontológico. El objetivo principal fue analizar y recoger información relevante sobre sus aplicaciones actuales, sus principales ventajas y limitaciones, y sus perspectivas de futuro. Se realizó una búsqueda en las bases de datos bibliográficas *PubMed* y *Scopus* desde el año 2020 al 2025. Se encontraron 1.020 artículos, de los cuales se incluyeron 34 tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión determinados. Se observó que la mayor parte de las unidades de estudio estaban relacionadas con el diagnóstico general, la detección de caries y tanto las prácticas periodontales como las ortodóncicas, que la modalidad más utilizada es la tecnología 2D y que el sistema más predominante es el de CNN. Se concluyó que esta tecnología supone una herramienta que está revolucionando la Odontología y que presenta un gran potencial de futuro, pero que a su vez exige más estudios científicos actualizados y rigurosos para asegurar su uso de una forma ética y segura.

**Palabras clave:** inteligencia artificial; aprendizaje automático; aprendizaje profundo; radiología oral; diagnóstico; plan de tratamiento; endodoncia; periodoncia; ortodoncia; prótesis; implantes dentales; cirugía oral.

### ***Abstract***

*This Final Degree Project reviewed the application of artificial intelligence in the dental field. The main objective was to analyze and collect relevant information on its current applications, its main advantages and limitations, and its future prospects. A search was conducted in the bibliographic databases PubMed and Scopus from 2020 to 2025. 1,020 articles were found, of which 34 were included after applying the determined inclusion and exclusion criteria. It was observed that most of the study units were related to general diagnosis, caries detection and both periodontal and orthodontic practices, that the most widely used modality is 2D technology, and that the most predominant system is CNN. It was concluded that this technology is a tool that is revolutionizing dentistry and that it presents great future potential, but that it also requires more up-to-date and rigorous scientific studies to ensure its use in an ethical and safe manner.*

**Keywords:** *artificial intelligence; machine learning; deep learning; Oral radiology; diagnosis; treatment plan; endodontics; periodontics; orthodontics; prosthetics; dental implants; oral surgery.*

## 1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) es una de las ramas de las ciencias de la computación que más interés ha estado despertando en la actualidad debido a su enorme campo de aplicación, el cual ha sido posible desarrollar gracias a la utilización de conocimientos y teorías existentes en otras áreas como la filosofía, las matemáticas, la psicología, la lingüística, la economía o la neurociencia (1,2).

Sin embargo, desde que fue descrita por primera vez en 1950 por el matemático y lógico británico Alan Turing, el cual trató de determinar si las computadoras serían capaces de adquirir inteligencia humana a través de una prueba simple conocida como la “prueba de Turing”; y posteriormente definida de forma más específica por el informático estadounidense John McCarthy, en una conferencia en el Dartmouth College, como “la ciencia y la ingeniería de crear máquinas inteligentes” (3,4); hasta la actualidad, ha lidiado con un elevado número de modificaciones en su interpretación y clasificación sin llegar a establecerse, de forma definitiva, una definición clara y única (1).

A pesar de ello, su análisis profundo y su considerable potencial de desarrollo han permitido dar lugar a múltiples avances que han resultado cruciales para su integración y asentamiento en numerosos ámbitos, entre los que destaca especialmente el médico-odontológico por la necesidad de ofrecer a los pacientes una atención sanitaria mucho más segura, eficiente y adaptada a las necesidades individuales de cada caso, a través de la optimización de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos (4).

### 1.1. Historia de la IA en Odontología

#### 1.1.1. Inicios de la IA en el ámbito médico

A partir la década de 1950 daría comienzo una de las épocas más importantes para la digitalización de datos mediante el desarrollo de las bases de datos de información clínica, como el motor de búsqueda *PubMed*, y de los sistemas de registros médicos, lo cual sentaría las bases para la implementación de la IA dentro del ámbito de la medicina (3).

No obstante, por razones culturales y filosóficas del momento, la tendencia de los profesionales de dicho campo iba encaminada a rechazar la idea de que esta nueva tecnología pudiera llegar a ser tan capaz como un humano de participar dentro la práctica clínica (4), por lo que la falta de interés y, como consiguiente, el reducido aporte financiero derivarían en un periodo conocido como “el invierno de la IA”, en el que apenas se produjeron desarrollos significativos, desde finales de la década de 1970 hasta llegar a la de los 2000, donde la disponibilidad de conjuntos de datos cada vez más grandes y la mejora significativa en la potencia de procesamiento permitieron dar lugar a avances fundamentales dentro del ámbito médico, hasta el día de hoy (3), como la creación de aplicaciones y productos centrados en el análisis de imágenes, la detección de patologías, la predicción de riesgos o la asistencia en prácticas clínicas (3,4).

#### 1.1.2. Primeras aplicaciones en Odontología

Una de las primeras aplicaciones más relevantes de la IA, reportadas dentro del ámbito odontológico, fue la utilización de una red neuronal artificial (RNA) <sup>1</sup>, en el año 1995, para predecir la probabilidad de que un individuo presente una lesión oral maligna o potencialmente maligna, en función de sus hábitos de riesgo (5).

---

<sup>1</sup> Red neuronal artificial: es un modelo de IA que imita el funcionamiento del cerebro humano para procesar información.

Más adelante, en el año 2009, se establecería un modelo de predicción del dolor dental en función de numerosos factores como la frecuencia y el momento de cepillado, el uso de hilo dental, el estado del cepillo, la dieta, etc. (6); así como se lograría establecer la longevidad de diferentes materiales de restauración dental, dentro de varios grupos de edad, a través del desarrollo de la “minería de datos”<sup>2</sup> (7).

A partir de entonces, la extensión de la IA hacia otras áreas de la Odontología se haría evidente gracias a su expansión y a la aparición de nuevas herramientas como los sistemas CAD/CAM (del inglés, *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*)<sup>3</sup>, que consiguen que las restauraciones sean más precisas (8); las cámaras intraorales 3D y los programas informáticos, que permiten evaluar anomalías y ayudar a fabricar dispositivos de tratamiento personalizados, como alineadores capaces de realizar movimientos dentales más predictivos (9); o los equipos de resonancia magnética y de CBCT (del inglés, *Cone-Beam Computed Tomography*) con programas IA integrados, que ayudan a diagnosticar afecciones de difícil observación para el ojo humano, como caries interproximales (10) o ganglios anómalos (11).

## 1.2. Situación actual de la IA en Odontología

### 1.2.1. Diagnóstico y detección de patologías

Las RNA suponen una herramienta muy eficaz para llevar a cabo el diagnóstico y la detección precoz de patologías, especialmente, de etiología multifactorial o complejas, como los trastornos de la articulación temporomandibular (ATM), los precánceres o los cánceres orales (11); ya que son capaces de recopilar y procesar una gran cantidad de datos, procedentes sobre todo de imágenes radiográficas, dando lugar a resultados tan precisos que permiten agilizar el todo el proceso y reducir la probabilidad de cometer errores humanos (11,12)

Sin embargo, también se pueden utilizar para obtener información más detallada sobre ciertos aspectos relacionados con enfermedades y anomalías más comunes en la práctica diaria como la extensión de las lesiones cariosas (13), la pérdida de hueso periimplantario (14), el grado de afección periodontal, la presencia de alteraciones periapicales o la localización y las dimensiones de dientes no erupcionados; y así poder reducir el nivel de dificultad de los tratamientos a realizar y, sobre todo, conseguir que sean lo menos invasivos posibles (11,15).

### 1.2.2. Planificación de tratamientos personalizados

Una de las revoluciones más recientes de la IA, dentro del ámbito odontológico, se corresponde con el desarrollo de tecnologías capaces de planificar tratamientos personalizados, sobre todo a la hora de llevar a cabo restauraciones protésicas y procedimientos de ortodoncia, a partir de la recopilación previa de datos procedentes, principalmente, de imágenes radiográficas y escaneos 3D.

De esta manera, a nivel de la práctica protésica, la implantación de los sistemas CAD/CAM junto con otras herramientas digitales, para mejorar el procesamiento de imágenes y

<sup>2</sup> “Minería de datos”: se corresponde con la comprensión de la exploración, mediante algoritmos capaces de establecer correlaciones entre diferentes bases de datos.

<sup>3</sup> Sistemas CAD/CAM: son sistemas de diseño y fabricación asistidos por ordenador que suponen un conjunto de tecnologías coordinadas capaces de permitir la adquisición digital de datos clínicos (mediante una cámara intraoral o un escáner), el modelado de prótesis e implantes a medida y su posterior fabricación (mediante impresión 3D o fresado).

reconocer patrones asociados a deformidades o defectos (16), permite confeccionar los distintos tipos de restauraciones dejando atrás el método convencional de colado y obteniendo en su lugar un mejor ajuste final (11).

