



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ROBÓTICA
EN LA ODONTOLOGÍA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Borja Oleas, Mateo Gabriel

Tutor:

Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Mateo Gabriel Borja Oleas, con cédula de ciudadanía 0604321760, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Aplicación de la inteligencia artificial y robótica en la odontología: Revisión bibliográfica, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 25 días del mes de noviembre de 2024.



Mateo Gabriel Borja Oleas

C.I: 0604321760

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Xavier Guillermo Salazar Martínez catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Aplicación de la inteligencia artificial y robótica en la odontología: Revisión bibliográfica, bajo la autoría de Mateo Gabriel Borja Oleas; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 22 días del mes de noviembre de 2024



Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez

C.I: 0603009101

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "Aplicación de la inteligencia artificial y robótica en la odontología: Revisión bibliográfica", presentado por Mateo Gabriel Borja Oleas, con cédula de identidad número 0604321760, bajo la tutoría del Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Mauro Ramiro Costales Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **BORJA OLEAS MATEO GABRIEL** con CC: **0604321760**, estudiante de la Carrera de **Odontología**, Facultad de Ciencias de la Salud; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Aplicación de la Inteligencia artificial y robótica en la odontología: Revisión bibliográfica**", cumple con el **4 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Turnitin**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 11 de noviembre de 2024

Dr. Xavier Salazar
TUTOR(A)

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, por ser mi fuente inagotable de inspiración y apoyo a lo largo de este viaje. Su sacrificio, paciencia y sabiduría me han dado la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas.

A mis hermanos, por estar siempre a mi lado, compartiendo alegrías y desafíos. Gracias por creer en mí y por ser un ejemplo de perseverancia y cariño.

A mis familiares, quienes han sido un pilar importante en mi vida, brindándome su aliento y motivación en cada paso del camino.

A mis amigos, por su compañía, por los momentos compartidos de risas y por ayudarme a mantener el equilibrio en los momentos más difíciles. Gracias por estar siempre ahí, en lo bueno y en lo malo.

Y a mis profesores, por su guía y enseñanzas, por haberme transmitido su pasión por el conocimiento, y por haberme desafiado a crecer tanto académica como personalmente. Sus consejos y apoyo han sido fundamentales en este logro.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor académico, el Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez, por ser un faro de guía y apoyo durante todo este proceso. Su paciencia, confianza y vasto conocimiento fueron fundamentales para la realización de este trabajo. A la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarme la oportunidad de formar parte de esta distinguida institución, donde he vivido experiencias enriquecedoras que quedarán en mi memoria para siempre. A todos mis profesores, quienes compartieron conmigo su sabiduría y me ayudaron a crecer, tanto en lo académico como en lo personal, permitiéndome enfrentar con éxito los desafíos de esta etapa universitaria.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	144
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 La inteligencia artificial	17
2.2 La robótica	17
2.3 Odontología digital y robótica	18
2.3.1 Diagnóstico asistido por inteligencia artificial (IA) en odontología.....	19
2.3.2 Prevención de enfermedades orales mediante IA	19
2.3.3 Sistemas CAD/CAM en odontología digital.....	20
2.3.4 Aplicación de robótica en procedimientos quirúrgicos dentales.....	20
2.3.5 Interacción paciente-sistema a través de la odontología digital.....	21
2.3.6 Impresión 3D en odontología digital.....	21
2.3.7 Realidad aumentada y virtual en la educación dental	22
2.3.8 Telesalud y teleodontología	22
2.3.9 Bioimpresión y regeneración de tejidos dentales	23
2.3.10 Optimización de flujos de trabajo clínicos mediante inteligencia artificial ..	23
2.3.11 Dentronics: robótica e inteligencia artificial en odontología.....	24
2.4 La IA en diferentes campos de la odontología.....	24

2.4.1	Diagnóstico en Odontología con IA.....	25
2.4.2	IA en Ortodoncia.....	26
2.4.3	Periodoncia y la IA.....	26
2.4.4	IA en el diseño digital de prótesis dentales.....	27
2.4.5	IA y Robótica en cirugía dental.....	28
3.	CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	30
3.1	Tipo de investigación.....	30
3.2	Formulación de la pregunta PICO.....	30
3.3	Establecimiento de criterios de selección para limitar la búsqueda:.....	31
3.3.1	Criterios de inclusión:.....	31
3.3.2	Criterios de exclusión:.....	31
3.4	Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales.....	31
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1	Resultados.....	35
4.2	Discusión.....	50
4.2.1	Inteligencia Artificial en la Colocación de Implantes Dentales.....	50
4.2.2	Diagnóstico y Detección de Patologías Dentales.....	51
4.2.3	Fabricación y Personalización de Prótesis Dentales.....	51
4.2.4	Avances en la Imagenología Dental: CBCT y Radiografías Panorámicas.....	52
4.2.5	Robótica en Cirugía Maxilofacial y Tratamientos Complejos.....	52
4.2.6	Desafíos y Limitaciones de la IA en Odontología.....	53
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	55
5.1	Conclusiones.....	55
5.2	Recomendaciones.....	57
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicaciones de la IA	28
Tabla 2. Pregunta PICO.....	31
Tabla 3. Dimensión 1: Determinar las herramientas digitales utilizadas en el diagnóstico odontológico	35
Tabla 4. Dimensión 2: Delimitar la aplicación de la inteligencia artificial y la robótica en tratamientos odontológicos.....	40
Tabla 5. Dimensión 3: Evaluar la efectividad y precisión de la inteligencia artificial en procedimientos odontológicos específicos	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de búsqueda de las diferentes bases de datos	33
Figura 2. Diagrama de flujo del método PRISMA.....	34

RESUMEN

Este trabajo explora la aplicación de la inteligencia artificial (IA) y la robótica en la odontología mediante una revisión bibliográfica. A través de un análisis sistemático basado en PRISMA, se seleccionaron estudios de bases de datos como PubMed, ProQuest, Scopus y Redalyc, cubriendo el periodo de 2019 a 2024. La investigación abarca el uso de IA en el diagnóstico, planificación y tratamiento de patologías odontológicas, destacando la precisión que estas tecnologías ofrecen en procedimientos como la colocación de implantes, el diseño de prótesis, y la detección temprana de enfermedades. Además, se explora el impacto de herramientas digitales en la personalización de tratamientos y en la optimización de flujos de trabajo clínicos, lo que mejora la experiencia del paciente. Los resultados indican que la integración de IA y robótica no solo optimiza la precisión diagnóstica, sino que también reduce los tiempos de recuperación y los errores humanos en procedimientos complejos. A pesar de sus beneficios, su implementación plantea desafíos éticos y legales, especialmente en cuanto a la privacidad y responsabilidad en salud.

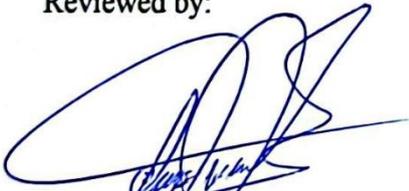
Palabras clave: Odontología, inteligencia artificial, robótica, diagnóstico digital, precisión clínica

ABSTRACT

This work explores the application of artificial intelligence (AI) and robotics in dentistry through a literature review. Studies were selected through a systematic analysis based on PRISMA from databases such as PubMed, ProQuest, Scopus, and Redalyc, covering the period from 2019 to 2024. The research covers the use of AI in diagnosing, planning, and treating dental pathologies, highlighting the precision these technologies offer in procedures such as the placement of implants, the design of prostheses, and the early detection of diseases. Additionally, the impact of digital tools on the personalization of treatments and the optimization of clinical workflows is explored, which improves the patient experience. The results indicate that integrating AI and robotics optimizes diagnostic accuracy and reduces recovery times and human errors in complex procedures. Despite its benefits, its implementation poses ethical and legal challenges, especially regarding privacy and health responsibility.

Keywords: Dentistry, artificial intelligence, robotics, digital diagnosis, clinical precision

Reviewed by:



PhD. Denny's Vladimir Tenelanda López
PROFESSOR OF EFL
I.D. 0603342189

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

En las últimas décadas, el empleo de la inteligencia artificial (IA) y la robótica ha transformado de manera significativa diversos ámbitos, incluyendo la medicina y, específicamente, la odontología. Estas innovaciones tecnológicas han abierto nuevas posibilidades para optimizar la precisión diagnóstica, mejorar la eficacia de los procedimientos clínicos y proporcionar una atención al paciente más personalizada y adaptada a sus necesidades específicas. (1)

La inteligencia artificial se puede definir como el desarrollo de sistemas y algoritmos que simulan la inteligencia humana, permitiendo el aprendizaje automático, el razonamiento lógico, la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones basadas en datos. (2) En odontología, la IA ha encontrado aplicaciones en áreas como el diagnóstico por imágenes, la planificación precisa de tratamientos y el diseño digital de prótesis dentales mediante tecnologías como CAD/CAM. (3)

Por otro lado, la robótica dental se refiere a la incorporación de sistemas automatizados para llevar a cabo procedimientos clínicos con mayor control y precisión. Existen robots dentales que operan bajo la supervisión de un cirujano, así como aquellos que actúan de manera semi-autónoma siguiendo parámetros programados. Un ejemplo destacado de la robótica en odontología es la cirugía robótica asistida, la cual permite la ejecución de procedimientos quirúrgicos con mayor exactitud y minimiza el riesgo de errores humanos, reduciendo así complicaciones postoperatorias. (4)

La atención deficiente en salud humana constituye un desafío global que impacta a millones de personas en todo el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cerca del 50% de la población mundial carece de acceso a servicios básicos de atención médica, lo que contribuye a elevadas tasas de mortalidad y morbilidad que podrían prevenirse. Esta situación también acentúa las desigualdades en salud entre países desarrollados y en vías de desarrollo. (5) La falta de acceso a cuidados de salud básicos no solo afecta el bienestar físico, sino que también limita las oportunidades de desarrollo social y económico en las regiones más afectadas.

En América Latina, la deficiente atención en salud sigue siendo un problema estructural que incide negativamente en la calidad de vida de la población. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) señala que muchas naciones latinoamericanas enfrentan importantes barreras para proporcionar una atención médica integral y equitativa. Estas barreras incluyen limitaciones en la infraestructura sanitaria, carencias en el financiamiento público y una marcada escasez de personal médico capacitado. Como resultado, persisten altas cargas de enfermedades prevenibles y tratables, lo que genera disparidades notables en los indicadores de salud entre diferentes grupos sociales y regiones geográficas, exacerbando las inequidades en salud. (6)

En Ecuador, la situación es igualmente preocupante. Los datos del Ministerio de Salud Pública de Ecuador indican que el país enfrenta importantes desafíos en cuanto a la accesibilidad y calidad de los servicios de salud. Entre los principales obstáculos se encuentran la insuficiente infraestructura sanitaria, la escasez de personal médico especializado y la falta de recursos financieros adecuados. Estas limitaciones se reflejan en el incremento de enfermedades prevenibles, muchas de las cuales podrían ser tratadas de manera efectiva con mejores recursos y acceso a atención oportuna. Además, existen importantes inequidades en el acceso a servicios sanitarios, especialmente entre las zonas urbanas y rurales, lo que perpetúa las desigualdades en salud dentro del país. (7)

La sinergia entre la inteligencia artificial y la robótica en el campo de la odontología tiene el potencial de revolucionar la práctica clínica al mejorar la precisión en los diagnósticos, hacer más seguros y eficientes los procedimientos quirúrgicos, y ofrecer una atención más personalizada. No obstante, la integración de estas tecnologías presenta retos significativos en términos éticos y legales, particularmente en lo relacionado con la privacidad y el manejo de datos, la toma de decisiones autónomas y la responsabilidad clínica del profesional de salud. (2) Por esta razón, es esencial una revisión exhaustiva de la literatura que explore en detalle las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial y la robótica en odontología.

Este proyecto despierta un considerable interés y expectativas tanto entre los profesionales del sector como entre los pacientes. Los avances tecnológicos están transformando profundamente todas las áreas de la medicina y la odontología, sin excepciones. La incorporación de sistemas automatizados que optimicen la calidad de la atención clínica

resulta altamente atractiva para ambos grupos. Además, se observa una creciente demanda por parte de los pacientes en la búsqueda de tratamientos innovadores y eficientes que ofrezcan resultados clínicos óptimos. (8)

El presente trabajo de revisión bibliográfica es viable tanto desde el punto de vista temporal como económico. En cuanto a la viabilidad económica, se justifica en la utilización de recursos informáticos accesibles y de bajo costo para el investigador. Asimismo, en términos temporales, la investigación se llevará a cabo dentro del plazo establecido durante el semestre académico, lo que asegura su factibilidad sin prolongar excesivamente la duración del estudio.

El análisis se centrará en las técnicas utilizadas, las áreas de aplicación clave, las ventajas y limitaciones inherentes a su implementación, así como en los desafíos éticos y legales asociados. Además, se discutirán las tendencias futuras y los campos emergentes de investigación. La relevancia de esta investigación radica en la necesidad de comprender el impacto de estas tecnologías en la prestación de servicios dentales y su capacidad para mejorar los resultados en la salud bucal a largo plazo. El objetivo de este estudio será identificar la aplicación de la inteligencia artificial y la robótica en la odontología mediante una revisión sistemática de artículos científicos para establecer la importancia del uso de nuevas tecnologías en los diferentes procedimientos odontológicos.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 La inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) no tiene una definición única y aceptada de forma universal. No obstante, se concibe como una disciplina dentro de la informática cuyo propósito es crear máquinas y sistemas capaces de ejecutar tareas que, típicamente, requieren de inteligencia humana. En este ámbito, tanto el aprendizaje automático como el aprendizaje profundo constituyen dos subdisciplinas esenciales. Especialmente, el aprendizaje profundo, que se basa en redes neuronales artificiales, ha ganado mayor relevancia en los últimos años, impulsado por nuevas técnicas y avances en el equipamiento computacional. Como resultado, ha llegado a ser casi sinónimo de aprendizaje automático supervisado. (9)

En los últimos tiempos, la IA se ha consolidado como una herramienta fundamental para la optimización de procesos y la gestión eficiente de la información en diversos sectores. Se describe como una tecnología capaz de ejecutar tareas complejas con el objetivo de simular el razonamiento humano, lo que facilita la toma de decisiones bien fundamentadas. Sus aplicaciones van desde la automatización de servicios de atención al cliente, mediante el uso de chatbots y asistentes virtuales, hasta la implementación de sistemas avanzados de seguridad, tales como la detección de ciberataques y la identificación biométrica. Además, en el contexto de la vigilancia, la IA permite el desarrollo de sistemas de monitoreo inteligentes, capaces de procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, contribuyendo significativamente a la mejora de la seguridad tanto pública como privada. (10)

2.2 La robótica

La robótica, como una rama especializada dentro de la inteligencia artificial, se centra en el desarrollo y estudio de máquinas capaces de imitar actividades humanas mediante procesos automatizados y programables. Esta disciplina combina tanto software como hardware, con el fin de crear sistemas que no solo realicen tareas mecánicas, sino que también interactúen de manera autónoma con su entorno, tomando decisiones a partir del análisis de datos en tiempo real. (9,11)

La robótica se define como una herramienta que fusiona la interconectividad, la interacción cognitiva y la capacidad física, lo que permite a los robots percibir su entorno, razonar sobre situaciones cambiantes, y planificar y ejecutar acciones de manera controlada, sin la

necesidad de intervención humana directa. Un robot puede variar desde un software hasta una entidad física con forma humanoide, siempre que cumpla con el principio de autonomía en la ejecución de sus tareas. (11)

En la actualidad, la robótica ha logrado un avance considerable, aplicándose en diversas industrias, como la manufactura, la medicina y la exploración espacial. En el ámbito manufacturero, los robots contribuyen a mejorar la eficiencia y precisión en las líneas de producción, disminuyendo los errores humanos. En el sector médico, los robots quirúrgicos asistidos, como el sistema Da Vinci, permiten realizar procedimientos complejos con gran precisión y un margen mínimo de error, lo que mejora significativamente los resultados clínicos para los pacientes. Además, la robótica cognitiva ha evolucionado dentro del campo de la inteligencia artificial aplicada, incorporando técnicas de aprendizaje automático que permiten a los robots adaptarse a nuevas y complejas tareas, incrementando su autonomía y utilidad en múltiples áreas del conocimiento humano. (12)

2.3 Odontología digital y robótica

La odontología digital y la robótica han desempeñado un rol fundamental no solo en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades de la cavidad bucal, sino también en su prevención. Gracias a la inteligencia artificial (IA), se han desarrollado sistemas avanzados capaces de analizar los hábitos alimenticios y de higiene dental de los pacientes, proporcionando estimaciones precisas sobre el riesgo de desarrollar afecciones bucales. (13) Estos sistemas automatizados no solo anticipan posibles riesgos, sino que también pueden recordar a los pacientes cuándo deben realizar sus revisiones periódicas, además de enviar recordatorios para fomentar prácticas de higiene adecuadas, como el cepillado, el uso de hilo dental o de limpiadores interdentales, promoviendo así una prevención activa de las enfermedades bucodentales. (14)

El progreso en el uso de IA y robótica en la odontología ha sido notable en los últimos años, introduciendo soluciones como los sistemas CAD/CAM, que permiten el diseño y la fabricación de prótesis dentales con gran precisión. Adicionalmente, la IA se utiliza en el diagnóstico asistido por imágenes, facilitando la detección temprana de caries y enfermedades periodontales a través del análisis de radiografías y tomografías computarizadas. Estos avances no solo optimizan los procesos de diagnóstico, sino que

también aumentan la eficacia de los tratamientos y permiten una atención más personalizada. Asimismo, la integración de la robótica en procedimientos quirúrgicos odontológicos mejora la precisión, minimizando el margen de error y elevando la calidad de los resultados clínicos. (8,15)

2.3.1 Diagnóstico asistido por inteligencia artificial (IA) en odontología

La inteligencia artificial ha transformado el diagnóstico en odontología al proporcionar herramientas avanzadas que permiten identificar enfermedades bucales con mayor precisión y eficiencia. Una de las aplicaciones más relevantes es el uso de algoritmos de aprendizaje profundo para analizar radiografías y tomografías. Estos sistemas tienen la capacidad de detectar caries, enfermedades periodontales y otras patologías con un nivel de exactitud que supera la observación humana. Los estudios han demostrado que la IA puede reducir significativamente el margen de error en los diagnósticos, lo que permite ofrecer tratamientos más oportunos y efectivos para los pacientes. (14)

Asimismo, la IA está facilitando la identificación temprana de afecciones bucales que podrían pasar desapercibidas en sus fases iniciales, como el cáncer oral. Los algoritmos de reconocimiento de patrones analizan imágenes en profundidad, resaltando áreas sospechosas que necesitan una evaluación adicional por parte del profesional. Esta tecnología no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que también optimiza el tiempo del odontólogo al automatizar la revisión de imágenes, permitiendo una atención más rápida y enfocada en la salud integral del paciente. (16)

2.3.2 Prevención de enfermedades orales mediante IA

La prevención es un pilar fundamental en odontología, y la IA ha comenzado a desempeñar un papel destacado en esta área. Los sistemas basados en IA pueden monitorear los hábitos alimenticios y de higiene dental de los pacientes, con el fin de evaluar el riesgo de desarrollar enfermedades orales como la caries y la periodontitis. Estos sistemas recopilan datos de diversas fuentes, incluyendo registros alimenticios y dispositivos de monitoreo de salud, para crear un perfil personalizado del paciente. A partir de ese perfil, el sistema sugiere cambios en los hábitos alimenticios y de higiene para reducir el riesgo de futuras enfermedades. (2,13)

Además, los sistemas de IA pueden enviar recordatorios automáticos a los pacientes para que mantengan una adecuada higiene bucal. Por ejemplo, las aplicaciones móviles con IA

recuerdan a los pacientes cuándo deben cepillarse los dientes o usar hilo dental. Estos sistemas también pueden recomendar productos específicos basados en el historial del paciente y sus necesidades particulares, mejorando así la prevención. Este enfoque no solo optimiza la salud bucal, sino que también reduce la necesidad de procedimientos invasivos en el futuro. (10,14)

2.3.3 Sistemas CAD/CAM en odontología digital

Los sistemas CAD/CAM han revolucionado la odontología digital, permitiendo el diseño y fabricación asistidos por computadora de prótesis dentales con un nivel de precisión sin precedentes. Estas tecnologías brindan a los odontólogos la capacidad de crear restauraciones personalizadas, como coronas y puentes, de manera más rápida y precisa que los métodos convencionales. El uso del proceso CAD/CAM disminuye el tiempo de tratamiento para los pacientes y mejora la calidad de las prótesis, ya que se ajustan con mayor exactitud a la anatomía dental del paciente. (17)

La integración de los sistemas CAD/CAM también ha permitido que los odontólogos colaboren de manera más eficiente con los técnicos de laboratorio. Las imágenes digitales se pueden enviar fácilmente entre la clínica dental y el laboratorio, lo que facilita la creación de prótesis y reduce los errores humanos. Este proceso incrementa la eficiencia en las clínicas dentales y aumenta la satisfacción del paciente al acortar el tiempo necesario para completar tratamientos dentales complejos. (18)

2.3.4 Aplicación de robótica en procedimientos quirúrgicos dentales

La robótica ha comenzado a desempeñar un papel fundamental en la cirugía dental, permitiendo a los odontólogos realizar procedimientos complejos con mayor precisión y un margen de error reducido. Los robots quirúrgicos, como el sistema Da Vinci, han mostrado ser altamente efectivos en la colocación de implantes dentales y en procedimientos de cirugía maxilofacial. Estos sistemas permiten a los cirujanos controlar con precisión los movimientos del robot, lo que minimiza el trauma en los tejidos y acelera el proceso de cicatrización postoperatoria. (19)

El desarrollo de la robótica dental no solo incrementa la precisión, sino que también facilita una mejor planificación preoperatoria mediante el uso de simulaciones tridimensionales. Los robots pueden crear modelos detallados de la anatomía bucal del paciente, optimizando tanto

la colocación de implantes como los tratamientos quirúrgicos. A medida que estas tecnologías se integran en las prácticas odontológicas, es probable que la robótica desempeñe un papel aún más relevante en el futuro de la cirugía dental, mejorando tanto los resultados clínicos como la experiencia del paciente. (16)

2.3.5 Interacción paciente-sistema a través de la odontología digital

La digitalización de la odontología ha facilitado una interacción más dinámica entre los pacientes y los sistemas de salud dental. Las aplicaciones móviles y plataformas digitales permiten a los pacientes gestionar sus citas, acceder a su historial médico y recibir recomendaciones personalizadas de manera rápida y eficiente. Además, los sistemas basados en IA pueden monitorizar continuamente la salud bucal de los pacientes, emitiendo alertas tempranas sobre posibles problemas, lo que refuerza la prevención y la detección precoz de enfermedades. (20)

Estas innovaciones también han mejorado la comunicación entre los pacientes y los profesionales de la salud dental. Asistentes virtuales impulsados por IA permiten a los pacientes obtener respuestas inmediatas a sus dudas sobre el cuidado bucal. Este tipo de interacción fortalece la adherencia a los tratamientos y mejora los resultados a largo plazo. La odontología digital, con el apoyo de la IA, no solo incrementa la eficiencia de las clínicas dentales, sino que también personaliza y optimiza la experiencia del paciente, haciéndola más accesible. (21)

2.3.6 Impresión 3D en odontología digital

La impresión 3D se ha consolidado como una herramienta clave en la odontología digital, utilizada para la fabricación de prótesis dentales, alineadores y guías quirúrgicas. Esta tecnología permite la producción rápida y precisa de restauraciones dentales personalizadas, mejorando la eficiencia del tratamiento. Además, la impresión 3D facilita la planificación quirúrgica mediante la creación de modelos anatómicos realistas que ayudan a los odontólogos a planificar de manera óptima sus intervenciones. (16)

Además de su uso en la fabricación de prótesis, la impresión 3D también se emplea en la producción de alineadores ortodónticos personalizados, mejorando la comodidad y eficacia del tratamiento. La precisión de esta tecnología permite una mejor adaptación a la anatomía del paciente, reduciendo la necesidad de ajustes adicionales en los dispositivos. Asimismo,

la capacidad de imprimir estructuras biocompatibles ha abierto nuevas vías de investigación en regeneración tisular dental, lo que podría llevar al desarrollo de materiales que no solo se adapten al entorno bucal, sino que interactúen de manera beneficiosa con los tejidos biológicos. (22)

2.3.7 Realidad aumentada y virtual en la educación dental

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) están revolucionando la formación en odontología mediante simulaciones interactivas que permiten a los estudiantes practicar procedimientos dentales en un entorno controlado. Estas tecnologías ofrecen una experiencia inmersiva que mejora la comprensión de la anatomía y la destreza clínica, sin los riesgos asociados a la práctica en pacientes reales. Además, la RA permite superponer información en tiempo real durante los procedimientos, lo que contribuye a una mayor precisión en las cirugías dentales. (13)

La realidad aumentada y virtual no solo optimiza la formación clínica, sino que también ha sido adoptada en la enseñanza de anatomía dental, donde ofrece a los estudiantes la posibilidad de interactuar con modelos tridimensionales complejos en un entorno virtual. Esta tecnología reduce el uso de cadáveres y materiales físicos, proporcionando a los estudiantes una experiencia más ética y eficiente. Asimismo, en la práctica profesional, la RA ya se utiliza para asistir a los odontólogos en tiempo real durante las cirugías, proyectando información crítica como la localización de nervios o vasos sanguíneos, lo que disminuye los riesgos quirúrgicos y mejora los resultados clínicos. (13,15)

2.3.8 Telesalud y teleodontología

La teleodontología, una extensión de la telesalud, ha adquirido mayor relevancia en los últimos años, especialmente en áreas con acceso limitado a servicios odontológicos. Esta tecnología permite a los pacientes conectarse con odontólogos mediante plataformas en línea, facilitando consultas remotas, diagnósticos preliminares y el seguimiento de tratamientos. Además, mejora la coordinación entre odontólogos y especialistas, optimizando la atención del paciente sin necesidad de visitas presenciales. (22)

Durante la pandemia de COVID-19, la teleodontología fue especialmente valiosa, ya que el acceso físico a las clínicas dentales se redujo considerablemente. A través de videollamadas y plataformas digitales, los odontólogos pudieron continuar brindando consultas y

seguimiento a sus pacientes, asegurando una atención continua sin comprometer la seguridad. Asimismo, esta tecnología ha mejorado el acceso a la atención odontológica en comunidades rurales y de difícil acceso, donde las visitas presenciales resultan complicadas. Además, permite obtener segundas opiniones de especialistas independientemente de la ubicación geográfica, mejorando la calidad de la atención. (22)

2.3.9 Bioimpresión y regeneración de tejidos dentales

La bioimpresión es una innovación emergente en odontología que combina la tecnología de impresión 3D con biomateriales para crear tejidos vivos. Esta tecnología tiene el potencial de transformar la odontología regenerativa, ya que permite la creación de tejidos dentales, huesos y encías personalizados, ofreciendo nuevas soluciones para el tratamiento de enfermedades periodontales y la pérdida ósea. La investigación en bioimpresión avanza hacia el desarrollo de estructuras biocompatibles capaces de integrarse en el cuerpo del paciente, facilitando la regeneración de tejidos dañados. (16)

La bioimpresión de tejidos dentales ha mostrado resultados prometedores en la creación de estructuras, como andamios, que favorecen la regeneración ósea y periodontal. Investigaciones recientes han logrado imprimir matrices de colágeno y otros biomateriales que no solo son biocompatibles, sino que también estimulan la regeneración celular. Estas innovaciones podrían transformar los tratamientos para la pérdida ósea y los defectos periodontales, ofreciendo soluciones personalizadas y menos invasivas en comparación con los injertos tradicionales. (15,16)

2.3.10 Optimización de flujos de trabajo clínicos mediante inteligencia artificial

La inteligencia artificial no solo se aplica en el diagnóstico y tratamiento, sino que también está optimizando los flujos de trabajo en las consultas odontológicas. Desde la gestión de citas hasta la automatización de tareas administrativas, los sistemas basados en IA están mejorando la eficiencia operativa en las clínicas dentales, reduciendo los tiempos de espera y mejorando la experiencia del paciente. Estas mejoras permiten a los odontólogos enfocarse más en la atención directa al paciente y menos en las tareas administrativas. (20,22)

La IA está transformando la gestión de flujos de trabajo en las clínicas dentales al automatizar tareas administrativas como la programación de citas, la facturación y la gestión de historiales médicos. Esto no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que también

reduce los errores humanos asociados a la administración manual. Además, los sistemas de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos de pacientes para identificar patrones que mejoren el cuidado preventivo y personalizado. Al automatizar estos procesos, los odontólogos pueden centrarse más en la atención clínica, optimizando el tiempo y mejorando la experiencia de los pacientes. (20)