Por otro lado, a nivel de la práctica ortodóncica, la existencia de programas encargados de analizar el atractivo facial y la apariencia de edad, a partir de fotografías; estimar la ubicación y angulación de ciertos dientes, a partir de radiografías panorámicas (15); determinar variables importantes como la sobremordida, la clase molar y esquelética o el apiñamiento; e incluso predecir la necesidad de realizar exodoncias o de efectuar un anclaje (17), permiten determinar cómo se deben mover los dientes y cuánta presión de debe aplicar sobre cada uno (11) para, posteriormente, diseñar y confeccionar un protocolo de alineadores personalizado que reduzca el tiempo de tratamiento y que se pueda monitorear de forma constante para modificarlo y ajustarlo en el caso de que fuese necesario y así conseguir los resultados más óptimos posibles (17).

### **1.2.3. Odontología digital y automatización**

La Odontología digital hace referencia al uso de las nuevas tecnologías computarizadas para llevar a cabo la digitalización de los procesos tradicionales, mediante la captura y análisis de imágenes tridimensionales obtenidas a partir de escáneres intraorales o cámaras tridimensionales con sensor de profundidad (18), y de esta manera poder conseguir un diagnóstico y un plan de tratamiento de las patologías bucodentales de una forma mucho más automatizada y rápida.

Además, la incorporación adicional de la IA en estos sistemas, hoy en día, ha evidenciado una agilización en el flujo de trabajo, a través de la mejora de ciertas funciones como la fabricación digital o la recuperación y vinculación de imágenes, que permite dar lugar a una nueva era caracterizada por la búsqueda de una atención clínica cada vez más precisa, eficiente y centrada en el paciente (18).

### **1.2.4. Asistentes virtuales y experiencia del paciente**

Los asistentes virtuales basados en IA, también conocidos como *chatbots*, se corresponden con unas herramientas digitales que, a través de tratar de emular la conversación humana, tienen como objetivos principales llegar a los pacientes para promover su educación en materia de salud bucodental e impulsar cambios de comportamiento (19), tras generar una base de datos virtual integral de cada uno de ellos a partir de la obtención de cierta información como detalles críticos, hábitos o factores de riesgo a los que estén expuestos; y, sobre todo, brindar una nueva opción de atención médica personalizada y de disponibilidad continua, en casos como una consulta de urgencia (20).

Sin embargo, también pueden ser utilizados por los propios profesionales ya que suponen una solución eficaz no solo para conocer en profundidad a cada paciente y optimizar su seguimiento, gracias a la información obtenida previamente, sino también para agilizar la realización de ciertas tareas como la programación de citas, la gestión de seguros o la recopilación de historiales médicos y dentales (20), y de esta manera poder dedicar más tiempo a otras como el diagnóstico o la planificación de los tratamientos, reducir errores, aumentar la precisión de trabajo y, con ello, mejorar experiencia clínica de los pacientes.

Por otro lado, aunque esta tecnología esté en continua evolución e implementación y suponga una gran oportunidad para mejorar el ámbito odontológico, no se rige por principios éticos, por lo que es importante tener en cuenta que su aplicación debe ser consciente y la información obtenida cautelosamente analizada y comparada (21).

### **1.2.5. Investigación y análisis de datos clínicos**

La IA ha transformado el ámbito de la investigación dentro de la Odontología gracias al uso de plataformas de gestión que automatizan la recopilación y el análisis sistematizado de grandes cantidades de datos para poder identificar patrones, mejorar protocolos clínicos, determinar prevalencias, estudiar resultados o generar estadísticas precisas; y, con ello, poder realizar estudios clínicos de mayor calidad (22).

No obstante, en la actualidad siguen existiendo ciertas limitaciones a la hora de adoptar estas herramientas, especialmente en los entornos clínico-educativos, por la resistencia que existe a cambiar los métodos tradicionales de estudio y, sobre todo, por la necesidad de una capacitación adecuada del personal y del soporte técnico para conseguir su implementación de una forma exitosa y sostenible (22).

## **1.3. Futuro de la IA en Odontología**

### **1.3.1. Avances en diagnóstico predictivo**

La aplicación de la IA en el diagnóstico de patologías bucodentales se basa en la integración de diferentes sistemas capaces de llevar a cabo la detección, la delimitación, la evaluación y la clasificación de ciertas alteraciones como lesiones de caries o afecciones periodontales (23), gracias a sus competencias centradas en el cálculo de parámetros y el procesamiento de datos, sobre diferentes tipos de imágenes radiográficas (24).

Sin embargo, la posible presencia de diferentes tipos de ruido tras su realización, como pueden ser los desenfoques graduales o las superposiciones, hace que la aplicación de esta tecnología se vea limitada para el análisis de otras patologías presentes en entornos orales más complejos y variables (24) e, incluso, pueda conducir a un aumento significativo del sobrediagnóstico (23).

Es por ello por lo que la tendencia futura va encaminada a abordar estos desafíos, tratando de expandirse más allá del uso de radiografías, así como mejorar la interpretabilidad, la repetibilidad y la escalabilidad, a través de innovaciones en el aprendizaje en línea, los algoritmos optimizados y la integración de datos, para poder conseguir diagnósticos, más fiables y precisos, que supongan un gran beneficio para los pacientes (23,24).

### **1.3.2. Intervenciones robóticas y prácticas asistidas por IA**

La robótica se corresponde con un campo de trabajo constituido, principalmente, por dispositivos reprogramables, multifuncionales, multipropósito y versátiles (25), cuya aplicación dentro de la práctica odontológica supone un gran avance debido a las numerosas ventajas que ofrecen para la optimización de los diversos procedimientos a realizar, como la mejora en la comunicación y la visibilidad intraoperatorias, para llegar a conseguir un nivel de precisión que pueda superar al de profesionales expertos (26).

Debido a esto, a lo largo de las últimas décadas se han ido desarrollado diversos sistemas robóticos orientados a la realización de distintas actividades clínicas, como la colocación de dientes o la preparación de coronas, dentro del ámbito protésico; el doblado de arcos o la aplicación de fuerzas clínicas por vibración, dentro del ámbito ortodóntico; la degradación y eliminación de biopelículas o la realización de tratamientos de conductos, dentro del ámbito endodóntico; y, sobre todo, la preparación precisa del lecho quirúrgico con férulas guía para la colocación de implantes, dentro del ámbito implantológico (25); y aunque la mayoría se encuentran en fase de simulación y prueba, algunos ya han sido aprobados para su utilización en la atención diaria.

No obstante, el requerimiento actual de un cierto nivel de supervisión o colaboración humana para obtener unos resultados correctos (26), junto con el elevado costo de instalación y mantenimiento de sus infraestructuras (25), da lugar a varias limitaciones que se pueden minimizar en el futuro mediante la integración de ciertas mejoras en potencia informática y el aumento de las capacidades de la IA y así impulsar un nuevo paradigma de trabajo a partir de algoritmos capaces de analizar una cantidad tan grande de datos que les permitirían responder a problemas inesperados que pudieran surgir durante la práctica, en lugar de seguir un plan de tratamiento fijo y predeterminado, y de esta manera poder acumular experiencia para mejorar en la toma de decisiones y conseguir una mayor optimización y precisión en los siguientes procedimientos a realizar (26).

### **1.3.3. Ética y privacidad de datos**

La incorporación de los sistemas basados en IA, a la práctica odontológica, supone un gran avance debido a los numerosos beneficios que pueden aportar si se utilizan de forma correcta, como el desarrollo de diagnósticos más precisos, la realización de tratamientos más adaptados o el fortalecimiento de la confianza en la relación odontólogo-paciente (27).

Sin embargo, al corresponderse con un conjunto de algoritmos y modelos informáticos que tratan de simular procesos inteligentes propios de un ser humano, pueden surgir diferentes preocupaciones y dilemas morales a nivel de los diferentes pilares que constituyen la bioética, es decir, a nivel del principio de autonomía, ya que es imprescindible que los pacientes comprendan los beneficios y los riesgos asociados al uso de estas herramientas tras la aportación de información clara, objetiva y basada en la evidencia durante el proceso de consentimiento informado; de la beneficencia y la no maleficencia, ya que los odontólogos tienen la obligación de optimizar su manejo para minimizar el número de errores que se pudieran llegar a cometer; y de la justicia, ya que se debe tratar de conseguir una distribución equitativa y justa de los recursos que proporcionan, mediante el desarrollo de políticas que promuevan la transparencia y la seguridad (27).