2.3.11 Dentronics: robótica e inteligencia artificial en odontología

Dentronics es un programa que ofrece una visión general de las aplicaciones y conceptos actuales de los sistemas robóticos y la inteligencia artificial en odontología. Su propósito es proporcionar a la comunidad odontológica innovaciones tecnológicas recientes, fomentando un mayor uso de desarrollos en IA. (11)

Este programa abarca una amplia gama de tecnologías dentales modernas, como los sistemas robóticos médicos y la inteligencia artificial especializada, que incluyen hardware, software, interacción humano-máquina, seguridad robótica y funciones asistenciales. Describe herramientas tecnológicas de asistencia, diagnóstico, predicción y procedimientos invasivos centrados en el ser humano, diseñadas para mejorar la fiabilidad, precisión, reproducibilidad y eficiencia en la odontología. (4)

2.4 La IA en diferentes campos de la odontología

La inteligencia artificial (IA) está transformando numerosos aspectos de la odontología gracias a su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, lo que permite obtener diagnósticos más precisos y tratamientos personalizados. A través del análisis de imágenes y el uso de redes neuronales, la IA está mejorando tanto la eficiencia clínica como la precisión en los resultados. (22)

En los últimos años, la IA ha avanzado de manera significativa, consolidándose como una herramienta esencial en la odontología moderna. Su capacidad para procesar grandes cantidades de datos rápidamente y analizar patrones complejos ha abierto nuevas posibilidades en la práctica clínica, abarcando desde el diagnóstico hasta la planificación y ejecución de tratamientos. Esta tecnología ha optimizado la precisión diagnóstica y ha personalizado los tratamientos, mejorando tanto los resultados clínicos como la experiencia del paciente. (23)

Una de las principales ventajas de la IA en odontología es su capacidad para ejecutar tareas repetitivas y detalladas con alta precisión, lo que disminuye el margen de error humano. Además, los algoritmos de aprendizaje profundo, utilizados en radiografías y tomografías computarizadas, permiten detectar enfermedades bucales en etapas tempranas que podrían no ser evidentes para un odontólogo. Estas tecnologías están transformando áreas como la ortodoncia, la periodoncia y la cirugía dental, proporcionando diagnósticos más precisos y permitiendo desarrollar planes de tratamiento altamente personalizados. (23)

La integración de la IA con otras tecnologías, como la robótica y los sistemas CAD/CAM, ha incrementado aún más la eficiencia en la práctica dental. El uso de robots para cirugías complejas, la creación de prótesis dentales personalizadas y la planificación quirúrgica precisa son algunos ejemplos de cómo la IA está impactando positivamente los procedimientos odontológicos. Esto no solo incrementa la seguridad y la precisión de los tratamientos, sino que también reduce el tiempo de recuperación de los pacientes. (12,22)

2.4.1 Diagnóstico en Odontología con IA

En el ámbito del diagnóstico, la IA ha demostrado ser particularmente eficaz en la detección temprana de caries y enfermedades periodontales mediante el análisis de radiografías. Utilizando redes neuronales convolucionales, estas herramientas han superado en precisión a los métodos tradicionales de detección humana. (22)

La IA ha revolucionado el diagnóstico en odontología al permitir el análisis de grandes volúmenes de imágenes y la identificación de patrones complejos. Los sistemas de IA basados en redes neuronales convolucionales permiten analizar radiografías y tomografías con una precisión superior a los métodos convencionales. Esto ha sido especialmente valioso en la detección temprana de caries y anomalías óseas, mejorando la toma de decisiones clínicas. Gracias a la IA, los errores humanos en el diagnóstico se han reducido notablemente, lo que permite ofrecer tratamientos más oportunos y eficaces a los pacientes. (14)

Además, la IA ha mejorado la eficiencia diagnóstica mediante el análisis en tiempo real de imágenes dentales. Esto reduce los tiempos de espera y permite a los odontólogos centrarse en aspectos más críticos del tratamiento, promoviendo un enfoque más proactivo en la salud bucal de los pacientes. La integración de estas herramientas es solo el comienzo de una

transformación en la forma en que se diagnostican y tratan las patologías dentales en el futuro. (16)

2.4.2 IA en Ortodoncia

En el campo de la ortodoncia, la IA se emplea para analizar modelos digitales de la boca del paciente y predecir el movimiento dental a lo largo del tiempo. Esto permite la creación de alineadores ortodónticos personalizados y más efectivos, mejorando la experiencia del paciente y reduciendo la duración del tratamiento. La IA optimiza los resultados del tratamiento mediante simulaciones virtuales y ajustes automáticos en el plan terapéutico. (22)

La IA está transformando la planificación y ejecución de tratamientos ortodónticos. Los sistemas de IA pueden predecir el movimiento dental futuro mediante el análisis de imágenes y datos del paciente. Esta capacidad predictiva ha facilitado la creación de alineadores ortodónticos más precisos, optimizando los resultados del tratamiento. Los pacientes experimentan una mayor comodidad y una reducción en el tiempo de tratamiento, lo que incrementa su satisfacción general. (23)

Los avances en IA permiten simular distintos escenarios de tratamiento ortodóntico y predecir con exactitud el movimiento dental en respuesta a diferentes dispositivos correctivos. Esto ayuda a los ortodoncistas a tomar decisiones más informadas, personalizando los tratamientos según las necesidades de cada paciente. Además, la IA ha incrementado la precisión en los procedimientos de ortodoncia, mejorando los resultados clínicos y reduciendo la posibilidad de complicaciones. (19)

2.4.3 Periodoncia y la IA

La inteligencia artificial también ha sido aplicada en el campo de la periodoncia para anticipar el riesgo de enfermedades periodontales y orientar el tratamiento. Los sistemas inteligentes analizan patrones en el historial clínico y en las radiografías del paciente, sugiriendo intervenciones personalizadas para prevenir o tratar la enfermedad periodontal en sus primeras etapas. (24)

En periodoncia, la IA está facilitando la identificación temprana de factores de riesgo relacionados con enfermedades de las encías. Estos sistemas de IA pueden procesar datos

del paciente, como radiografías y registros clínicos, para predecir la aparición de periodontitis y otras afecciones periodontales. Esto permite a los odontólogos implementar estrategias de prevención personalizadas, mejorando los resultados a largo plazo y disminuyendo la necesidad de procedimientos invasivos. (15,24)

Además, la IA ha aumentado la capacidad de los periodoncistas para monitorear la progresión de las enfermedades periodontales. Al analizar imágenes dentales capturadas en diferentes momentos, los sistemas de IA pueden detectar cambios sutiles que indiquen el avance de la enfermedad, lo que facilita intervenciones más tempranas y tratamientos menos invasivos, clave para mantener la salud dental a largo plazo. (1,24)

2.4.4 IA en el diseño digital de prótesis dentales

En el campo de la prostodoncia, la IA ha sido fundamental para mejorar el diseño digital de prótesis dentales mediante tecnologías CAD/CAM. Los algoritmos inteligentes permiten diseñar y fabricar restauraciones más precisas y personalizadas, lo que reduce los tiempos de fabricación y aumenta la satisfacción del paciente. Estas herramientas posibilitan la creación de prótesis que se ajustan mejor a la morfología individual del paciente, incrementando la durabilidad de los tratamientos. (17)

La inteligencia artificial ha revolucionado el diseño de prótesis dentales mediante su integración con los sistemas CAD/CAM, lo que permite un proceso de diseño y fabricación más rápido y preciso. Los algoritmos de IA analizan las estructuras dentales del paciente para crear restauraciones que se adaptan perfectamente a su anatomía, mejorando tanto la comodidad como la durabilidad de las prótesis. Esto reduce significativamente el tiempo de producción y las visitas al odontólogo, incrementando la satisfacción del paciente. (2)

La precisión del diseño asistido por IA ha permitido a los odontólogos desarrollar prótesis que mejoran tanto la función masticatoria como la estética de los pacientes. Al integrar datos anatómicos detallados, la IA garantiza que las prótesis sean más resistentes y duraderas, lo que disminuye la necesidad de ajustes o reemplazos frecuentes. Esta tecnología ha sido especialmente útil en la creación de implantes dentales y coronas personalizadas, facilitando una mejor integración con los tejidos naturales del paciente. (8)

2.4.5 IA y Robótica en cirugía dental

La IA y la robótica han convergido para permitir procedimientos quirúrgicos dentales más precisos. Los robots quirúrgicos asistidos por IA realizan cirugías como la colocación de implantes con mayor exactitud, lo que minimiza errores y mejora los resultados a largo plazo. Estas tecnologías han reducido la invasividad de las intervenciones quirúrgicas, promoviendo una recuperación más rápida y con menos complicaciones postoperatorias. (12)

La robótica asistida por IA ha mejorado notablemente la precisión de los procedimientos quirúrgicos dentales. Los robots quirúrgicos pueden realizar movimientos extremadamente precisos durante cirugías complejas, como la colocación de implantes o la cirugía ortognática. Esto no solo reduce el margen de error, sino que también mejora los tiempos de recuperación y reduce el trauma postoperatorio. La IA ha optimizado la planificación quirúrgica, permitiendo simular diferentes escenarios para minimizar las complicaciones. (25)

Además, la IA está comenzando a influir en la automatización de los procedimientos quirúrgicos. Aunque los odontólogos todavía supervisan estos procedimientos, la IA puede ejecutar tareas repetitivas con mayor precisión que los humanos. Esto no solo incrementa la seguridad durante la cirugía, sino que también reduce el tiempo de intervención, beneficiando tanto a los pacientes como a los profesionales de la salud dental. (25)

Tabla 1. Aplicaciones de la IA

Campo de la Odontología		Aplicaciones de la IA
1	Diagnostico dental	Análisis de imágenes radiográficas para detectar caries, periodontitis y anomalías óseas mediante redes neuronales
2	Ortodoncia	Predicción del movimiento dental y creación de alineadores personalizados, mejorando la precisión y reducción del tiempo de tratamiento

3	Periodoncia	Predicción de riesgos de enfermedades periodontales mediante análisis de datos clínicos y radiográficos, permitiendo estrategias preventivas personalizadas
4	Prostodoncia	Diseño y fabricación de prótesis dentales precisas mediante sistemas CAD/CAM integrados con IA, optimizando los tiempos de producción y mejorando la comodidad del paciente
5	Cirugía bucal	Uso de robots quirúrgicos asistidos por IA para mejorar la precisión en procedimientos como la colocación de implantes, reduciendo el riesgo de errores y promoviendo una recuperación más rápida.

Elaborado por: Mateo Gabriel Borja Oleas

3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

En la presente investigación de revisión bibliográfica se utilizó cuatro bases de datos científicas que son PubMed, ProQuest, Scopus y Redalyc, enfocándose en las variables de estudio: Inteligencia artificial y odontología, en un periodo comprendido de 5 años. Así como también se empleó Mendeley como gestor bibliográfico para organizar y gestionar las referencias bibliográficas recopiladas de las diferentes bases de datos. Además, facilitó la eliminación de duplicados, la organización eficiente de citas y la creación de una bibliografía coherente.

Se utilizaron las palabras clave para buscar información tanto en español como en inglés: "Inteligencia Artificial", "Robótica" y "Odontología". Además, se realizó el análisis de los artículos y documentos científicos principalmente en español e inglés publicados en las bases de datos antes mencionadas. Se seleccionaron los artículos científicos en base a los criterios de exclusión e inclusión, cantidad de referencias y el impacto del artículo.

3.1 Tipo de investigación

Revisión bibliográfica: A través de esta investigación se reportaron, determinaron y establecieron las aplicaciones de la inteligencia artificial en la odontología. Se utilizaron herramientas de clasificación para recopilar y organizar la información de artículos científicos, lo que ayudará al establecimiento de variables. Este estudio implicó el análisis de información y valores relacionados con las aplicaciones de la inteligencia artificial en la odontología dentro de un período de tiempo específico. Se recopiló toda la información significativa sobre las aplicaciones de la inteligencia artificial en la odontología con base en publicaciones durante un período de 5 años.

3.2 Formulación de la pregunta PICO

Esta revisión bibliográfica inició a partir de una pregunta formulada mediante la estrategia PICO (Población, Intervención, Comparación, y Resultado) la cual quedo estructurada de la siguiente forma: ¿Cuál es la aplicación de la inteligencia artificial en la odontología?;

Tabla 2. Pregunta PICO

	Componente 1	Componente 2
P	Población	Deficiencias o errores humanos en la atención odontológica
I	Intervención	Atención odontológica con la ayuda de la inteligencia artificial
C	Comparación	Atención odontológica tradicional
O	Resultados/Outcomes	Conocer los beneficios de aplicar la inteligencia artificial y robótica en la odontología

3.3 Establecimiento de criterios de selección para limitar la búsqueda:

3.3.1 Criterios de inclusión:

Publicaciones que relacionen la odontología con la IA

Artículos tanto en inglés como español.

Todos los estudios basados en evidencia, excepto opiniones de expertos.

Contenido publicado en los cinco años anteriores (de 2019 a 2024).

3.3.2 Criterios de exclusión:

Estudios que exceden el límite de antigüedad establecido

Editoriales, revisiones sin acceso gratuito o texto completo del documento.

Documentos que no provengan de bases de datos científicas

3.4 Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales

Para la realización de esta investigación de revisión bibliográfica, se inició con una búsqueda inicial en las bases de datos mencionadas anteriormente, donde se utilizaron los operadores booleanos “AND”, “OR”, “NOT”, para combinarlos con las palabras clave sacados de los

términos DeCS/MeSH: odontología (dentistry), inteligencia artificial (artificial intelligence) y robótica (robotics). Se utilizó una combinación de palabras clave de los términos MeSH para facilitar la búsqueda.

De un total de 967 resultados preliminares obtenidos, se procedió a revisar los artículos duplicados para su posterior eliminación, quedando 745 artículos. Posteriormente, se aplicaron criterios de selección preespecificados para reducir el número de estudios relevantes, quedando 115 artículos. Después se procedió a realizar un análisis exhaustivo de los resúmenes y de la literatura de cada uno de estos estudios para identificar los más pertinentes al tema de investigación.

Finalmente, tras aplicar todos los filtros y criterios mencionados, además de su análisis, el número de estudios seleccionados se redujo de 115 a 41 artículos científicos que sirvieron de base principal para el trabajo. Además, se utilizaron otras fuentes complementarias como referencias bibliográficas, siempre priorizando los estudios validados.

Figura 1. Resultados de búsqueda de las diferentes bases de datos

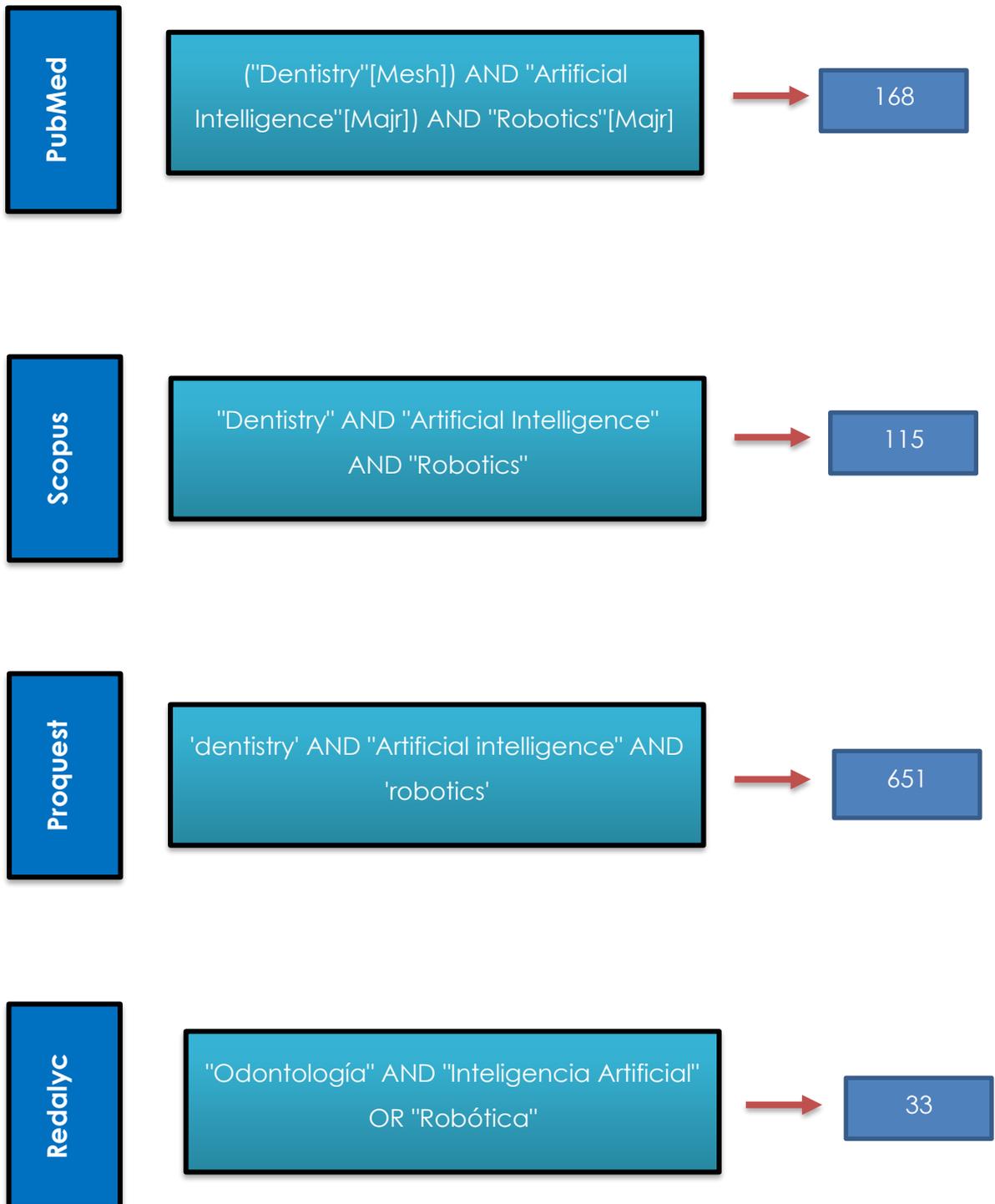
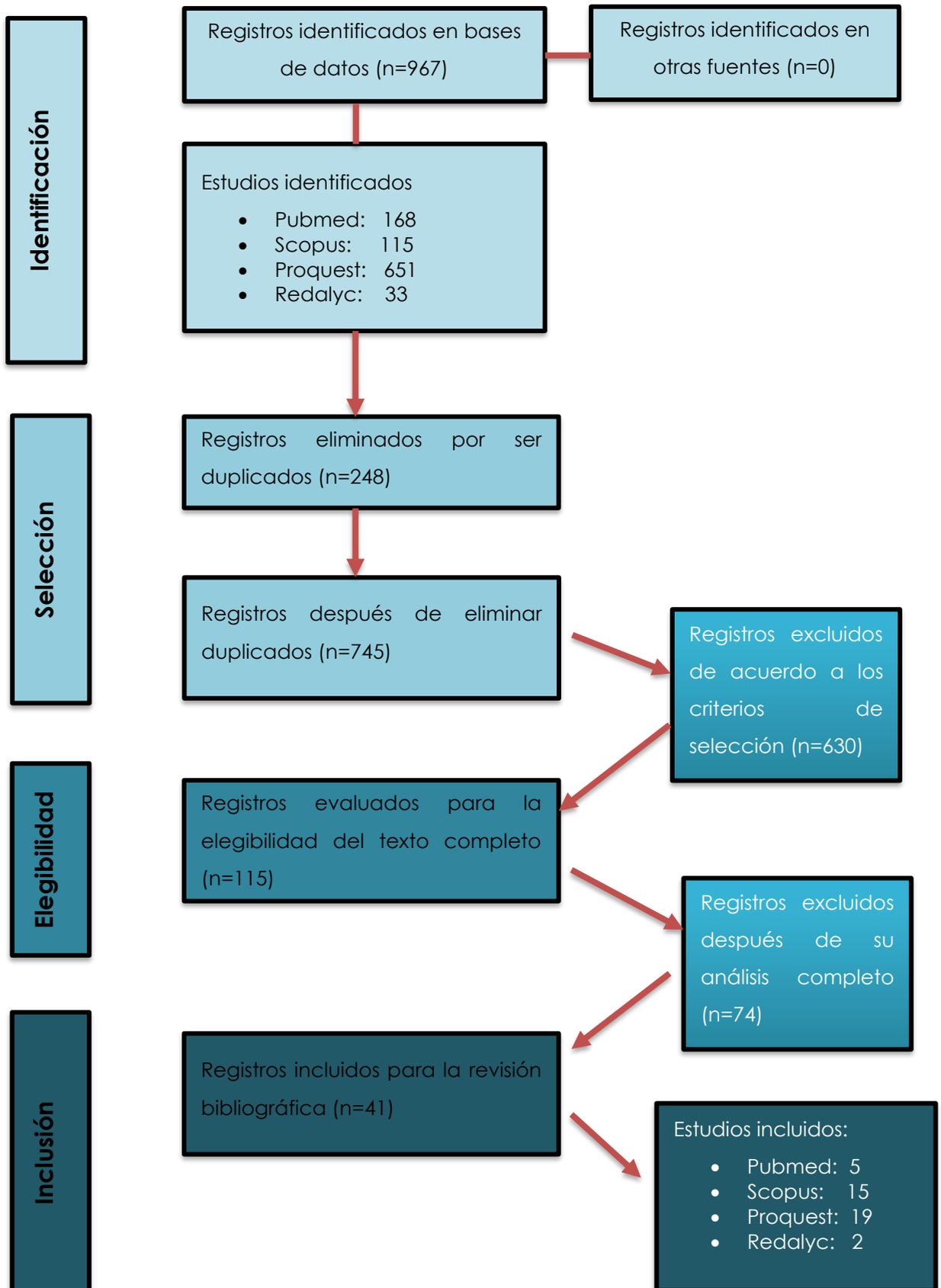


Figura 2. Diagrama de flujo del método PRISMA



4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Tabla 3. Dimensión 1: Determinar las herramientas digitales utilizadas en el diagnóstico odontológico

Autor	Nombre del archivo	Metodología	Resultado	Base de datos	Año de publicación	País
Grigoryan K. (26)	ACCURACY-OF-A-ROBOTIC-DENTAL-IMPLANT-NAVIGATION-SYSTEM-IN-DENTAL-IMPLANT-PRACTICE.pdf	Estudio realizado con 16 pacientes y 46 implantes, utilizando el sistema de navegación robótica YOMI. Se evaluó la precisión de la colocación mediante tomografía computarizada (CBCT).	La herramienta digital de navegación robótica permitió implantes con una desviación mínima (<0,5 mm), mejorando la precisión en los procedimientos dentales	Scopus	2023	Armenia
Liu, Che-Ming et al. (27)	Evaluation of the efficiency, trueness, and clinical application of novel artificial intelligence design for dental crown prostheses	Comparación de tres métodos de diseño de coronas dentales: manual, digital y basado en IA. Se utilizó CBCT para evaluar la precisión de las restauraciones impresas en 3D.	La IA permitió una reducción del tiempo de producción del 400%, con precisión comparable a los métodos digitales tradicionales. .	Scopus	2024	Taiwan
Gardiyanoğlu et al. (28)	Automatic Segmentation of Teeth, Crown–Bridge Restorations, Dental Implants, Restorative Fillings, Dental Caries, Residual Roots, and Root Canal Fillings on Orthopantomographs: Convenience and Pitfalls	Evaluación de un sistema de IA para la segmentación de dientes en imágenes de rayos X. Se probaron imágenes de pacientes con distintas anomalías dentales.	El sistema permitió una segmentación precisa de los dientes, facilitando la planificación y el diagnóstico de tratamientos dentales.	ProQuest	2023	Suiza

De Angelis et al. (29)	Artificial Intelligence: A New Diagnostic Software in Dentistry: A Preliminary Performance Diagnostic Study	Se utilizó IA para la detección automática de estructuras dentales en radiografías panorámicas. Se evaluaron los diagnósticos generados por IA y los realizados por odontólogos.	La IA mostró una sensibilidad mayor al 90% en la detección de dientes y estructuras dentales, demostrando su utilidad como herramienta diagnóstica.	ProQuest	2022	Suiza
Bansod, Akansha et al. (30)	Artificial Intelligence & Its Contemporary Applications in Dentistry	Revisión de literatura sobre el uso de IA para mejorar el diagnóstico odontológico a través de impresiones digitales y reducción de errores humanos.	Las impresiones digitales guiadas por IA mejoraron la precisión en la creación de prótesis y diagnósticos dentales.	ProQuest	2021	Turkia
Ravi Kumar P. (31)	Analysis of advances in research trends in robotic and digital dentistry: An original research	Revisión de literatura sobre IA y robótica en odontología, enfocándose en endodoncia. Se evaluaron estudios sobre la precisión en el diagnóstico de patologías mediante IA.	La IA mejoró la identificación de patologías en radiografías dentales, siendo una herramienta clave para el diagnóstico temprano.	ProQuest	2022	India
Li, H et al. (32)	Interpretable AI Explores Effective Components of CAD/CAM Resin Composites	Se utilizaron redes neuronales para evaluar periodontitis agresiva mediante análisis de imágenes radiográficas. Se analizaron los datos de diagnóstico a través de IA.	La IA mejoró la precisión en la predicción de la evolución de la periodontitis, lo que facilitó un tratamiento más efectivo.	Scopus	2022	Japón
Wu, Jinyang et al. (33)	Collaborative Control Method and Experimental Research on Robot-Assisted Craniomaxillofacial Osteotomy Based on the Force Feedback and Optical Navigation	Evaluación preclínica de un sistema de IA para el control colaborativo en cirugía dental. Se midió la precisión y efectividad del sistema.	El sistema mejoró la precisión y redujo el tiempo de operación, destacando el uso de IA en cirugía dental.	PubMed	2022	China

Parameswari et al. (34)	Unlocking the Potential: Investigating Dental Practitioners' Willingness to Embrace Artificial Intelligence in Dental Practice	Uso de IA para predecir el éxito de tratamientos de endodoncia mediante análisis de imágenes postoperatorias con redes neuronales.	La IA alcanzó una precisión del 90% en la predicción de resultados exitosos en endodoncia, mejorando la planificación de tratamientos.	ProQuest	2024	India
Pellegrino G. (35)	Augmented reality for dental implantology: A pilot clinical report of two cases	Evaluación de realidad aumentada (AR) para mejorar la precisión en la colocación de implantes. Se utilizaron modelos tridimensionales y CBCT para medir la precisión de los resultados.	La AR mejoró significativamente la precisión en la cirugía de implantes, con desviaciones mínimas (<0,5 mm).	Scopus	2019	Italia
Hassani et al. (36)	Shaping the Future of Smart Dentistry: From Artificial Intelligence (AI) to Intelligence Augmentation (IA)	Estudio sobre IA aplicada a la planificación ortodóntica. Se utilizaron modelos 3D y algoritmos de IA para simular movimientos dentales.	La IA permitió predecir con precisión los resultados ortodónticos y reducir el tiempo de tratamiento. .	ProQuest	2021	Canada
Murali, S (37)	Knowledge, attitude, and perception of dentists regarding the role of Artificial Intelligence and its applications in Oral Medicine and Radiology: a cross sectional study	Estudio de percepción sobre el uso de herramientas digitales en la odontología. Se encuestó a odontólogos sobre su uso de IA en diagnóstico.	La mayoría de los odontólogos reconoció la efectividad de las herramientas digitales en la mejora de los diagnósticos dentales.	Scopus	2023	India
Ozsunkar et al. (38)	Detecting white spot lesions on post-orthodontic oral photographs using deep learning based on the YOLOv5x algorithm: a pilot study	Se evaluó la capacidad de un algoritmo de IA para detectar lesiones de manchas blancas en imágenes dentales.	El algoritmo mostró una alta precisión en la detección de lesiones, proporcionando una herramienta eficaz para el diagnóstico temprano de caries.	ProQuest	2024	Inglaterra