Además, también hay que tener en cuenta que para que esta tecnología funcione requiere de un elevado número de datos digitales (23) y es por ello por lo que los profesionales deben actuar con transparencia respecto a su recolección, almacenamiento, gestión y uso, para respetar la privacidad y la seguridad de los pacientes (27).

### **1.3.4. Desarrollos en la relación entre IA y teleodontología**

La teleodontología se corresponde con un área específica de la salud digital, la telesalud y la telemedicina que usa las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), a través de dispositivos inteligentes, para almacenar y registrar una gran cantidad de información sobre los pacientes, de forma remota, y de esta manera poder promover, principalmente, el acceso a una atención dental de mayor calidad (28,29).

Debido a ello, se puede utilizar para realizar ciertas actividades como enviar recordatorios, proporcionar recursos educativos en línea, dar asesoramiento y diagnósticos preliminares a partir de algoritmos o seguir el progreso de los tratamientos en curso; y así minimizar tanto la necesidad de las visitas en persona como el posible riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, gestionar el tiempo de trabajo de una forma más óptima y mejorar la comunicación y la relación odontólogo-paciente (29,30).

Sin embargo, a pesar de su potencial para transformar la práctica odontológica, hoy en día también enfrenta ciertos desafíos a nivel técnico, de acceso, de capacitación, de privacidad y seguridad, y de políticas o regulaciones, que se deberán solucionar con el tiempo (29).

## **2. Objetivos**

El objetivo principal fue:

- a) Analizar y recoger información relevante sobre las aplicaciones actuales, las principales ventajas y limitaciones, y las perspectivas de futuro de la IA que existen dentro de las diferentes especialidades odontológicas.

Los objetivos específicos fueron:

- a) Mostrar el impacto real y potencial de la IA en la práctica odontológica.
- b) Contribuir a aumentar la literatura sobre la IA dentro del ámbito médico, aunque más específicamente dentro del ámbito odontológico.

### **3. Justificación**

La elección del tema “Inteligencia Artificial en Odontología” para el desarrollo de una revisión bibliográfica, como parte de este Trabajo de Fin de Grado (TFG), se debió principalmente a la creciente relevancia que esta tecnología está adquiriendo dentro del ámbito sanitario, y más concretamente en el de la Odontología en los últimos años, gracias a la implementación de numerosos aparatos y sistemas que están permitiendo ofrecer una atención cada vez de mayor calidad, a través de diversos aspectos como la optimización de los tiempos de trabajo, la reducción de errores diagnósticos, la predicción de resultados o la simplificación en la toma de decisiones clínicas.

Además, con ello se presentó la oportunidad de poder analizar y recoger información de suma importancia a cerca de sus aplicaciones actuales, sus principales ventajas y limitaciones, y sus perspectivas de futuro, dentro de las diferentes especialidades odontológicas, para poder contribuir a la comunidad médica mostrando en profundidad el impacto real que ha tenido y continúa teniendo la IA dentro este campo.

Es por ello por lo que esta justificación no solo responde a la inquietud académica y profesional-personal sobre el tema, sino también a la exigencia constante de actualización y adaptación a dicha tecnología para poder seguir avanzando hacia una práctica odontológica más precisa, predictiva y adecuada, que además sea capaz de conseguir una mejora notable en la experiencia y satisfacción del paciente.

## 4. Material y métodos

### 4.1. Pregunta PICO

La pregunta PICO formulada fue:

- a) En pacientes que reciben atención odontológica, ¿la implementación de sistemas de inteligencia artificial en el diagnóstico y en el tratamiento, en comparación con los métodos tradicionales, mejora la calidad del cuidado dental o los resultados clínicos?

### 4.2. Estrategias de búsqueda

Las estrategias de búsqueda empleadas en las bases de datos escogidas fueron:

- a) (*artificial intelligence [MeSH Major Topic] OR machine intelligence [Title/Abstract] OR machine learning [Title/Abstract] OR deep learning [Title/Abstract]*) AND (*oral radiology [Title/Abstract] OR diagnosis [Title/Abstract] OR treatment planning [Title/Abstract] OR periodontics [Title/Abstract] OR endodontics [Title/Abstract] OR orthodontics [Title/Abstract] OR prosthodontics [Title/Abstract] OR dental implants [Title/Abstract] OR oral surgery [Title/Abstract]*), en PubMed.
- b) ("*artificial intelligence*" OR "*machine intelligence*" OR "*machine learning*" OR "*deep learning*") AND ("*oral radiology*" OR "*diagnosis*" OR "*orthodontics*" OR "*prosthodontics*" OR "*dental implants*" OR "*oral surgery*"), en Scopus.

### 4.3. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión establecidos fueron:

- a) Artículos que reportaran sobre la IA y sus aplicaciones dentro de las diferentes especialidades odontológicas.
- b) Artículos que presentaran resultados medibles (como indicadores clínicos, precisión, sensibilidad o especificidad).
- c) Artículos que presentaran una adecuada descripción del tipo de IA utilizado.
- d) Artículos que fueran publicados entre 2020 y 2025 (5 años).
- e) Artículos que presentaran la opción *FREE FULL TEXT*.
- f) Artículos que estuvieran en inglés y/o español.
- g) Artículos que centraran su investigación en seres humanos.

### 4.4. Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión establecidos fueron:

- a) Artículos que reportaran sobre la IA, pero que no estuvieran relacionados con la Odontología.
- b) Artículos que estuvieran relacionados con la Odontología, pero que no reportaran sobre la IA.
- c) Artículos correspondientes a:
  - Editoriales y cartas al editor.
  - Textos de opinión o ensayos argumentativos.
  - Revisiones narrativas (no sistemáticas).

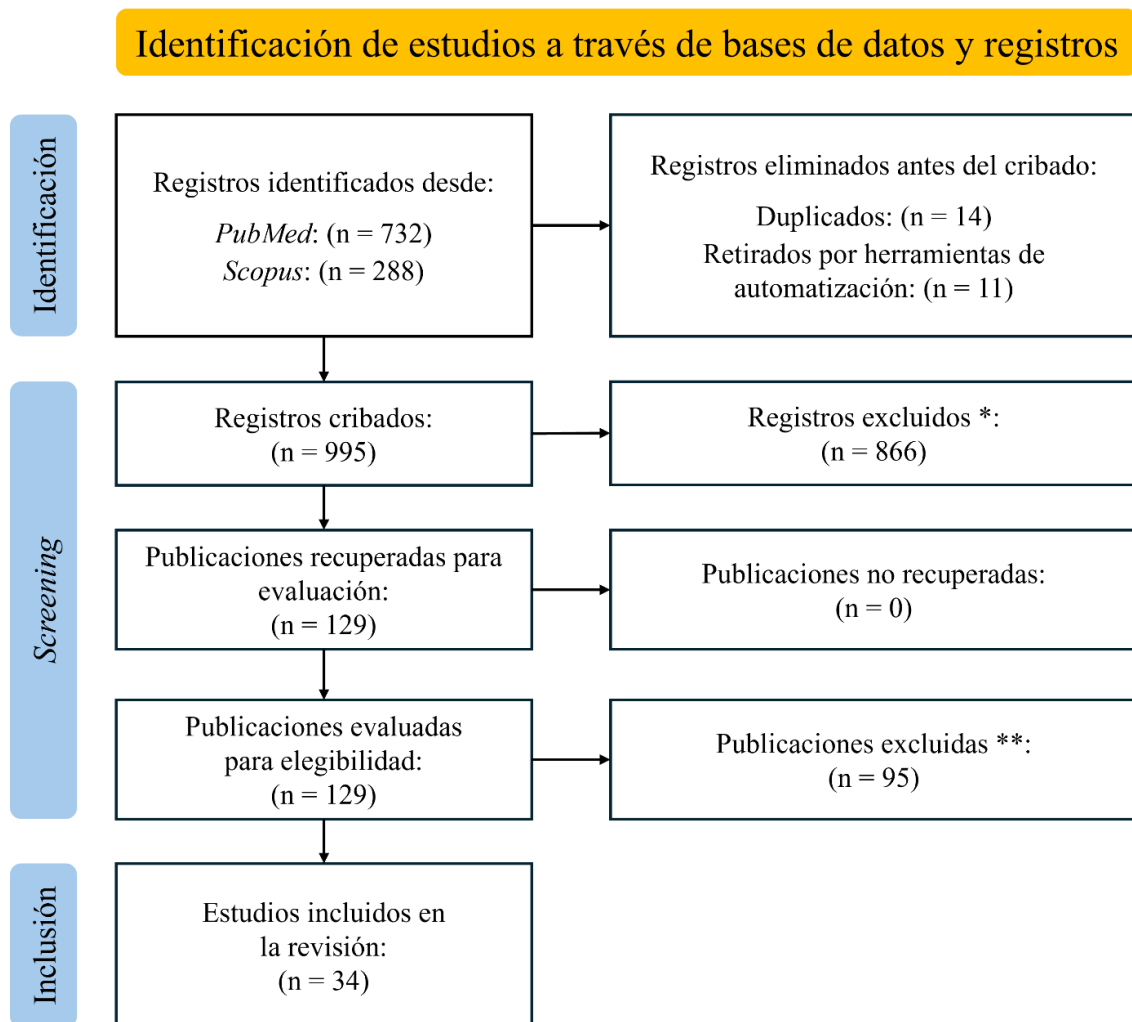
- Informes de casos clínicos y series de casos pequeñas (sin comparadores).
- Resúmenes de congresos o sin publicación completa.
- Tesis y literatura gris.
- Estudios duplicados o publicaciones redundantes.
- Estudios con poblaciones o contextos irrelevantes.

## 5. Resultados

La búsqueda electrónica realizada dio lugar a un total de 1.020 artículos, los cuales se introdujeron en el gestor de referencias bibliográficas conocido como *Zotero* para llevar a cabo el proceso de identificación, *screening* e inclusión de acuerdo con las bases de la Declaración PRISMA 2020, lo cual se refleja en el Gráfico 1.

Finalmente, se incluyeron 34 artículos para la revisión y de ellos se extrajo que la mayor parte de las unidades de estudio estaban relacionadas con el diagnóstico general, la detección de caries y las prácticas periodontal y ortodóncica; que la modalidad más utilizada es la tecnología 2D, conformada por las radiografías panorámicas, las periapicales y las de aleta de mordida, seguida de la 3D, conformada por el *CBCT*; y que el tipo de inteligencia artificial más predominante es el de *CNN*<sup>4</sup> (del inglés, *Convolutional Neural Networks*), lo cual se refleja en la Tabla 1.

**Gráfico 1.** Diagrama de flujo PRISMA 2020



\* La primera exclusión se realizó en base al título y al resumen de cada artículo.

\*\* La segunda exclusión se realizó en base a los criterios de inclusión y exclusión determinados.

<sup>4</sup> *CNN*: en español se conocen como Redes Neuronales Convolucionales (RNC) y suponen una arquitectura de aprendizaje profundo altamente útil para el procesamiento y análisis de diversos tipos de datos.

**Tabla 1.** Estudios incluidos en la revisión

Autor	País y año	Unidad de estudio	Modalidad	Elementos totales	Tipo de inteligencia artificial	Resultado principal
Putra et al. <sup>31</sup>	Indonesia 2024	Detección y numeración de dientes	Rx panorámicas y periapicales	500	<i>CNN (YOLOv4)</i>	Rendimiento preciso y rápido para la numeración automática de dientes
Kokomoto et al. <sup>32</sup>	Japón 2024	Cálculo de la edad dental	Rx panorámicas y periapicales	42.821	<i>CNN (Scaled YOLOv4 y EfficientNetV2 M)</i>	Elevada precisión en la detección de gérmenes dentales y la clasificación de las etapas de desarrollo
Zhu et al. <sup>33</sup>	China 2023	Diagnóstico de enfermedades dentales	Rx panorámicas y periapicales	282	<i>CNN (BDU-Net y nnU-Net)</i>	Elevada eficiencia y especificidad en el diagnóstico de las enfermedades dentales
Liyanage et al. <sup>34</sup>	Australia 2023	Clasificación y diagnóstico de lesiones orales malignas y no malignas	Imágenes orales	342	<i>CNN (EfficientNetV2 y MobileNetV3)</i>	Precisión prometedora para distinguir entre neoplasias benignas y lesiones premalignas o malignas
Vinayahalingam et al. <sup>35</sup>	Países Bajos 2023	Segmentación de la ATM	<i>CBCTs</i>	162	<i>CNN (3D U-Nets)</i>	Elevada precisión y consistencia en la segmentación de los cóndilos mandibulares y las fosas glenoideas
Grigoriadis et al. <sup>36</sup>	Suecia 2025	Evaluación de la función masticatoria	Fragmentos de alimentos	316	<i>CNN (YOLOv8)</i>	Análisis preciso y rápido de la función masticatoria
You et al. <sup>37</sup>	China 2020	Detección de placa dental	Fotografías intraorales	886	<i>CNN</i>	Niveles de rendimiento clínicamente aceptables para la detección de placa dental
Kühnisch et al. <sup>38</sup>	Alemania 2022	Detección de caries	Fotografías intraorales	2.417	<i>CNN (MobileNetV2)</i>	Elevada precisión y acuerdo en la detección de caries
Zhang et al. <sup>39</sup>	China 2024	Detección de caries	Fotografías intraorales	4.361	<i>CNN (MobileNetV3 y U-Net)</i>	Elevada precisión y especificidad en la detección de caries

Schwendicke et al. <sup>40</sup>	Alemania 2022	Detección de caries	Rx de aleta de mordida	3.826	<i>CNN (ResNet-18)</i>	Rentabilidad mejorada tras el aumento de la cantidad de datos en el entrenamiento de la IA para la detección de caries
Bayraktar y Ayan <sup>41</sup>	Turquía 2022	Diagnóstico de caries interproximales	Rx de aleta de mordida	1.000	<i>CNN (YOLOv3)</i>	Elevada precisión en el diagnóstico de caries interproximales
Santos-Junior et al. <sup>42</sup>	Brasil 2025	Segmentación del conducto radicular	<i>CBCTs</i>	69	<i>CNN (3D U-Net)</i>	Elevada precisión y eficiencia en la segmentación del conducto radicular.
Altukroni et al. <sup>43</sup>	Arabia Saudita 2023	Detección de la exposición patológica de la pulpa	Rx periapicales	3.461	<i>CNN (YOLOv5)</i>	Elevada fiabilidad en la detección de la exposición patológica de la pulpa.
Ver Berne et al. <sup>44</sup>	Bélgica 2023	Detección y clasificación de quistes radiculares y granulomas periapicales	Rx panorámicas	249	<i>CNN (MobileNetV2 y YOLOv3)</i>	Rendimiento diagnóstico fiable para la detección y diferenciación de quistes radiculares y granulomas periapicales
Deng et al. <sup>45</sup>	China 2023	Cribado del estado de salud periodontal	Pacientes	408	<i>ML</i>	Elevada precisión en el cribado del estado de salud periodontal
Santamaria et al. <sup>46</sup>	Reino Unido 2024	Predicción de la pérdida de dientes	Dientes	4.418	<i>NN</i>	Buen rendimiento en la predicción y asignación del pronóstico periodontal
Lee et al. <sup>47</sup>	EE. UU. 2022	Medición del nivel de hueso alveolar	Rx periapicales	693	<i>CNN (U-Net)</i>	Medición precisa y confiable del nivel óseo alveolar
Jiang et al. <sup>48</sup>	China 2022	Estadificación de la pérdida ósea periodontal	Rx panorámicas	640	<i>CNN (U-Net y YOLOv4)</i>	Correcta evaluación y estadificación de la pérdida ósea alveolar
Tastan Eroglu et al. <sup>49</sup>	Turquía 2024	Clasificación de la periodontitis	Pacientes	200	<i>LLM y DL (ChatGPT)</i>	Rendimiento razonable en la clasificación de la periodontitis