Ueda et al. (39)	Classification of Maxillofacial Morphology by Artificial Intelligence Using Cephalometric Analysis Measurements	Uso de IA para la clasificación de patologías maxilofaciales en imágenes de TC. Se midió la precisión de los diagnósticos realizados mediante IA.	La IA mejoró la precisión en la clasificación de patologías maxilofaciales, optimizando la planificación de tratamientos quirúrgicos.	ProQuest	2023	Suiza
Wang Chau, R et al. (40)	Artificial intelligence-designed single molar dental prostheses: A protocol of prospective experimental study	Implementación de herramientas digitales en el diseño de prótesis dentales utilizando software CAD/CAM. El proceso incluye el escaneo digital de la cavidad oral, el diseño virtual y la fabricación automatizada de prótesis personalizadas.	Se mejora la precisión en el diseño y ajuste de prótesis, reduciendo los errores en la fabricación y mejorando la personalización para cada paciente.	ProQuest	2022	USA
Petre, A et al. (41)	Modular Digital and 3D-Printed Dental Models with Applicability in Dental Education	Este artículo explora el uso de modelos dentales digitales modulares, basados en la digitalización de dientes artificiales y situaciones clínicas reales. Permite la simulación de escenarios de edentulismo parcial y la identificación digital de clases diversas de edentulismo. Los estudiantes pueden elaborar planes de tratamiento protésico y visualizar soluciones en 3D.	Mejora las habilidades de visualización tridimensional de los estudiantes y ayuda en la comprensión de situaciones clínicas complejas.	ProQuest	2023	USA
Jang, W S (42)	Accurate detection for dental implant and peri-implant tissue by transfer learning of faster R-CNN: a diagnostic accuracy study	Se utilizó un modelo de aprendizaje profundo para la detección de implantes dentales y tejidos periimplantarios. Se emplearon radiografías periapicales y el modelo realizó inferencias basadas en parámetros de precisión, recall y F1. El análisis de imágenes y la evaluación se llevaron a cabo mediante la métrica de IoU	El modelo mostró un rendimiento excepcional con una precisión de 0.996 en AP@0.5, y 0.967 en AP@0.75. El F1 score también fue alto (0.984), demostrando una alta precisión en la detección y localización de implantes dentales y tejidos periimplantarios.	Scopus	2022	Korea del sur

		(intersección sobre unión) para determinar la precisión de la localización.				
Benakatti, V (43)	Machine learning for identification of dental implant systems based on shape - A descriptive study	e evaluó la eficacia de los modelos de aprendizaje automático (ML) para identificar sistemas de implantes dentales a partir de radiografías panorámicas. Se emplearon cuatro clasificadores: máquina de soporte vectorial (SVM), regresión logística, K-Nearest Neighbor (KNN) y XGBoost, que fueron entrenados y probados con valores de Hu y Eigen.	La regresión logística fue el mejor clasificador, con una precisión media del 67%, seguido por SVM y KNN.	Scopus	2021	India
Santiago Gómez, Sergio Uribe (44)	Pasado, presente y futuro de la cariológia	Revisión narrativa que analiza la evolución de conceptos sobre la epidemiología, diagnóstico y tratamiento de la caries. En el diagnóstico actual, menciona el uso de inteligencia artificial para identificar lesiones de caries y perfiles de riesgo, destacando el uso de teleodontología para la transmisión de imágenes y datos.	La inteligencia artificial mejora la precisión del diagnóstico de caries y permite la personalización de tratamientos basados en el riesgo del paciente.	Redalyc	2022	Chile

Análisis e interpretación: La tabla 3, comprende un total de estudios enfocados en la aplicación de herramientas digitales en el diagnóstico odontológico, abarcando diversas metodologías y resultados obtenidos en contextos clínicos reales y simulaciones. En cuanto a las bases de datos utilizadas para la recopilación de estos estudios, Scopus y ProQuest se destacaron como las principales fuentes de indexación, indicando que estos estudios han sido sometidos a rigurosos procesos de revisión por pares en plataformas de alto impacto, lo que refuerza la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

En resumen, la tabla refleja una fuerte tendencia hacia la adopción de herramientas digitales, con un énfasis en la inteligencia artificial como tecnología clave para mejorar la precisión diagnóstica en odontología. Los estudios incluidos demuestran que las herramientas digitales no solo permiten un diagnóstico más eficiente, sino que también optimizan el tratamiento odontológico al reducir tiempos, aumentar la precisión, y permitir una mayor personalización de los procedimientos clínicos. En todos los casos analizados, se observó una mejora significativa en los resultados clínicos tras la adopción de estas herramientas digitales, sin reportarse complicaciones derivadas de su uso.

Tabla 4. Dimensión 2: Delimitar la aplicación de la inteligencia artificial y la robótica en tratamientos odontológicos

Autor	Nombre del archivo	Metodología	Resultado	Base de datos	Año de publicación	País
Grigoryan K. (26)	ACCURACY OF A ROBOTIC DENTAL IMPLANT NAVIGATION SYSTEM IN DENTAL IMPLANT PRACTICE	Investigación sobre la precisión de la navegación robótica para implantes dentales. Se realizaron 46 implantes en 16 pacientes, evaluados mediante CBCT.	El sistema robótico redujo las desviaciones en la colocación de implantes, con una mejora notable en la precisión quirúrgica.	Scopus	2023	Armenia
Wu, Jinyang et al. (33)	Collaborative Control Method and Experimental Research on Robot-Assisted Craniomaxillofacial Osteotomy Based on the Force Feedback and Optical Navigation	Evaluación de un sistema robótico de control colaborativo con IA en ensayos preclínicos de cirugía dental.	El sistema colaborativo permitió una mayor precisión en los procedimientos quirúrgicos dentales, optimizando los tiempos de operación y la eficacia del tratamiento.	PubMed	2022	China

Pellegrino G. (35)	Augmented reality for dental.pdf	Estudio de AR aplicada a cirugía de implantes, utilizando modelos tridimensionales y navegación dinámica.	La AR mejoró la precisión de la colocación de implantes dentales con desviaciones menores de 0.5 mm, demostrando su utilidad en odontología quirúrgica.	Scopus	2019	Italia
Ding, Y. et al. (45)	Accuracy of a novel semi-autonomous robotic-assisted surgery system for single implant placement: A case series	Evaluación de un sistema robótico semiautónomo para la colocación de implantes dentales. Se midió la precisión con CBCT. Comparación de la eficiencia y precisión de la cirugía robótica en implantología dental frente a métodos tradicionales.	El sistema robótico mostró ser más preciso que los métodos tradicionales, especialmente en áreas complejas. La cirugía robótica demostró mayor precisión y menores tiempos de operación que los métodos tradicionales.	Scopus	2023	China
Dibart, S. (46)	Robot assisted implant surgery: Hype or hope?	Estudio clínico de casos con el sistema robótico YOMI para implantología dental. Se utilizaron modelos CAD/CAM y CBCT para planificación y cirugía asistida.	La cirugía robótica permitió una mayor precisión en la colocación de implantes, eliminando el uso de guías físicas y mejorando el acceso a áreas difíciles.	PubMed	2023	USA
Alevizakos et al. (47)	Artificial intelligence system for training diagnosis and differentiation with molar incisor hypomineralization (MIH) and similar pathologies	Se recolectaron imágenes clínicas de cuatro patologías distintas (n = 462), las cuales se clasificaron en las siguientes categorías: caries (n = 118), MIH (n = 115), amelogénesis imperfecta (n = 112) y fluorosis dental (n = 117). Las imágenes fueron anonimizadas, y un dentista especializado realizó los diagnósticos basándose en toda la información clínica disponible. Posteriormente, se seleccionaron redes neuronales previamente estudiadas para la clasificación de imágenes.	En la red VGG16, se registró la menor precisión con un 83.98%, mientras que la red Dense121 alcanzó los valores más altos con un 92.86%. No se identificó una tendencia consistente al comparar las distintas patologías entre las redes neuronales evaluadas.	ProQuest	2022	Alemania

Hamooudi et al. (48)	Artificial Intelligence Readiness, Perceptions, and Educational Needs Among Dental Students: A Cross-Sectional Study	Se llevó a cabo un estudio transversal entre los estudiantes de odontología de la Facultad de Medicina Dental en la Universidad de Qatar. El estudio midió el nivel de preparación para la IA mediante la Escala de Preparación para la Inteligencia Artificial Médica (MAIRS).	En la encuesta participaron 94 estudiantes. Manifestaron una fuerte demanda de conocimientos y habilidades sobre el uso de la IA en el cuidado de la salud (84%), en la investigación relacionada con la salud (81.9%) y en los procedimientos de radiología e imágenes (79.8%). La disposición de los estudiantes mostró una correlación significativa con sus percepciones de la IA y su nivel percibido de conocimiento sobre la misma.	ProQuest	2024	USA
Fanhao, Meng et al. (49)	Phantom study of a fully automatic radioactive seed placement robot for the treatment of skull base tumours	Se evaluó un sistema robótico totalmente automatizado para la colocación de implantes dentales en simulaciones de pacientes.	El sistema mostró un alto grado de precisión en simulaciones, con desviaciones mínimas entre la planificación y la colocación final del implante.	PubMed	2024	China
Bispo, M.S. (50)	Computer tomographic differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst: Classification using a convolutional neural network	Estudio que utiliza redes neuronales convolucionales para clasificar imágenes tomográficas de ameloblastomas y queratoquistes odontogénicos. Se evaluaron 350 imágenes con validación cruzada k-fold.	El modelo de IA alcanzó una precisión superior al 90%, destacando su utilidad en la clasificación automatizada de lesiones odontogénicas.	Scopus	2021	Brasil

Schönewolf, J et al. (51)	Artificial intelligence-based diagnostics of molar-incisor-hypomineralization (MIH) on intraoral photographs	Evaluación de una red neuronal para la clasificación de imágenes intraorales en diagnóstico dental. Se incluyeron 3241 imágenes para la validación del modelo.	La IA logró clasificar correctamente el 95% de las imágenes, mejorando la capacidad diagnóstica en casos de patologías dentales.	Scopus	2022	Alemania
Hesham, N et al. (52)	Reliability of Artificial Intelligence in Lateral Cephalometric Analysis	Evaluación de la fiabilidad de sistemas de IA para la detección de pérdida ósea periodontal mediante imágenes radiográficas.	La IA alcanzó una alta precisión en la detección de la pérdida ósea, lo que mejora los diagnósticos en periodoncia.	Scopus	2024	Egipto
Na-Hyun, Kim (53)	Preclinical and Preliminary Evaluation of Perceived Image Quality of AI-Processed Low-Dose CBCT Analysis of a Single Tooth	Estudio preclínico sobre el uso de IA en el diagnóstico de caries en modelos experimentales. Se evaluó la precisión de detección en imágenes intraorales.	El sistema basado en IA alcanzó una precisión del 92% en la detección de caries, lo que mejora el diagnóstico temprano.	ProQuest	2024	Suiza
Sakai, T et al. (54)	Development of artificial intelligence model for supporting implant drilling protocol decision making	Modelo de IA basado en tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para la planificación de cirugías de implantes. Se evaluó la calidad ósea para mejorar la precisión en los protocolos de perforación.	La IA mejoró significativamente la planificación preoperatoria en cirugías de implantes, reduciendo errores humanos y aumentando la precisión del tratamiento.	Scopus	2023	Japon

Damaševičius, R et al. (55)	Intelligent automation of dental material analysis using robotic arm with Jerk optimized trajectory	Uso de robótica autónoma e IA para procedimientos dentales y craneofaciales, con integración de IA en cirugías asistidas por robots. Se evaluaron robots para realizar intervenciones de manera autónoma.	La robótica autónoma y la IA han mejorado la precisión y eficiencia en procedimientos de implantología y ortodoncia, optimizando los tratamientos complejos.	ProQuest	2020	Alemania
Wang Chau, R et al. (40)	Artificial intelligence-designed single molar dental prostheses: A protocol of prospective experimental study	Aplicación de IA en el diseño y fabricación de prótesis dentales (fijas y removibles) mediante sistemas CAD/CAM, permitiendo personalización a través de análisis de datos y geometría digital.	La IA optimizó la fabricación de prótesis dentales, mejorando la estética y la funcionalidad con alta precisión en la personalización para cada paciente.	ProQuest	2022	USA
Al-Sarem, M et al. (56)	Enhanced Tooth Region Detection Using Pretrained Deep Learning Models	Uso de redes neuronales profundas (Deep Learning) para la planificación automatizada en imágenes CBCT, enfocándose en la detección de caries y planificación de extracciones complejas.	La IA aumentó la precisión en la detección de caries y en la planificación de extracciones complejas, reduciendo el margen de error en procedimientos dentales.	ProQuest	2022	Suiza
Xu, Z et al. (57)	Accuracy and efficiency of robotic dental implant surgery with different human-robot interactions: An in vitro study	Este estudio in vitro comparó la precisión de la colocación de implantes dentales mediante un sistema de navegación dinámica basada en realidad mixta (MR-DN), la cirugía asistida por computadora (s-CAIS) y un método manual libre. Se utilizaron modelos maxilares con escaneos CBCT y escaneos intraorales para planificar y comparar la colocación de los implantes.	El sistema MR-DN mostró desviaciones mínimas en la colocación de los implantes en comparación con los métodos tradicionales, con una desviación angular promedio baja y una precisión superior, lo que respalda su uso clínico para mejorar la colocación de implantes.	PubMed	2023	China

Chander, N (58)	Augmented reality in prosthodontics	Este artículo revisa las aplicaciones de la realidad aumentada (AR) y la robótica en la odontología, particularmente en la planificación y fabricación de prótesis. Destaca el uso de sistemas robóticos como el CRS y otros para el arreglo de dientes en dentaduras postizas completas.	Se demuestra que AR mejora la precisión y reduce la fatiga del operador, con aplicaciones exitosas en la implantología y la cirugía maxilofacial.	ProQuest	2019	India
Miguel Á et al. (59)	ChatGPT e inteligencia artificial para la educación universitaria y su impacto en la odontología	Se analiza el impacto de la IA, especialmente ChatGPT, en la educación universitaria y su potencial en la odontología. Destaca el uso de IA para ayudar a los estudiantes y profesores a desarrollar contenido educativo y analizar datos odontológicos.	La inteligencia artificial, como ChatGPT, facilita el aprendizaje y la creación de contenido en odontología, además de mejorar la exploración de datos clínicos.	Redalyc	2023	Perú

Análisis e interpretación: La tabla 4 analiza un conjunto de estudios enfocados en la aplicación de inteligencia artificial (IA) y robótica en el ámbito odontológico, específicamente en tratamientos. En total, se revisaron estudios que abarcan diferentes enfoques tecnológicos, tales como la realidad aumentada (AR) aplicada a la cirugía de implantes y la robótica en procedimientos quirúrgicos odontológicos, con el objetivo de mejorar la precisión y reducir los errores humanos. Los estudios revisados también destacan que estas tecnologías no solo mejoran los resultados clínicos, sino que optimizan los tiempos quirúrgicos y los procesos de planificación, permitiendo una mayor personalización de los tratamientos en función de las necesidades individuales de los pacientes. Así, la realidad aumentada, la inteligencia artificial y la robótica están redefiniendo los estándares en el tratamiento odontológico, proporcionando herramientas más precisas y eficientes tanto para los profesionales como para los pacientes. En cuanto a la distribución geográfica, la investigación proviene de múltiples países como China, Armenia, Italia y Estados Unidos, lo que refleja un esfuerzo global para implementar estas tecnologías avanzadas en la odontología. Esta diversidad geográfica indica que la aplicación de la robótica e IA en odontología no está restringida a una región específica, sino que es parte de una tendencia global en la innovación tecnológica en salud. Finalmente, los estudios publicados en bases de datos como Scopus y PubMed subrayan la calidad y rigurosidad

de las investigaciones revisadas. Esto sugiere que el uso de IA y robótica en odontología es un área de investigación activa, con un creciente cuerpo de evidencia que respalda su eficacia en el tratamiento de los pacientes.

Tabla 5. Dimensión 3: Evaluar la efectividad y precisión de la inteligencia artificial en procedimientos odontológicos específicos

Autor	Nombre del archivo	Metodología	Resultado	base de datos	Año de publicacion	País
Liu, Che-Ming et al. (27)	Evaluation of the efficiency, trueness, and clinical application of novel artificial intelligence design for dental crown prostheses	Se compararon métodos manuales y digitales para la fabricación de coronas dentales. Se utilizaron impresiones en 3D y tomografías para medir la precisión.	La IA mejoró la precisión del ajuste marginal y redujo el tiempo de producción en un 400%, con una precisión comparable a los métodos manuales.	Scopus	2024	Taiwan
Grigoryan K. (26)	ACCURACY OF A ROBOTIC DENTAL IMPLANT NAVIGATION SYSTEM IN DENTAL IMPLANT PRACTICE	Estudio sobre la precisión del sistema robótico YOMI para la colocación de implantes en 16 pacientes. Se utilizaron CBCT para medir la desviación entre la planificación y la colocación real.	El sistema robótico logró una desviación mínima, lo que demuestra su alta precisión en procedimientos de implantología.	Scopus	2023	Armenia
Bispo, M.S. (50)	Computer tomographic differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst: Classification using a convolutional neural network	Se utilizó IA para clasificar ameloblastomas y queratoquistes odontogénicos en 350 imágenes tomográficas. Se aplicó validación cruzada k-fold.	La IA alcanzó una precisión superior al 90% en la clasificación de lesiones odontológicas, mejorando la eficiencia diagnóstica.	Scopus	2021	Brasil

Hesham, N (52)	Reliability of Artificial Intelligence in Lateral Cephalometric Analysis	Se evaluaron redes neuronales convolucionales para detectar caries en radiografías intraorales. Se incluyeron más de 1000 imágenes para validar el modelo.	La IA logró una precisión del 93% en la detección de caries incipientes, mejorando los diagnósticos tempranos.	Scopus	2024	Egipto
Schönewolf, J (51)	Artificial intelligence-based diagnostics of molar-incisor-hypomineralization (MIH) on intraoral photographs	Evaluación de un sistema de IA para la clasificación de imágenes intraorales en odontopediatría. Se incluyeron más de 3000 imágenes para el análisis.	El sistema basado en IA mostró una alta precisión en la detección de caries, lo que facilita la planificación de tratamientos preventivos.	Scopus	2022	Alemania
Kim J.E. (60)	Transfer learning via deep neural networks for implant ixture	Evaluación de IA para la clasificación de sistemas de implantes dentales a partir de radiografías periapicales. Se midió la precisión en un estudio preclínico.	La IA alcanzó una precisión del 95%, facilitando la selección y evaluación de implantes dentales durante la planificación quirúrgica.	Pubmed	2020	Korea
Na-Hyun, Kim (53)	Preclinical and Preliminary Evaluation of Perceived Image Quality of AI-Processed Low-Dose CBCT Analysis of a Single Tooth	Estudio preclínico sobre el uso de IA en la detección de caries, utilizando imágenes intraorales para analizar la precisión del sistema.	El sistema basado en IA alcanzó una precisión del 92% en la detección de caries, lo que mejora el diagnóstico temprano y el tratamiento preventivo.	ProQuest	2024	Suiza
Singi, Shriya et al. (61)	Extended Arm of Precision in Prosthodontics: Artificial Intelligence	Uso de algoritmos de aprendizaje profundo para procesar imágenes dentales en 3D. Se entrenaron redes neuronales para identificar márgenes de preparación dental en prótesis y clasificar sistemas de implantes mediante análisis geométrico.	El estudio alcanzó una precisión del 97.43% en la extracción de líneas de preparación dental, mejorando significativamente la precisión en procedimientos de prótesis.	ProQuest	2022	USA

Zadrożny, Łukasz (62)	Artificial Intelligence Application in Assessment of Panoramic Radiographs	Treinta radiografías panorámicas (PRs), que cubren al menos seis dientes y permiten evaluar tanto el periodonto marginal como el apical, fueron subidas a la cuenta de Diagnocat. A partir de esto, se generó el informe radiológico de cada una como base para la evaluación automática.	El protocolo de IA mostró una especificidad muy alta (superior a 0.9) en todas las evaluaciones en comparación con la referencia estándar, excepto en el caso de la pérdida ósea periodontal.	ProQuest	2022	Suiza
Sheetal Mujoo, Ahmed Shafer Alqahtani, et al. (63)	CLINICAL APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ORAL RADIOLOGY	Se utilizaron algoritmos de aprendizaje profundo, incluidos CNN, para clasificar y detectar patologías dentomaxilofaciales en imágenes de radiografías panorámicas y CBCT. Se emplearon técnicas de segmentación automática y análisis de bordes para localizar estructuras anatómicas y anomalías en los datos de imagen.	La IA mejora la detección de granulomas periapicales, abscesos, quistes y periimplantitis, mostrando mayor precisión que los métodos tradicionales. También se aplicó con éxito en la detección de enfermedades periodontales.	ProQuest	2022	Turquía
Shusterman, A (64)	Accuracy of implant placement using a mixed reality-based dynamic navigation system versus static computer-assisted and freehand surgery: An in Vitro study	Evaluación de la navegación quirúrgica asistida por inteligencia artificial. Se utilizaron sistemas de IA en tiempo real para guiar la colocación de implantes dentales mediante análisis de imágenes preoperatorias, permitiendo un control preciso de la ubicación y profundidad de los implantes.	Mejora significativa en la precisión de la colocación de implantes, reduciendo errores de posición y mejorando los resultados quirúrgicos en comparación con métodos tradicionales de navegación.	Scopus	2024	Rusia

Xiong, Y.-T. et al. (65)	Virtual reconstruction of midfacial bone defect based on generative adversarial network	Se utilizó una red generativa adversarial (GAN) para reconstruir defectos óseos faciales. El estudio incluyó tanto datos de pacientes reales como imágenes artificiales, y la precisión se evaluó mediante similitud coseno y error medio.	La similitud coseno promedio fue de 0.96, y el error promedio fue de 0.48 mm en pacientes reales, mostrando una alta precisión en la reconstrucción virtual de defectos.	Scopus	2022	China
Dot, G et al. (66)	Automatic 3-Dimensional Cephalometric Landmarking via Deep Learning	Se desarrolló y probó un modelo de aprendizaje profundo para la detección automática de puntos cefalométricos en imágenes tridimensionales. El modelo se entrenó y probó con un conjunto de datos clínicos, utilizando redes neuronales convolucionales (CNN) para identificar puntos clave esqueléticos y dentales.	El rendimiento del modelo mostró una precisión del 91.9% para las variables esqueléticas y del 71.8% para las dentoalveolares, comparado con las mediciones manuales. A pesar de algunos errores en puntos específicos, la IA mostró una alta fiabilidad en la detección automática de puntos cefalométricos.	Scopus	2022	Francia

Análisis e interpretación: La tabla 4 contempla diversos estudios que evalúan la efectividad y precisión de la inteligencia artificial (IA) en procedimientos odontológicos, abordando principalmente su aplicación en el diagnóstico, la planificación de cirugías, y el tratamiento dental asistido. Cada estudio presenta una aproximación metodológica distinta para evaluar cómo la IA mejora la precisión en comparación con los métodos tradicionales. Los estudios de la tabla subrayan la creciente relevancia de la IA en la odontología, mejorando tanto la precisión en el diagnóstico como en los procedimientos quirúrgicos. La alta precisión reportada en la colocación de implantes, el diagnóstico de patologías dentales, y la planificación de tratamientos ortodónticos, indica que la IA está transformando la manera en que los odontólogos abordan procedimientos clínicos complejos. Además, el uso de robótica asistida por IA ha mostrado beneficios importantes en la reducción de errores y la mejora de los resultados clínicos, lo que valida su aplicación en el futuro de los tratamientos odontológicos.

4.2 Discusión

4.2.1 Inteligencia Artificial en la Colocación de Implantes Dentales

Una de las áreas más investigadas en los estudios revisados es la colocación de implantes dentales asistida por IA y robótica. Investigaciones como las de Grigoryan K. (26) y Shusterman A. (64) indican que sistemas robóticos, como YOMI y otros basados en IA, han incrementado notablemente la precisión quirúrgica. El estudio de Grigoryan muestra que la mínima desviación observada en la colocación de implantes refleja que la navegación robótica no solo minimiza los errores en la posición, sino que también brinda un mayor control en tiempo real durante el procedimiento quirúrgico.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Ding Y. (45), quien documenta el uso de un sistema robótico semiautónomo en la colocación de implantes, destacando que fue más preciso que los métodos tradicionales, especialmente en casos complejos. Además, estos sistemas no solo aumentan la precisión, sino que también disminuyen los tiempos quirúrgicos, como lo demuestra el estudio de Dibart, S. (46), en el que se evidenció que el sistema eliminó la necesidad de guías físicas, mejorando el acceso a áreas de difícil intervención.

El uso combinado de realidad aumentada (AR) y los sistemas robóticos, también ha mostrado resultados prometedores en implantología. El estudio de Pellegrino G. (35) documentó cómo la AR, junto con la navegación robótica, incrementó la precisión en la colocación de implantes dentales, con desviaciones menores a 0.5 mm. Este enfoque permite a los cirujanos visualizar y planificar los implantes en un entorno tridimensional, mejorando significativamente la precisión quirúrgica.

Por otro lado, Chander, N. (58) revisó las aplicaciones que combinan estos dos sistemas en la planificación y fabricación de prótesis, destacando que estas tecnologías no solo mejoran la precisión, sino que también reducen la fatiga del operador en procedimientos prolongados y complejos. La combinación de estos sistemas proporciona una mejor visualización y control durante las cirugías, lo que optimiza los resultados y aumenta la satisfacción del paciente.

La precisión en la colocación de implantes es esencial para evitar complicaciones postoperatorias y garantizar resultados exitosos a largo plazo. El uso de IA en la planificación quirúrgica ha demostrado ser superior a los métodos manuales. En el estudio de Kim J.E. (60), la IA alcanzó una

precisión del 95% en la clasificación y evaluación de implantes dentales, mejorando tanto la seguridad del paciente como la confianza de los cirujanos odontológicos en la ejecución de procedimientos complejos.

4.2.2 Diagnóstico y Detección de Patologías Dentales

Los estudios revisados también subrayan la importancia de la IA en el diagnóstico temprano de diversas patologías dentales, desde caries hasta condiciones más complejas como ameloblastomas y queratoquistes odontogénicos. El trabajo de Bispo, M.S. (50) destaca cómo las redes neuronales convolucionales han permitido la clasificación automática de lesiones dentales con una precisión superior al 90%. Esta tecnología ha mejorado notablemente la eficiencia diagnóstica, reduciendo el tiempo necesario para identificar patologías complejas y mejorando la capacidad de los clínicos para ofrecer tratamientos personalizados y oportunos.

Otro hallazgo relevante es la capacidad de la IA para detectar caries en sus primeras etapas. El estudio de Hesham N. (52) mostró que esta logró una precisión del 93% en la detección de caries incipientes a partir de radiografías intraorales. Esto es especialmente significativo en odontopediatría, ya que la detección temprana de caries puede prevenir su progresión y minimizar el daño dental. Asimismo, el trabajo de Schönewolf J. (51) en la detección de hipomineralización molar-incisiva (MIH) refuerza el papel de la IA en la mejora de la identificación de patologías dentales, facilitando un tratamiento preventivo más eficaz.

4.2.3 Fabricación y Personalización de Prótesis Dentales

La aplicación de IA en odontología también ha tenido un impacto considerable en la fabricación de prótesis dentales. Estudios como los de Liu, Che-Ming et al. (27) y Singi, Shriya et al. (61) han documentado mejoras significativas en la precisión del diseño y ajuste de prótesis dentales mediante el uso de sistemas CAD/CAM asistidos por IA. La capacidad de esta herramienta para realizar ajustes milimétricos ha reducido el margen de error y ha aumentado la personalización de los tratamientos, permitiendo a los dentistas crear prótesis más cómodas y estéticamente adecuadas para sus pacientes.

La robótica también ha comenzado a desempeñar un papel clave en la fabricación de prótesis dentales. Aunque la IA ha sido utilizada principalmente para personalizar prótesis, la robótica autónoma se está integrando en este proceso. El estudio de Damaševičius, R et al. (55) evaluó el

uso de brazos robóticos optimizados para realizar análisis de materiales dentales, lo que mejoró la precisión y eficiencia en la fabricación de prótesis. Estos avances no solo mejoran la calidad de las prótesis, sino que también reducen significativamente los tiempos de producción. El estudio de Liu (27) reportó una disminución del 400% en el tiempo de producción de coronas dentales, demostrando que la IA puede optimizar los flujos de trabajo en la práctica diaria.

4.2.4 Avances en la Imagenología Dental: CBCT y Radiografías Panorámicas

La IA también ha generado un impacto significativo en el campo de la imagenología dental. Diversos estudios han evaluado su uso para mejorar la calidad de las imágenes y facilitar el diagnóstico. El estudio de Zadrożny, Łukasz (62) mostró que los algoritmos de IA pueden analizar radiografías panorámicas con una especificidad superior al 90%, mejorando el diagnóstico de pérdida ósea periodontal y otras afecciones. De manera similar, el estudio de Na-Hyun Kim (53) demostró que esta herramienta procesó imágenes de CBCT de baja dosis con una precisión del 92% en la detección de caries, lo que no solo mejora la calidad de las imágenes, sino que también reduce la exposición del paciente a la radiación.

Estos avances no solo mejoran la capacidad diagnóstica de los dentistas, sino que también permiten una planificación más precisa y menos invasiva de los tratamientos. La integración de la IA en el análisis de imágenes CBCT ha facilitado la planificación preoperatoria en la cirugía de implantes, como lo demostró el estudio de Sakai, T et al. (54). Además, el trabajo de Gardiyanoglu et al. (28) evaluó el uso de IA en la segmentación dental a partir de radiografías, mostrando que la segmentación automática facilita el diagnóstico de patologías dentales.