Ryu et al. <sup>50</sup>	Corea del Sur 2022	Clasificación de fotografías clínicas de ortodoncia	Fotografías clínicas	4.448	<i>CNN</i>	Clasificación exitosa de fotografías faciales e intraorales de ortodoncia
Weingart et al. <sup>51</sup>	Alemania 2023	Detección de puntos de referencia cefalométricos	<i>CBCTs</i>	30	<i>DNP</i>	Detección precisa y robusta de los puntos de referencia cefalométricos
Wang et al. <sup>52</sup>	Países Bajos 2021	Segmentación de los maxilares y de los dientes	<i>CBCTs</i>	30	<i>CNN (red MS-D)</i>	Elevado potencial para segmentar los maxilares y los dientes de forma precisa y simultánea
Köktürk et al. <sup>53</sup>	Turquía 2024	Decisión de extracción en ortodoncia	Pacientes	1.000	<i>ML</i>	Elevado rendimiento en las decisiones de extracción
Khurshid et al. <sup>54</sup>	Arabia Saudita 2025	Categorización de los arcos parcialmente edéntulos	Rx panorámicas	622	<i>CNN (YOLOv8)</i>	Elevado potencial para facilitar la detección automatizada de afecciones relevantes y la clasificación de Kennedy
Mahrous et al. <sup>55</sup>	EE. UU. 2023	Diseño de prótesis parciales removibles	Estudiantes	73	<i>ML, CNN y NLP (AiDental)</i>	Elevado potencial para ayudar a la comprensión y al diseño de las prótesis parciales removibles.
Lerner et al. <sup>56</sup>	Alemania 2020	Fabricación de coronas de zirconio monolítico sobre pilares híbridos personalizados	Pacientes	90	<i>ML</i>	Elevada fiabilidad para la restauración de implantes con coronas de zirconio monolítico
Elgarba et al. <sup>57</sup>	Bélgica 2024	Planificación de implantes	<i>CBCTs</i> e <i>IOSs</i>	10	<i>CNN (3D U-Nets)</i>	Elevada aceptabilidad clínica para la planificación prequirúrgica de un implante
Sakai et al. <sup>58</sup>	Japón 2023	Determinación de un protocolo de fresado para la colocación de implantes	<i>CBCTs</i>	1.200	<i>CNN (LeNet-5)</i>	Elevada precisión y efectividad en la predicción de protocolos de fresado óptimos para la colocación de implantes

Oh et al. <sup>59</sup>	Corea del Sur 2023	Predicción de la osteointegración de implantes dentales	Implantes dentales (en Rx panorámicas y periapicales)	1.206	CNN (ResNet-18,34,50; DenseNet-121,201; MobileNetV2 y MobileNetV3)	Elevada precisión en la predicción de la osteointegración de los implantes dentales
Kibcak et al. <sup>60</sup>	Chipre 2025	Segmentación de implantes dentales y detección de periimplantitis	Rx panorámicas	7.696	CNN (U-Net)	Elevada precisión y fiabilidad para la segmentación de implantes dentales y la detección de periimplantitis
Lin et al. <sup>61</sup>	China 2023	Segmentación del canal mandibular	CBCTs	220	CNN (3D U-Net)	Elevada precisión y fiabilidad en la segmentación del canal mandibular
Mun et al. <sup>62</sup>	Corea del Sur 2024	Predicción de las indicaciones de extracción de dientes fracturados	Dientes (en Rx panorámicas)	418	CNN (Inception-V3, ResNet-50 y EfficientNet-B0)	Elevada capacidad de predicción de las indicaciones de extracción de dientes fracturados
Vaira et al. <sup>63</sup>	Italia 2025	Evaluación de documentos de consentimiento informado	Documentos de consentimiento informado	-	LLM y DL (ChatGPT-4 y Bard Gemini Advanced)	Elevada precisión, integridad, legibilidad y calidad de los documentos de consentimiento informado generados.
Şişman y Acar <sup>64</sup>	Turquía 2025	Evaluación del potencial de los chatbots en la toma de decisiones clínicas en cirugía oral	Preguntas	64	LLM y DL (ChatGPT-3.5 y Claude-instant)	Elevado potencial de los chatbots para apoyar a los profesionales en la toma de decisiones clínicas en cirugía oral

## 6. Discusión

En los últimos años se ha evidenciado un crecimiento exponencial en la publicación de artículos sobre la aplicación de la IA en las diferentes especialidades odontológicas, lo cual indica no solo un aumento del interés y el entusiasmo de la comunidad científica por potenciar la investigación y, como consiguiente, el desarrollo de esta tecnología tan innovadora y útil, sino también por la necesidad de optimizar los procesos clínicos y mejorar la calidad de la atención al paciente mediante el uso de herramientas cada vez más precisas y eficientes.

### Diagnóstico general

Tras la revisión de 3 artículos, se ha podido observar, en primer lugar, la aplicación de estas herramientas en diferentes prácticas generales como la detección y numeración de dientes (31), la identificación de gérmenes dentales y clasificación de las etapas de desarrollo para el cálculo de la edad dental (32) o el diagnóstico de enfermedades dentales (33), de una forma precisa, rápida, eficiente y específica, a partir de radiografías panorámicas y periapicales que fueron analizadas por sistemas como el *YOLOv4*<sup>5</sup> (31), el *EfficientNetV2*<sup>6</sup> (32), el *BDU-Net*<sup>7</sup> y el *nnU-Net*<sup>8</sup> (33). Sin embargo, también se han revisado 2 artículos que muestran su utilización para el desarrollo de tareas más específicas, ya que Liyanage et al. (34) descubrieron la prometedora capacidad de los modelos *EfficientNetV2* y *MobileNetV3*<sup>9</sup> para distinguir entre neoplasias benignas y lesiones premalignas o malignas, mientras que Vinayahalingam et al. (35) y Grigoriadis et al. (36) utilizaron otras *CNN* para demostrar su elevada precisión y consistencia en la segmentación de la ATM y el análisis de la función masticatoria, respectivamente.

### Detección de caries

Tras la revisión de 5 artículos, se ha detectado que la utilización de la IA para conseguirlo supone una gran ventaja debido a la obtención de unos resultados óptimos y, sobre todo, similares en todos ellos, a pesar de que en cada uno se utilizó una *CNN* distinta para analizar la unidad de estudio correspondiente. De esta manera, You et al. (37) demostraron que su modelo de IA presentaba un nivel de rendimiento aceptable para la detección de placa dental, evidenciando su utilidad potencial como herramienta complementaria en materia de higiene oral; Kühnisch et al. (38), Zhang et al. (39) y Schwendicke et al. (40) determinaron la elevada precisión y especificidad que proporcionan *MobileNetV2*<sup>10</sup>, *MobileNetV3* y *U-Net*<sup>11</sup>, así como la rentabilidad mejorada que ofrece *ResNet-18*<sup>12</sup>, para la detección general de caries; y Bayraktar y Ayan (41) mostraron la gran capacidad de *YOLOv3*<sup>13</sup> para el diagnóstico específico de lesiones interproximales, permitiendo el desarrollo de una evaluación más detallada.

<sup>5</sup> *YOLOv4*: es la cuarta generación del algoritmo *YOLO* (del inglés, *You Only Look Once*), el cual se caracteriza por su capacidad para detectar objetos en una sola pasada.

<sup>6</sup> *EfficientNetV2 M*: es una versión de la red neuronal eficiente *EfficientNet*, que enfatiza la eficiencia y el rendimiento del entrenamiento de redes neuronales.

<sup>7</sup> *BDU-Net*: es una variante de la red neuronal *U-Net* que se utiliza para la detección y mapeo de estructuras anatómicas específicas.

<sup>8</sup> *nnU-Net*: es una variante de la red neuronal *U-Net* que se utiliza para la segmentación de imágenes médicas.

<sup>9</sup> *MobileNetV3*: es la tercera generación de la red neuronal convolucional *MobileNet*, la cual se caracteriza por su capacidad para la clasificación, detección y segmentación de objetos en dispositivos móviles.

<sup>10</sup> *MobileNetV2*: es la segunda generación de la red neuronal convolucional *MobileNet*.

<sup>11</sup> *U-Net*: es una red neuronal convolucional diseñada para la segmentación de imágenes, especialmente, en el ámbito biomédico.

<sup>12</sup> *ResNet-18*: es una red neuronal convolucional de 18 capas diseñada para la clasificación y detección de imágenes u objetos.

<sup>13</sup> *YOLOv3*: es la tercera generación del algoritmo *YOLO*.

## Endodoncia

Tras la revisión de 3 artículos, se ha podido observar que la IA también puede ser de gran utilidad a este nivel para conseguir realizar dicha actividad de la forma más correcta posible y aumentar así su tasa de éxito a largo plazo, ya que se han ido desarrollando varias técnicas importantes como la segmentación del conducto radicular mediante la utilización de una *CNN* con arquitectura *3D U-Net*<sup>14</sup> sobre una imagen de *CBCT* (42) o la detección de la exposición patológica de la pulpa mediante la utilización de *YOLOv5* sobre una radiografía periapical (43). Además, para casos donde la afección se pudiera llegar a extender más allá del ápice, causando nuevas patologías, también existen herramientas capaces de llevar a cabo su detección y clasificación, como muestran Ver Berne et al. (44) al conseguir un rendimiento diagnóstico fiable de dos *CNN* para quistes radiculares y granulomas periapicales, a partir de radiografías panorámicas.

## Periodoncia

Tras la revisión de 5 artículos, se ha podido contemplar la implementación de diversos sistemas orientados a mejorar el diagnóstico y la planificación individualizada del tratamiento periodontal. Como evidencia de ello, Deng et al. (45) documentaron el empleo de un modelo de *ML* (del inglés, *Machine Learning*)<sup>15</sup> que presenta una elevada precisión en el cribado del estado de salud del periodonto de los pacientes; Santamaria et al. (46) describieron la utilización de una *NN* (del inglés, *Neural Network*)<sup>16</sup> que presenta un buen rendimiento en la predicción y asignación de pronósticos (46); y tanto Lee et al. (47) como Jiang et al. (48) mostraron, respectivamente, como varias *CNN* son capaces de medir de forma precisa y confiable el nivel de hueso alveolar, así como de evaluar y estadificar de forma correcta su pérdida. Sin embargo, también cabe destacar que Tastan Eroglu et al. (49) exploraron el desempeño de *ChatGPT*<sup>17</sup> en la clasificación de la periodontitis y determinaron que esta nueva herramienta ofrece una capacidad operativa razonable en la realización de dicha tarea, dando lugar así a nuevas posibilidades para su integración en el apoyo clínico.

## Ortodoncia

Tras la revisión de 4 artículos, se ha podido observar cómo, en la actualidad, es posible conseguir la agilización de un elevado número de procesos ortodóncicos que, en condiciones convencionales, requieren de una considerable dedicación para realizarlos de forma precisa y eficaz, como la clasificación exitosa de fotografías faciales e intraorales (50), la detección precisa y robusta de los puntos de referencia cefalométricos (51) o la segmentación de los maxilares y de los dientes de forma detallada y simultánea (52), mediante el empleo de modelos basados en *DL* (del inglés, *Deep Learning*)<sup>18</sup>; así como mejorar la toma de decisiones en aquellos casos donde puede existir una cierta ambigüedad respecto a la conveniencia de llevar a cabo o no ciertas intervenciones clínicas que puedan resultar complejas o con múltiples factores a considerar, como la extracción de determinadas piezas dentarias (53), mediante la utilización de otros basados en *ML*.

<sup>14</sup> *3D U-Net*: es una variante tridimensional de la red neuronal *U-Net*.

<sup>15</sup> *ML*: en español se conoce como Aprendizaje Automático (AA) y se corresponde con una rama de la IA especializada en el desarrollo de algoritmos que permiten a las computadoras aprender de los datos y mejorar su rendimiento con la experiencia.

<sup>16</sup> *NN*: en español se conoce como Red Neuronal Artificial (RNA).

<sup>17</sup> *ChatGPT*: es un modelo de IA que entiende y genera texto en lenguaje natural para responder preguntas, conversar o ayudar a realizar tareas.

<sup>18</sup> *DL*: en español se conoce como Aprendizaje Profundo (AP) y se corresponde con una subárea del ML que utiliza redes neuronales artificiales con muchas capas para aprender, de forma automática, representaciones complejas de los datos.

### Prótesis

Tras la revisión de 3 artículos, se ha podido analizar el impacto de diferentes sistemas en el desarrollo de ciertas actividades, ya que Khurshid et al. (54) utilizaron la *CNN YOLOv8*<sup>19</sup> para facilitar la detección automatizada de afecciones relevantes y la clasificación de Kennedy, a partir de radiografías panorámicas; Mahrous et al. (55) la aplicación *AiDental*<sup>20</sup> para ayudar a la comprensión y al diseño de prótesis parciales removibles; y Lerner et al. (56) un modelo basado en *ML* para conseguir la restauración de implantes mediante la fabricación de coronas de zirconio monolítico, sobre pilares híbridos personalizados, con una elevada fiabilidad.

### Implantología

Tras la revisión de 4 artículos, se ha podido observar que dentro de la práctica implantológica se han ido desarrollando diferentes *CNN* capaces de ayudar al clínico no solo a conseguir una colocación de implantes segura y precisa, mediante la obtención de planificaciones prequirúrgicas de elevada aceptabilidad clínica (57) o de protocolos de fresado óptimos (58), a partir de imágenes de *CBCT* y de escaneados intraorales; si no también a poder realizar una correcta fase de mantenimiento, mediante la predicción y la detección fiables de la osteointegración (59) y de la periimplantitis (60), respectivamente, a partir de procedimientos de segmentación en radiografías panorámicas y periapicales; lo cual va a garantizar una mayor tasa de éxito a largo plazo y, sobre todo, a generar un mayor grado de satisfacción en los pacientes.

### Cirugía oral

Tras la revisión de 4 artículos, también se ha podido analizar el impacto de la IA dentro del ámbito quirúrgico, ya que Lin et al. (61) y Mun et al. (62) demostraron que las *CNN* pueden ayudar a llevar a cabo los tratamientos de una forma más segura mediante la realización de diferentes procesos con una precisión y una fiabilidad elevadas, como la segmentación del canal mandibular o la predicción de las indicaciones de extracción de dientes fracturados; mientras que Vaira et al. (63) y Sisman y Acar (64) documentaron como los *chatbots* conocidos como *ChatGPT*, *Bard Gemini Advanced*<sup>21</sup> y *Claude-instant*<sup>22</sup> fueron capaces de generar documentos de consentimiento informado quirúrgico de forma precisa, íntegra y de calidad, así como de apoyar a los profesionales en la toma de decisiones clínicas importantes.

### Implicaciones clínicas

Los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica tienen importantes implicaciones para la práctica clínica actual, ya que el análisis de la literatura evidencia que las tecnologías revisadas ofrecen un gran potencial para mejorar la precisión diagnóstica, optimizar los tiempos de tratamiento y favorecer una atención más personalizada. Sin embargo, su implementación en el entorno clínico todavía enfrenta algunas barreras, entre las que destacan el elevado coste de adquisición de ciertos dispositivos, la necesidad de formación específica por parte de los profesionales o la integración limitada con los sistemas digitales existentes en muchas clínicas. A pesar de estas dificultades, la progresiva digitalización de la Odontología y el creciente acceso a herramientas basadas en IA hacen cada vez más viable su incorporación en la práctica diaria, siempre que se acompañe de una adecuada planificación, actualización profesional y adaptación a las necesidades reales del paciente.

<sup>19</sup> *YOLOv8*: es la última generación del algoritmo *YOLO*.

<sup>20</sup> *AiDental*: es una aplicación diseñada para el análisis de radiografías dentales.

<sup>21</sup> *Bard Gemini Advanced*: es la versión más avanzada del asistente de IA de Google.

<sup>22</sup> *Claude-instant*: es una versión optimizada del modelo de lenguaje desarrollado por Anthropic.

### **Perspectivas futuras**

El creciente interés por la aplicación de la IA en Odontología ha propiciado su gran integración en numerosas especialidades, como la detección de caries, la endodoncia, la periodoncia y la ortodoncia; lo cual está permitiendo a los profesionales adquirir una comprensión más profunda y una interpretación precisa de numerosos aspectos clínicos, para simplificar el trabajo y así poder llevar a cabo tratamientos cada vez más rápidos, exactos y personalizados, que permitan mejorar los resultados finales y, sobre todo, la experiencia de los pacientes.

Sin embargo, esta tecnología ha experimentado un menor progreso en otras áreas, como es caso del ámbito protésico, a causa de la complejidad inherente que presentan los procedimientos a realizar dentro de este campo y, sobre todo, a la presencia de un elevado número de factores que dificultan la estandarización necesaria para el entrenamiento de los diversos sistemas inteligentes, como la escasez de bases de datos amplias y representativas o la limitada digitalización de ciertos procesos clínicos; lo cual lleva a la necesidad de proponer nuevas líneas de investigación que incluyan el desarrollo de estudios longitudinales, validaciones multicéntricas o nuevos modelos basados en IA, para poder superar estas barreras.

Asimismo, se requiere una mayor atención a los aspectos éticos y legales relacionados con el uso de estos sistemas, mediante la creación de una base científica sólida y multidisciplinar que permita mejorar la preparación de los profesionales y, a su vez, garantizar la implementación de los diferentes avances dentro de un marco que respete los principios de confidencialidad, seguridad y justicia, para conseguir un elevado número de beneficios tangibles y equitativos para los pacientes.

A pesar de todo ello, las perspectivas de futuro avanzan hacia una integración efectiva de la IA en la práctica diaria, mediante el desarrollo de nuevas herramientas adaptadas a las necesidades reales de los profesionales y el fomento de una formación específica durante sus etapas universitaria y profesional, de modo que puedan interpretar adecuadamente los datos generados por estos sistemas y, como consecuencia de ello, no solo conseguir la aplicación de sus resultados con criterio clínico y responsabilidad ética, sino también la reducción de los márgenes de error durante la realización de los diferentes procedimientos, para poder atender a la mayor demanda existente de los mismos, de la mejor manera posible.