Por otro lado, el estudio de De Angelis et al. (29) reportó una sensibilidad mayor al 90% en la detección de estructuras dentales en radiografías panorámicas, posicionando a la IA como una herramienta útil para diagnósticos precisos en la práctica odontológica. La revisión de Bansod, Akansha et al. (30) también destaca la precisión diagnóstica de la IA a través de impresiones digitales, reduciendo significativamente los errores humanos.

4.2.5 Robótica en Cirugía Maxilofacial y Tratamientos Complejos

La cirugía maxilofacial es otro campo donde la robótica ha tenido un impacto notable. El estudio de Wu, Jinyang et al. (33) evaluó un sistema robótico colaborativo basado en IA para realizar osteotomías craniomaxilofaciales, mostrando una mayor precisión en los procedimientos

quirúrgicos, optimizando los tiempos de operación y mejorando la eficacia del tratamiento. Estos avances son particularmente relevantes en cirugías complejas, donde el margen de error es mínimo y las consecuencias de una mala ejecución pueden ser severas.

Asimismo, el estudio de Fanhao, Meng et al. (49) examinó un sistema robótico automatizado para la colocación de implantes dentales en simulaciones, demostrando un alto grado de precisión con desviaciones mínimas entre la planificación y la colocación final del implante. Esto resalta el potencial de la misma para mejorar la precisión tanto en cirugías reales como en escenarios de simulación, donde los profesionales pueden perfeccionar sus habilidades antes de realizar los procedimientos en pacientes.

Además, el estudio de Xu, Z et al. (57) comparó los métodos tradicionales con estos sistemas, utilizando un sistema de navegación dinámica basado en realidad mixta (MR-DN). Los resultados mostraron que la robótica y la navegación dinámica redujeron las desviaciones angulares y mejoraron la precisión en la colocación de implantes, reafirmando que la robótica puede ofrecer una ventaja clínica significativa en la planificación y ejecución de tratamientos complejos.

4.2.6 Desafíos y Limitaciones de la IA en Odontología

A pesar de los avances documentados en los estudios revisados, es esencial destacar algunas limitaciones y desafíos asociados con la implementación de la inteligencia artificial (IA) en odontología. En primer lugar, la integración de sistemas basados en IA requiere una inversión considerable tanto en tecnología como en capacitación, lo que podría restringir su adopción en consultorios más pequeños o en regiones con recursos limitados. Además, como menciona el estudio de Hamooudi et al. (48), existe una necesidad urgente de mejorar la educación y formación de los dentistas en el uso de IA, ya que muchos profesionales aún no están completamente preparados para integrar estas tecnologías en su práctica diaria.

Si bien estos avances han mejorado la precisión, eficiencia y personalización de los tratamientos, generando mejores resultados clínicos y reduciendo el margen de error, la adopción generalizada de estas tecnologías aún enfrenta barreras significativas. Entre ellas se incluyen los elevados costos iniciales y la necesidad de formación adicional para los profesionales del sector odontológico. Sin embargo, a medida que más clínicas adopten estas tecnologías y las investigaciones continúen avanzando, se espera que la IA y la robótica sigan desempeñando un papel crucial en la evolución de la odontología.

Por otro lado, aunque los resultados iniciales de muchos estudios son alentadores, es necesario llevar a cabo más investigaciones clínicas a largo plazo para evaluar la eficacia de la IA en contextos reales y en una mayor variedad de pacientes y condiciones dentales.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Tras realizar la investigación, se concluye que las herramientas digitales, en particular la inteligencia artificial (IA) aplicada al diagnóstico odontológico, han demostrado ser sumamente eficaces para mejorar tanto la precisión como la eficiencia en la identificación de patologías dentales. Las redes neuronales convolucionales y otros modelos avanzados de IA permiten procesar grandes volúmenes de imágenes, facilitando la detección temprana de caries, enfermedades periodontales y lesiones complejas, como los ameloblastomas y los queratoquistes odontogénicos. Estos sistemas superan los métodos manuales tradicionales en rapidez y exactitud diagnóstica. De hecho, la IA ha logrado una precisión superior al 90% en los diagnósticos, lo que posibilita un enfoque preventivo más efectivo y disminuye la progresión de enfermedades dentales. Además, el análisis automatizado de imágenes CBCT y radiografías panorámicas ha optimizado la evaluación de estructuras dentales complejas, proporcionando diagnósticos más rápidos y precisos en comparación con las técnicas convencionales.
- La investigación también revela que la inteligencia artificial y la robótica han transformado los tratamientos odontológicos, particularmente en el ámbito de la implantología y la cirugía maxilofacial. Los sistemas robóticos han reducido de manera significativa las desviaciones en la colocación de implantes dentales, mejorando la precisión quirúrgica y minimizando el riesgo de errores postoperatorios. Tecnologías como la navegación robótica y los sistemas de control colaborativo han permitido realizar procedimientos quirúrgicos complejos con mayor eficiencia, optimizando los tiempos operatorios y mejorando los resultados clínicos. Asimismo, la combinación de realidad aumentada (AR) y robótica ha demostrado ser eficaz en implantología, reduciendo las desviaciones durante las cirugías de implantes y mejorando tanto la planificación como la ejecución de los tratamientos. Además, la robótica ha facilitado la fabricación de prótesis dentales personalizadas, optimizando tanto la estética como la funcionalidad de estas.
- La evaluación de la efectividad y precisión de la IA en procedimientos odontológicos específicos, como la detección de caries, la planificación de implantes y la fabricación de prótesis, ha demostrado que la IA ofrece resultados altamente precisos y eficientes. La IA ha

alcanzado elevados niveles de precisión en la detección de caries incipientes y en la evaluación de sistemas de implantes dentales, lo que ha permitido a los profesionales mejorar sus diagnósticos y ofrecer tratamientos más personalizados y efectivos. En la fabricación de prótesis dentales, los sistemas basados en CAD/CAM, apoyados por IA, han permitido una personalización más precisa de los tratamientos, mejorando tanto la comodidad del paciente como la estética. Además, la IA ha demostrado ser eficaz en la planificación ortodóntica, facilitando la detección automática de puntos cefalométricos y optimizando tratamientos ortodónticos complejos.

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable seguir avanzando en el desarrollo y mejora de las aplicaciones de inteligencia artificial en el diagnóstico dental, dado su potencial para procesar grandes volúmenes de datos y generar diagnósticos precisos en un tiempo reducido. También es fundamental que las instituciones de salud adopten plataformas digitales que integren herramientas basadas en IA, lo que facilitaría la detección de patologías como la caries y las enfermedades periodontales, permitiendo un diagnóstico temprano y más eficiente. Asimismo, se sugiere implementar programas de formación para los profesionales de la salud, ya que deben estar preparados para utilizar estas herramientas de manera eficaz, aprovechando su capacidad para mejorar la calidad del diagnóstico y minimizar los errores humanos.
- Se recomienda que los sistemas robóticos sean incorporados en clínicas odontológicas especializadas en cirugía de implantes y maxilofacial. La adopción de estas tecnologías debe estar acompañada de una formación continua para los profesionales, a fin de garantizar su uso eficiente. Además, se sugiere que las universidades y centros de formación odontológica incluyan cursos especializados en robótica dental y el uso de IA en la planificación quirúrgica. Esto permitirá que los futuros profesionales se adapten rápidamente a estas tecnologías y mejoren sus resultados clínicos.
- También es aconsejable seguir evaluando la eficacia de la IA en procedimientos odontológicos específicos, como la detección de caries, la clasificación de patologías maxilofaciales y la planificación de tratamientos ortodónticos. Los estudios han demostrado que la IA no solo mejora la precisión, sino que también optimiza la personalización de los tratamientos, como en el caso de las prótesis dentales. Se recomienda realizar estudios longitudinales para monitorear la efectividad a largo plazo de la IA en estos procedimientos, especialmente en la planificación quirúrgica y la fabricación de dispositivos protésicos personalizados. Estos estudios ayudarán a identificar áreas de mejora y garantizarán que los sistemas de IA sigan evolucionando para satisfacer las necesidades cambiantes de la práctica clínica.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Crenn MJ, Benoit A, Rohman G, Guilbert T, Fromentin O, Attal JP, et al. Selective Laser Melted Titanium Alloy for Transgingival Components: Influence of Surface Condition on Fibroblast Cell Behavior. *Journal of Prosthodontics*. el 1 de enero de 2022;31(1):50–8.
2. Núñez Martí JM, Krois J, Schwendicke F, Sauro S. La inteligencia artificial: Qué es, su uso en odontología y qué debemos saber para aplicarla. *Gaceta dental: Industria y profesiones*, ISSN 1135-2949, N° 342, 2022, págs 96-105 [Internet]. 2022 [citado el 9 de septiembre de 2024];(342):96–105. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8225240&info=resumen&idioma=SPA>
3. Karnik AP, Chhajer H, Venkatesh SB. Transforming Prosthodontics and oral implantology using robotics and artificial intelligence. *Frontiers in Oral Health*. el 29 de julio de 2024;5:1442100.
4. Grischke J, Johannsmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. Dentronics: Towards robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dental Materials*. el 1 de junio de 2020;36(6):765–78.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe sobre el Estado Mundial de la Salud 2019: Cobertura sanitaria universal [Internet]. 2019 [citado el 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage\(uhc\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage(uhc))
6. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Informe sobre la situación social en América Latina y El Caribe [Internet]. 2020 [citado el 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/situacion-social-en-america-latina-y-el-caribe>
7. Ministerio de Salud Pública. Informe Anual [Internet]. 2020 [citado el 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/informe-anual-de-gestion-del-ministerio-de-salud-publica2020/>
8. Steffy N, Reyes P, Margarita M, Palacios G, Armando J, Freire Y. La robótica y su uso en las diferentes especialidades de la odontología, revisión sistemática. *Revista Conrado* [Internet]. el 21 de junio de 2022 [citado el 10 de septiembre de 2024];18(S2):250–60. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2462>
9. Sociedad UY, Estupiñán Ricardo J, Yelandi Leyva Vázquez M, Javier Peñafiel Palacios A, El Assafiri Ojeda Y, Ricardo E, et al. Inteligencia artificial y propiedad intelectual.

- Universidad y Sociedad [Internet]. el 1 de diciembre de 2021 [citado el 10 de septiembre de 2024];13(S3):362–8. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2490>
10. Lecun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature* 2015 521:7553 [Internet]. el 27 de mayo de 2015 [citado el 10 de septiembre de 2024];521(7553):436–44. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature14539>
 11. Adriana Margarita Porcelli. Inteligencia Artificial y la Robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho global estudios sobre derecho y justicia*. el 1 de octubre de 2020;6(16):49–105.
 12. Cascianelli S, Costante G, Bellocchio E, Valigi P, Fravolini ML, Ciarfuglia TA. Robust visual semi-semantic loop closure detection by a covisibility graph and CNN features. *Rob Auton Syst*. el 1 de junio de 2017;92:53–65.
 13. Zerón A. Inteligencia artificial y charlas robotizadas por ChatGPT. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 2023;80(2):66–9.
 14. News. *The Journal of the American Dental Association* [Internet]. el 1 de agosto de 2020 [citado el 10 de septiembre de 2024];151(8):558–9. Disponible en: <http://jada.ada.org/article/S0002817720304347/fulltext>
 15. Morgano SM. Comment on: Schmitz JH, Valenti M. Interim restoration technique for gingival displacement with a feather-edge preparation design and digital scan. *J Prosthet Dent* 2020;123:580-3. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. el 1 de junio de 2021 [citado el 10 de septiembre de 2024];125(6):953. Disponible en: <http://www.thejpd.org/article/S0022391320304212/fulltext>
 16. Revell G, Simon B, Mennito A, Evans ZP, Renne W, Ludlow M, et al. Evaluation of complete-arch implant scanning with 5 different intraoral scanners in terms of trueness and operator experience. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. el 1 de octubre de 2022 [citado el 10 de septiembre de 2024];128(4):632–8. Disponible en: <http://www.thejpd.org/article/S0022391321000524/fulltext>
 17. Donovan TE, Marzola R, Murphy KR, Cagna DR, Eichmiller F, McKee JR, et al. Annual review of selected scientific literature: A report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. el 1 de diciembre de 2018 [citado el 10 de septiembre de 2024];120(6):816–78. Disponible en: <http://www.thejpd.org/article/S0022391318308357/fulltext>

18. Jiang M, Fan Y, Li KY, Lo ECM, Chu CH, Wong MCM. Factors affecting success rate of atraumatic restorative treatment (ART) restorations in children: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* el 1 de enero de 2021;104:103526.
19. Chen J, Zhang Z, Chen X, Zhang C, Zhang G, Xu Z. Design and manufacture of customized dental implants by using reverse engineering and selective laser melting technology. *Journal of Prosthetic Dentistry.* el 1 de noviembre de 2014;112(5):1088-1095.E1.
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. *Research, Society and Development* [Internet]. el 22 de julio de 2024 [citado el 10 de septiembre de 2024];13(7):e10713746434. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46434>
21. Mikeli A, Walter MH, Rau SA, Raedel M, Raedel M. Three-year clinical performance of posterior monolithic zirconia single crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. el 1 de diciembre de 2022 [citado el 10 de septiembre de 2024];128(6):1252–7. Disponible en: <http://www.thejpd.org/article/S0022391321001396/fulltext>
22. Cacñahuaray-Martínez G, Cacñahuaray-Martínez G, Gómez-Meza D, Lamas-Lara V, Guerrero ME. Aplicación de la inteligencia artificial en Odontología: Revisión de la literatura. *Odontología Sanmarquina* [Internet]. el 1 de julio de 2021 [citado el 10 de septiembre de 2024];24(3):243–53. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/20512>
23. Uribe S, Uribe S. Futuro de la inteligencia artificial en Odontología. *Odontología Sanmarquina* [Internet]. el 1 de julio de 2021 [citado el 10 de septiembre de 2024];24(3):305–7. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/20726>
24. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dental Materials.* 2012;28(1):3–12.
25. Abdullah S, Mohammed A, Mohammed A, Mohammed A, Alajlan SA. Future of Using Robotic and Artificial Intelligence in Implant Dentistry. *Cureus* [Internet]. 2023;15(8). Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/future-using-robotic-artificial-intelligence/docview/2870661395/se-2?accountid=36757>
26. Grigoryan K. Accuracy of a robotic dental implant navigation system in dental implant practice. *Bulletin of Stomatology and Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2023;19(4):4–72. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