### **Limitaciones**

Como en toda revisión bibliográfica, es importante reconocer que este trabajo presenta una serie de limitaciones, para poder contextualizar adecuadamente los resultados obtenidos.

Por un lado, existen aquellas inherentes a los estudios incluidos en la revisión, como las diferencias metodológicas existentes entre los artículos seleccionados, la variabilidad en los tamaños muestrales y, en algunos casos, la escasa calidad en la presentación de los datos; lo cual puede afectar la comparabilidad de los resultados y, por lo tanto, a la solidez de las conclusiones extraídas.

Por otro lado, el propio TFG presenta limitaciones asociadas al proceso de búsqueda y selección de la información, ya que el uso restringido de determinadas bases de datos puede haber condicionado el alcance del análisis, limitando el acceso a publicaciones potencialmente relevantes. Asimismo, se optó por incluir únicamente artículos publicados en determinados idiomas, principalmente inglés y español, lo que también pudo haber dejado fuera estudios valiosos redactados en otras lenguas. Además, se excluyeron ciertos tipos de publicaciones, como informes técnicos, literatura gris, tesis no publicadas o artículos sin revisión por pares, lo cual también pudo reducir la amplitud del enfoque, a pesar de estar metodológicamente justificado.

Debido a todo ello, estas limitaciones deben tenerse en cuenta, de forma conjunta, al interpretar los hallazgos del presente trabajo, ya que podrían influir tanto en la validez externa como en la generalización de los resultados.

## 7. Conclusiones

La implementación de la IA en el ámbito odontológico representa un cambio de paradigma que no solo afecta a las herramientas clínicas disponibles, sino también a la forma en que se diagnostican las patologías y se planifican y ejecutan los tratamientos. Es por ello, que a lo largo de esta revisión bibliográfica se ha evidenciado como, hoy en día, ya ofrece aportes significativos en áreas como el diagnóstico por imagen, la ortodoncia digital o la planificación quirúrgica, mejorando tanto la precisión como la eficiencia del profesional.

Sin embargo, más allá de sus aplicaciones actuales, la verdadera relevancia de esta tecnología radica en su potencial futuro. La constante evolución de los algoritmos, el perfeccionamiento de modelos de aprendizaje profundo y la expansión de las bases de datos clínicas alimentan un desarrollo acelerado que promete soluciones aún más precisas, personalizadas y accesibles; y permiten que la IA no se entienda como una herramienta aislada, sino como un componente estratégico en la evolución de la Odontología moderna.

No obstante, este rápido avance tecnológico también plantea un desafío crucial: la necesidad urgente de generar evidencia científica sólida, actualizada y de calidad, que evalúe la eficacia, la seguridad y la ética de su uso para garantizar su implementación de forma responsable y efectiva en la práctica clínica. Así, se hace imprescindible promover la realización de estudios longitudinales, ensayos clínicos y validaciones multicéntricas que respalden el uso de estas tecnologías bajo estándares científicos rigurosos.

Finalmente, la IA se presenta como una aliada clave tanto en el presente y como en el futuro de la Odontología, pero a su vez debe estar acompañada de un compromiso constante con la investigación, la actualización profesional y la regulación ética, para asegurar que sus beneficios se traduzcan en una mejora real de la atención odontológica.

## Referencias Bibliográficas

1. Ponce-Gallegos JC, Torres-Soto A, Quezada-Aguilera FS, Silva-Sprock A, Martínez-Flor EU, Casali A, et al. Inteligencia artificial. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn). 2014.
2. Barrera-Arrestegui L. Fundamentos históricos y filosóficos de la inteligencia artificial. *UCV-HACER*. Revista de Investigación y Cultura. 2012;1(1):87-92.
3. Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointest Endosc*. 2020;92(4):807–12.
4. Barzallo S, Barzallo P. La inteligencia artificial en medicina. *ATN*. 25 de enero de 2020;21(2):81-4.
5. Speight PM, Elliott AE, Jullien JA, Downer MC, Zakzrewska JM. The use of artificial intelligence to identify people at risk of oral cancer and precancer. *Br Dent J*. 1995;179(10):382–7.
6. Kim EY, Lim KO, Rhee HS. Predictive modeling of dental pain using neural network. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2009;146:745–6.
7. Käkilehto T, Salo S, Larmas M. Data mining of clinical oral health documents for analysis of the longevity of different restorative materials in Finland. *Int J Med Inform*. 2009;78(12):e68-74.
8. Susic I, Travar M, Susic M. The application of CAD / CAM technology in Dentistry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017;200:012020.
9. Saghiri MA, Asgar K, Boukani KK, Lotfi M, Aghili H, Delvarani A, et al. A new approach for locating the minor apical foramen using an artificial neural network: Artificial neural network in dentistry. *Int Endod J*. 2012;45(3):257–65.
10. Devito KL, de Souza Barbosa F, Felipe Filho WN. An artificial multilayer perceptron neural network for diagnosis of proximal dental caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(6):879–84.
11. Tandon D, Rajawat J. Present and future of artificial intelligence in dentistry. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2020;10(4):391–6.
12. Ali M, Irfan M, Ali T, Wei CR, Akilimali A. Artificial intelligence in dental radiology: a narrative review. *Ann Med Surg (Lond)*. 2025;87(4):2212–7.
13. Luke AM, Rezallah NNF. Accuracy of artificial intelligence in caries detection: a systematic review and meta-analysis. *Head Face Med*. 2025;21(1):24.
14. Mugri MH. Accuracy of artificial intelligence models in detecting Peri-implant bone loss: A systematic review. *Diagnostics (Basel)*. 2025;15(6):655.
15. Cacñahuaray-Martínez G, Gómez-Meza D, Lamas-Lara V, Guerrero ME. Aplicación de la inteligencia artificial en Odontología: Revisión de la literatura. *Odontol Sanmarquina*. 2021;24(3):243–53.
16. Molina WPC, Caisaguano JWR, Núñez MAR. Utilidad de la tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales. *Medisur*. 2023;21(6):1305–11.

17. Cedeño Sánchez LV, Lainez Aráuz SM, Escudero Doltz WS, Flor Chávez MC. Integración de la inteligencia artificial en el diagnóstico y tratamiento dental. *RECIAMUC*. 2023;7(4):37–46.
18. Brunetto JL, Adriazola Ique MM, Melo Neto CL de M, Sachi VP, Dos Santos DM, Goiato MC. Intraoral and extraoral scanning technologies in the digital workflow era: An integrative review with artificial intelligence. *Odovtos - Int J Dent Sci*. 2024;166–74.
19. Pupong K, Hunsrisakhun J, Pithpornchaiyakul S, Naorungroj S. Development of chatbot-based oral health care for young children and evaluation of its effectiveness, usability, and acceptability: Mixed methods study. *JMIR Pediatr Parent*. 2025;8:e62738.
20. Bravo Calderón ME, Abril Pesantez DA, Padilla Viñanzaca EP, Peralta Quezada JD, Piedra Arpi TB. Inteligencia artificial en Odontología: Impacto y perspectivas en la gestión de clínicas dentales, una revisión de la literatura. *Res Soc Dev*. 2024;13(7):e10713746434.
21. Saravia-Rojas MÁ, Geng-Vivanco R. ChatGPT e inteligencia artificial para la educación universitaria y su impacto en la odontología: retos y oportunidades. *Rev Estomatol Hered*. 2023;33(4):377–9.
22. Romero Méndez BR. La inteligencia artificial en ayuda a la investigación odontológica. Una revisión bibliográfica-informática. *Rev ADM*. 2024;81(6):321–4.
23. Uribe S. Futuro de la inteligencia artificial en Odontología. *Odontol Sanmarquina*. 2021;24(3):305–7.
24. Gao S, Wang X, Xia Z, Zhang H, Yu J, Yang F. Artificial intelligence in dentistry: A narrative review of diagnostic and therapeutic applications. *Med Sci Monit*. 2025;31:e946676.
25. Li Y, Inamochi Y, Wang Z, Fueki K. Clinical application of robots in dentistry: A scoping review. *J Prosthodont Res*. 2024;68(2):193–205.
26. Bahrami R, Pourhajibagher M, Nikparto N, Bahador A. Robot-assisted dental implant surgery procedure: A literature review. *J Dent Sci*. 2024;19(3):1359–68.
27. Riofrio Idrobo JF, Castro Espinoza EC, Ramón Villa DS, Sigüencia Cruz V del R. Uso de la tecnología en la Odontología y Bioética: Implicaciones éticas y avances tecnológicos. *Res Soc Dev*. 2025;14(2):e9814248311.
28. Tasayco-Torbisco GL, Condor Camara DF. Teledentistry: A concept in need of clarification. A literature review. *Rev Estomatol Hered*. 2023;33(2):138–53.
29. Endara Abbott ML, Carrasco Cachinelli CG, Valle Villamarín ML, Montecé Ochoa ER. Teleodontología: innovaciones en la atención odontológica remota y sus implicaciones. Anál comport las líneas crédito través corp financ nac su aporte al desarro las PYMES Guayaquil 2011-2015. 2024;8(2):185–92.
30. Morón-Araújo M. La Teleodontología una Herramienta Fundamental en Tiempos de Pandemia y post COVID -19, su Utilidad en las Diferentes Especialidades Odontológicas. *Int J Odontostomatol*. 2021;15(1):43–50.

31. Putra RH, Astuti ER, Putri DK, Widiastri M, Laksanti PAM, Majidah H, et al. Automated permanent tooth detection and numbering on panoramic radiograph using a deep learning approach. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2024;137(5):537–44.
32. Kokomoto K, Kariya R, Muranaka A, Okawa R, Nakano K, Nozaki K. Automatic dental age calculation from panoramic radiographs using deep learning: a two-stage approach with object detection and image classification. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):143.
33. Zhu J, Chen Z, Zhao J, Yu Y, Li X, Shi K, et al. Artificial intelligence in the diagnosis of dental diseases on panoramic radiographs: a preliminary study. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):358.
34. Liyanage V, Tao M, Park JS, Wang KN, Azimi S. Malignant and non-malignant oral lesions classification and diagnosis with deep neural networks. *J Dent.* 2023;137(104657):104657.
35. Vinayahalingam S, Berends B, Baan F, Moin DA, van Luijn R, Bergé S, et al. Deep learning for automated segmentation of the temporomandibular joint. *J Dent.* 2023;132(104475):104475.
36. Grigoriadis A, Saadi SB, Munirji L, Jacobs R. Development and validation of an AI-driven tool to evaluate chewing function: a proof of concept. *J Dent.* 2025;153:105525.
37. You W, Hao A, Li S, Wang Y, Xia B. Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: a comparison with clinical assessments. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):141.
38. Kühnisch J, Meyer O, Hesenius M, Hickel R, Gruhn V. Caries detection on intraoral images using artificial intelligence. *J Dent Res.* 2022;101(2):158–65.
39. Zhang J-W, Fan J, Zhao F-B, Ma B, Shen X-Q, Geng Y-M. Diagnostic accuracy of artificial intelligence-assisted caries detection: a clinical evaluation. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):1095.
40. Schwendicke F, Cejudo Grano de Oro J, Garcia Cantu A, Meyer-Lueckel H, Chaurasia A, Krois J. Artificial intelligence for caries detection: Value of data and information. *J Dent Res.* 2022;101(11):1350–6.
41. Bayraktar Y, Ayan E. Diagnosis of interproximal caries lesions with deep convolutional neural network in digital bitewing radiographs. *Clin Oral Investig.* 2022;26(1):623–32.
42. Santos-Junior AO, Fontenele RC, Neves FS, Tanomaru-Filho M, Jacobs R. A novel artificial intelligence-powered tool for automated root canal segmentation in single-rooted teeth on cone-beam computed tomography. *Int Endod J.* 2025;58(4):658–71.
43. Altukroni A, Alsaedi A, Gonzalez-Losada C, Lee JH, Alabudh M, Mirah M, et al. Detection of the pathological exposure of pulp using an artificial intelligence tool: a multicentric study over periapical radiographs. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):553.
44. Ver Berne J, Saadi SB, Politis C, Jacobs R. A deep learning approach for radiological detection and classification of radicular cysts and periapical granulomas. *J Dent.* 2023;135(104581):104581.

45. Deng K, Zonta F, Yang H, Pelekos G, Tonetti MS. Development of a machine learning multiclass screening tool for periodontal health status based on non-clinical parameters and salivary biomarkers. *J Clin Periodontol.* 2024;51(12):1547–60.
46. Santamaria P, Troiano G, Serroni M, Araújo TG, Ravidà A, Nibali L. Exploring the accuracy of tooth loss prediction between a clinical periodontal prognostic system and a machine learning prognostic model. *J Clin Periodontol.* 2024;51(10):1333–41.
47. Lee C-T, Kabir T, Nelson J, Sheng S, Meng H-W, Van Dyke TE, et al. Use of the deep learning approach to measure alveolar bone level. *J Clin Periodontol.* 2022;49(3):260–9.
48. Jiang L, Chen D, Cao Z, Wu F, Zhu H, Zhu F. A two-stage deep learning architecture for radiographic staging of periodontal bone loss. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):106.
49. Tastan Eroglu Z, Babayigit O, Ozkan Sen D, Ucan Yarkac F. Performance of ChatGPT in classifying periodontitis according to the 2018 classification of periodontal diseases. *Clin Oral Investig.* 2024;28(7):407.
50. Ryu J, Lee Y-S, Mo S-P, Lim K, Jung S-K, Kim T-W. Application of deep learning artificial intelligence technique to the classification of clinical orthodontic photos. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):454.
51. Weingart JV, Schlager S, Metzger MC, Brandenburg LS, Hein A, Schmelzeisen R, et al. Automated detection of cephalometric landmarks using deep neural patchworks. *Dentomaxillofac Radiol.* 2023;52(6):20230059.
52. Wang H, Minnema J, Batenburg KJ, Forouzanfar T, Hu FJ, Wu G. Multiclass CBCT image segmentation for orthodontics with deep learning. *J Dent Res.* 2021;100(9):943–9.
53. Köktürk B, Pamukçu H, Gözüaçık Ö. Evaluation of different machine learning algorithms for extraction decision in orthodontic treatment. *Orthod Craniofac Res.* 2024;27 Suppl 2:13–24.
54. Khurshid Z, Waqas M, Hasan S, Kazmi S, Faheemuddin M. Deep learning architecture to infer Kennedy classification of partially edentulous arches using object detection techniques and piecewise annotations. *Int Dent J.* 2025;75(1):223–35.
55. Mahrous A, Botsko DL, Elgreatly A, Tsujimoto A, Qian F, Schneider GB. The use of artificial intelligence and game-based learning in removable partial denture design: A comparative study. *J Dent Educ.* 2023;87(8):1188–99.
56. Lerner H, Mouhyi J, Admakin O, Mangano F. Artificial intelligence in fixed implant prosthodontics: a retrospective study of 106 implant-supported monolithic zirconia crowns inserted in the posterior jaws of 90 patients. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):80.
57. Elgarba BM, Fontenele RC, Mangano F, Jacobs R. Novel AI-based automated virtual implant placement: Artificial versus human intelligence. *J Dent.* 2024;147(105146):105146.
58. Sakai T, Li H, Shimada T, Kita S, Iida M, Lee C, et al. Development of artificial intelligence model for supporting implant drilling protocol decision making. *J Prosthodont Res.* 2023;67(3):360–5.

59. Oh S, Kim YJ, Kim J, Jung JH, Lim HJ, Kim BC, et al. Deep learning-based prediction of osseointegration for dental implant using plain radiography. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):208.
60. Kibcak E, Buhara O, Temelci A, Akkaya N, Ünsal G, Minervini G. Deep learning-driven segmentation of dental implants and Peri-implantitis detection in orthopantomographs: A novel diagnostic tool. *J Evid Based Dent Pract*. 2025;25(1):102058.
61. Lin X, Xin W, Huang J, Jing Y, Liu P, Han J, et al. Accurate mandibular canal segmentation of dental CBCT using a two-stage 3D-UNet based segmentation framework. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):551.
62. Mun SB, Kim J, Kim YJ, Seo M-S, Kim BC, Kim KG. Deep learning-based prediction of indication for cracked tooth extraction using panoramic radiography. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):952.
63. Vaira LA, Lechien JR, Maniaci A, Tanda G, Abbate V, Allevi F, et al. Evaluating AI-Generated informed consent documents in oral surgery: A comparative study of ChatGPT-4, Bard gemini advanced, and human-written consents. *J Craniomaxillofac Surg*. 2025;53(1):18–23.
64. Şişman AÇ, Acar AH. Artificial intelligence-based chatbot assistance in clinical decision-making for medically complex patients in oral surgery: a comparative study. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):351.