- 85178956197&doi=10.58240%2f1829006X-2023.19.4-72&partnerID=40&md5=daf60b8ff5a7d544490c5922fea21d0d
27. Liu CM, Lin WC, Lee SY. Evaluation of the efficiency, trueness, and clinical application of novel artificial intelligence design for dental crown prostheses. *Dental Materials* [Internet]. 2024;40(1):19–27. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85174339637&doi=10.1016%2fj.dental.2023.10.013&partnerID=40&md5=ad1dd1c0375a1f0980c87a5804d9cd31>
 28. Gardiyanoglu E, Ünsal G, Akkaya N, Aksoy S, Orhan K. Automatic Segmentation of Teeth, Crown–Bridge Restorations, Dental Implants, Restorative Fillings, Dental Caries, Residual Roots, and Root Canal Fillings on Orthopantomographs: Convenience and Pitfalls. *Diagnostics* [Internet]. 2023;13(8):1487. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/automatic-segmentation-teeth-crown-bridge/docview/2806519498/se-2?accountid=36757>
 29. De Angelis F, Pranno N, Franchina A, Carlo S Di, Brauner E, Ferri A, et al. Artificial Intelligence: A New Diagnostic Software in Dentistry: A Preliminary Performance Diagnostic Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(3):1728. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/artificial-intelligence-new-diagnostic-software/docview/2627537941/se-2?accountid=36757>
 30. Bansod AV, Pisulkar SK. Artificial Intelligence & Its Contemporary Applications in Dentistry. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* [Internet]. 2021;12(6):4192–6. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/artificial-intelligence-amp-contemporary/docview/2640417303/se-2?accountid=36757>
 31. Kumar P, Ravindranath K, Srilatha V, Alobaoid M, Kulkarni M, Mathew T, et al. Analysis of advances in research trends in robotic and digital dentistry: An original research. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, suppl Supplement* [Internet]. julio de 2022;14(5):185–7. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/analysis-advances-research-trends-robotic-digital/docview/2693693177/se-2?accountid=36757>
 32. Li H, Sakai T, Tanaka A, Ogura M, Lee C, Yamaguchi S, et al. Interpretable AI Explores Effective Components of CAD/CAM Resin Composites. *J Dent Res* [Internet]. 2022;101(11):1363–71. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85129241873&doi=10.1177%2f00220345221089251&partnerID=40&md5=8df3bce76a7f67bf4f8e8f1be1efea2b

33. Wu J, Hui W, Niu J, Chen S, Lin Y, Luan N, et al. Collaborative Control Method and Experimental Research on Robot-Assisted Craniomaxillofacial Osteotomy Based on the Force Feedback and Optical Navigation. *Journal of Craniofacial Surgery* [Internet]. el 1 de octubre de 2022 [citado el 18 de septiembre de 2024];33(7):2011–8. Disponible en: <https://journals.lww.com/10.1097/SCS.00000000000008684>
34. Parameswari RP, Patil SR, Azhar DA, Abdul HBF, Isaqali KM. Unlocking the Potential: Investigating Dental Practitioners' Willingness to Embrace Artificial Intelligence in Dental Practice. *Cureus* [Internet]. 2024;16(2). Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/unlocking-potential-investigating-dental/docview/3020784770/se-2?accountid=36757>
35. Pellegrino G, Mangano C, Mangano R, Ferri A, Taraschi V, Marchetti C. Augmented reality for dental implantology: A pilot clinical report of two cases. *BMC Oral Health* [Internet]. 2019;19(1). Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069448772&doi=10.1186%2fs12903-019-0853-y&partnerID=40&md5=2640a0a3609819dd49bd42dfc99f6044>
36. Hassani H, Andi PA, Ghodsi A, Norouzi K, Komendantova N, Unger S. Shaping the Future of Smart Dentistry: From Artificial Intelligence (AI) to Intelligence Augmentation (IA). *IoT* [Internet]. 2021;2(3):510. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/shaping-future-smart-dentistry-artificial/docview/2656391820/se-2?accountid=36757>
37. Murali S, Bagewadi A, Kumar S L, Fernandes A, Jayapriya T, Panwar A, et al. Knowledge, attitude, and perception of dentists regarding the role of Artificial Intelligence and its applications in Oral Medicine and Radiology: a cross sectional study. *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery* [Internet]. 2023;29(2). Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85165614883&doi=10.1051%2fmbcb%2f2023018&partnerID=40&md5=16e822f024acfb a0054f8ad5eac03135>
38. Ozsunkar PS, Özen DÇ, Abdelkarim AZ, Duman S, Uğurlu M, Kuleli MRD, et al. Detecting white spot lesions on post-orthodontic oral photographs using deep learning based on the YOLOv5x algorithm: a pilot study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024;24:1–

11. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/detecting-white-spot-lesions-on-post-orthodontic/docview/3054186417/se-2?accountid=36757>
39. Ueda A, Tussie C, Kim S, Kuwajima Y, Matsumoto S, Kim G, et al. Classification of Maxillofacial Morphology by Artificial Intelligence Using Cephalometric Analysis Measurements. *Diagnostics* [Internet]. 2023;13(13):2134. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/classification-maxillofacial-morphology/docview/2836301117/se-2?accountid=36757>
40. Wang Chau RC, Chong M, Thu KM, Chu NSP, Koohi-Moghadam M, Hsung RTC, et al. Artificial intelligence-designed single molar dental prostheses: A protocol of prospective experimental study. *PLoS One* [Internet]. junio de 2022;17(6). Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/artificial-intelligence-designed-single-molar/docview/2687691024/se-2?accountid=36757>
41. Petre AE, Pantea M, Drafta S, Imre M, Țâncu AMC, Liciu EM, et al. Modular Digital and 3D-Printed Dental Models with Applicability in Dental Education. *Medicina (B Aires)* [Internet]. 2023;59(1):116. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/modular-digital-3d-printed-dental-models-with/docview/2767235767/se-2?accountid=36757>
42. Jang WS, Kim S, Yun PS, Jang HS, Seong YW, Yang HS, et al. Accurate detection for dental implant and peri-implant tissue by transfer learning of faster R-CNN: a diagnostic accuracy study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2022;22(1). Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85143666725&doi=10.1186%2fs12903-022-02539-x&partnerID=40&md5=9e0090d22e636ff6725256fbb37c972f>
43. Benakatti V, Nayakar R, Anandhalli M. Machine learning for identification of dental implant systems based on shape - A descriptive study. *J Indian Prosthodont Soc* [Internet]. 2021;21(4):405–11. Disponible en: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119453392&doi=10.4103%2fjips.jips_324_21&partnerID=40&md5=a39384cc534f76d98eb8894b501f0848
44. Santiago Gómez SU. Pasado, presente y futuro de la cariología. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry* [Internet]. 2022 [citado el 10 de septiembre de 2024];15(3). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6100/610075181018/610075181018.pdf>

45. Ding Y, Zheng Y, Chen R, Cao R, Chen J, Wang L, et al. Accuracy of a novel semi-autonomous robotic-assisted surgery system for single implant placement: A case series. *J Dent* [Internet]. 2023;139. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85175821109&doi=10.1016%2fj.jdent.2023.104766&partnerID=40&md5=f67e2fe0ae8b007cda3b2701aa62ee3b>
46. Dibart S, Kernitsky-Barnatan J, Di Battista M, Montesani L. Robot assisted implant surgery: Hype or hope? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* [Internet]. el 1 de diciembre de 2023 [citado el 18 de septiembre de 2024];124(6):101612. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468785523002331>
47. Alevizakos V, Bekes K, Steffen R, von See C. Artificial intelligence system for training diagnosis and differentiation with molar incisor hypomineralization (MIH) and similar pathologies. *Clin Oral Investig* [Internet]. diciembre de 2022;26(12):6917–23. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/artificial-intelligence-system-training-diagnosis/docview/2741134575/se-2?accountid=36757>
48. Hammoudi Halat D, Shami R, Daud A, Sami W, Soltani A, Malki A. Artificial Intelligence Readiness, Perceptions, and Educational Needs Among Dental Students: A Cross-Sectional Study. *Clin Exp Dent Res* [Internet]. el 1 de agosto de 2024;10(4). Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/artificial-intelligence-readiness-perceptions/docview/3098620385/se-2?accountid=36757>
49. Fanhao M, Dongsheng X, Nenghao J, Yu S, Huanyu T, Bo Q, et al. Phantom study of a fully automatic radioactive seed placement robot for the treatment of skull base tumours. *BMC Oral Health* [Internet]. el 5 de abril de 2024 [citado el 18 de septiembre de 2024];24(1):420. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-04089-w>
50. Bispo MS, de Queiroz Pierre MLG, Apolinário AL, dos Santos JN, Junior BC, Neves FS, et al. Computer tomographic differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst: Classification using a convolutional neural network. *Dentomaxillofacial Radiology* [Internet]. 2021;50(7). Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85115752044&doi=10.1259%2fdmfr.20210002&partnerID=40&md5=ff9ce199b792e4c967ce4c43d1ab84b1>

51. Schönewolf J, Meyer O, Engels P, Schlickerrieder A, Hickel R, Gruhn V, et al. Artificial intelligence-based diagnostics of molar-incisor-hypomineralization (MIH) on intraoral photographs. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022;26(9):5923–30. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85130711417&doi=10.1007%2fs00784-022-04552-4&partnerID=40&md5=a7f9f14c09a2056c2c08a9439cfbf86f>
52. Hesham N, Ashmawy M, Samir S. Reliability of Artificial Intelligence in Lateral Cephalometric Analysis. *Ain Shams Dental Journal (Egypt)* [Internet]. 2024;33(1):61–71. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85188339807&doi=10.21608%2fasdj.2024.260733.1200&partnerID=40&md5=50095aabf95ad282792ca8d3b4a4e211>
53. Na-Hyun K, Byoung-Eun Y, Kang SH, Young-Hee K, Na JY, Jo-Eun K, et al. Preclinical and Preliminary Evaluation of Perceived Image Quality of AI-Processed Low-Dose CBCT Analysis of a Single Tooth. *Bioengineering* [Internet]. 2024;11(6):576. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/preclinical-preliminary-evaluation-perceived/docview/3072273693/se-2?accountid=36757>
54. 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* [Internet]. 2023;67(3):360–5. Disponible en: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85146021719&doi=10.2186%2fjpr.JPR_D_22_00053&partnerID=40&md5=47cdf23d2b03da628cfbdd7fedede211
55. Damaševičius R, Maskeliūnas R, Narvydas G, Narbutaitė R, Połap D, Woźniak M. Intelligent automation of dental material analysis using robotic arm with Jerk optimized trajectory. *J Ambient Intell Humaniz Comput* [Internet]. diciembre de 2020;11(12):6223–34. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/intelligent-automation-dental-material-analysis/docview/2919601193/se-2?accountid=36757>
56. Al-Sarem M, Al-Asali M, Alqutaibi AY, Saeed F. Enhanced Tooth Region Detection Using Pretrained Deep Learning Models. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(22):15414. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/enhanced-tooth-region-detection-using-pretrained/docview/2739427949/se-2?accountid=36757>

57. Xu Z, Xiao Y, Zhou L, Lin Y, Su E, Chen J, et al. Accuracy and efficiency of robotic dental implant surgery with different human-robot interactions: An in vitro study. *J Dent* [Internet]. el 1 de octubre de 2023 [citado el 18 de septiembre de 2024];137:104642. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571223002282>
58. Chander N. Augmented reality in prosthodontics. *J Indian Prosthodont Soc* [Internet]. 2019;19(4):281–2. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/augmented-reality-prosthodontics/docview/2303612416/se-2?accountid=36757>
59. Miguel Ángel Saravia-Rojas RGV. ChatGPT e inteligencia artificial para la educación universitaria y su impacto en la odontología: retos y oportunidades. *Revista Estomatológica Herediana* [Internet]. 2023 [citado el 10 de septiembre de 2024];33(4). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4215/421576226003/421576226003.pdf>
60. Kim JE, Nam NE, Shim JS, Jung YH, Cho BH, Hwang JJ. Transfer Learning via Deep Neural Networks for Implant Fixture System Classification Using Periapical Radiographs. *Journal of Clinical Medicine* 2020, Vol 9, Page 1117 [Internet]. el 14 de abril de 2020 [citado el 23 de septiembre de 2024];9(4):1117. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/4/1117/htm>
61. Singi SR, Seema S, Reche AR, Akash S, Namrata M. Extended Arm of Precision in Prosthodontics: Artificial Intelligence. *Cureus* [Internet]. 2022;14(11). Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/extended-arm-precision-prosthodontics-artificial/docview/2759762658/se-2?accountid=36757>
62. Zadrożny Ł, Regulski P, Brus-Sawczuk K, Czajkowska M, Parkanyi L, Ganz S, et al. Artificial Intelligence Application in Assessment of Panoramic Radiographs. *Diagnostics* [Internet]. 2022;12(1):224. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/artificial-intelligence-application-assessment/docview/2621280480/se-2?accountid=36757>
63. Mujoo S, Alqahtani AS, Dubey A, Hamdi BA, Alhazmi BA, Sulaily AA. Clinical application of artificial intelligence in oral radiology. *NeuroQuantology* [Internet]. 2022;20(12):19–26. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/clinical-application-artificial-intelligence-oral/docview/2771607233/se-2?accountid=36757>
64. Shusterman A, Nashef R, Tecco S, Mangano C, Lerner H, Mangano FG. Accuracy of implant placement using a mixed reality-based dynamic navigation system versus static computer-assisted and freehand surgery: An in Vitro study. *J Dent* [Internet]. 2024;146. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

- 85193437701&doi=10.1016%2fj.jdent.2024.105052&partnerID=40&md5=e8991405afbb019c61b12975316219d0
65. Xiong YT, Zeng W, Xu L, Guo JX, Liu C, Chen JT, et al. Virtual reconstruction of midfacial bone defect based on generative adversarial network. *Head Face Med* [Internet]. 2022;18(1). Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85132956021&doi=10.1186%2fs13005-022-00325-2&partnerID=40&md5=d1e4901a687088da47cfe60a63e0bd21>
66. Dot G, Schouman T, Chang S, Rafflenbeul F, Kerbrat A, Rouch P, et al. Automatic 3-Dimensional Cephalometric Landmarking via Deep Learning. *J Dent Res* [Internet]. 2022;101(11):1380–7. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85136601538&doi=10.1177%2f00220345221112333&partnerID=40&md5=bcfe66ff5fea9fd021144c95ff0570ac>