

Uso de Internet por los dentistas. Revisión de la literatura

Alfredo Hernández-Díaz Fernández de Heredia [1], Carmen Anaya-Aguilar [2],
Eva M^a Rosel Gallardo [3]

1. Doctor en Cirugía y Odontostomatología por la Universidad de Salamanca. Estudios de Economía y Empresa, Universitat Oberta de Catalunya, Av. Tibidabo 39-43, Barcelona, España, ahernandezdiaz@uoc.edu
2. Departamento de Economía y Administración de Empresas. Universidad de Málaga, Campus El Ejido, 29071, Málaga, España, canaya@uma.es
3. Doctora en Odontología por la Universidad de Granada. Práctica privada en Granada. Campus Universitario de Cartuja, s/n, 18011, Granada, erosel@ugr.es. 625698524 (correspondencia)

Resumen

Objetivos

El objetivo de este artículo es revisar la digitalización actual de la odontología, el avance tecnológico, las limitaciones y los desafíos para garantizar la calidad y eficiencia en la atención dental.

Métodos

Esta revisión se divide en los siguientes temas de discusión, la utilización de la realidad aumentada y virtual, los escáneres digitales, la telemedicina en odontología, la inteligencia artificial y el registro digital de salud oral. Hemos incluido 30 referencias relevantes después de evaluar los títulos, resúmenes y textos desde las bases de datos: Web of Science, Scopus y PubMed de los últimos 3 años (2019-2022).

Resultados

Después de la aplicación de las herramientas digitales en la odontología se consigue alcanzar procesos más eficaces, precisos y en menor tiempo. **Conclusiones** Este trabajo muestra como la digitalización se aplica cada vez más con normalidad en el sector dental mejorando los resultados en eficacia, tiempo y costes.

Palabras clave: Uso de internet, odontología digital, telesalud, CAD/CAM, escáner intraoral, realidad aumentada (RA), realidad virtual (VR), inteligencia artificial (AI), tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), teleodontología.

Abstract

Objectives

The objective of this article is to review the current digitalization of dentistry, technological advances, limitations and challenges to guarantee quality and efficiency in dental care.

Methods

This review is divided into the following discussion topics, the utilization of augmented and virtual reality, digital scanners, telemedicine in dentistry, artificial intelligence, and digital oral health record. We have included 30 relevant references after evaluating the titles, abstracts and texts from the databases: Web of Science, Scopus and PubMed from the last 3 years (2019-2022). **Results**

After application digital tools in dentistry, it is possible to achieve more efficient and precise processes in a shorter time.

Conclusions

This work shows how digitization is increasingly being applied normally in the dental sector, improving results in terms of efficiency, time and costs.

Key words: Extra-short dental implant, narrow implant, bone atrophy.

Key words: Internet use, digital dentistry, telehealth, CAD/CAM, intraoral scanner, augmented reality (AR), virtual reality (VR), artificial intelligence (AI), cone beam computed tomography, CBCT, teledentistry.

Introducción

La llegada de internet y la revolución digital supone una transformación en los métodos de trabajo de la odontología, tanto en el diagnóstico como en el tratamiento. El aumento de la digitalización en la odontología conlleva un gran avance en el proceso de recopilación, procesamiento y envío de los datos a través de internet y la red de ordenadores. Este progreso ha sido apoyado exponencialmente por el Internet de las cosas médicas (IoMT), big data y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que abarcan realidad aumentada y virtual (AR y VR) e inteligencia artificial (AI). La investigación en el área dental se centra actualmente en explorar las numerosas aplicaciones beneficiosas que ofrecen los datos digitales, tanto en la práctica clínica como en la investigación dental [1]. Los grandes proveedores de atención sanitaria buscan nuevas funcionalidades, facilitadas por la digitalización y el internet de alta velocidad, en teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores personales y dispositivos wearables para brindar una gestión avanzada y simplificada en odontología [2, 3].

Materiales y métodos

Se realizó una revisión literaria en las bases de datos Web of Science y PubMed publicados entre 2019 y 2022. Se usaron términos de búsquedas libres y del

sistema MeSh (Medical Subject Heading) en distintas combinaciones mediante el uso de operadores booleanos. Un ejemplo de búsqueda es: “digital dentistry” AND (internet use OR OR Telehealth OR CAD/CAM OR intraoral scanner OR augmented reality (AR) OR virtual reality (VR) OR artificial intelligence OR AI OR big data OR cone beam computed tomography OR CBCT OR teledentistry). Después de evaluar los resúmenes, títulos y textos en las bases de datos, se seleccionaron 30 referencias relevantes de artículos de impacto y revisiones de la literatura que cumplieran los criterios de inclusión (existencia de resumen, artículos escritos en inglés y español en áreas de investigación de Health Care Sciences Services.

Resultados

Realidad Aumentada y Virtual

La realidad aumentada (AR) es una tecnología interactiva que mejora un entorno del mundo real mediante información animada por ordenador. En otras palabras, la AR expande el mundo real con contenido animado a través de la simulación virtual de imágenes y videos en vivo. La realidad virtual (VR), por el contrario, utiliza solo escenarios computarizados artificiales sin conexión con la realidad. En el mercado existen aplicaciones y software que se apoyan en gran medida en esta técnica para mejorar la habilidad y la capacidad de los dentistas [4]. En ortodoncia y rehabilitación los diseños se amplían a la verdadera anatomía existente de un paciente para simular diversas funciones y movimientos. Esto permite la comunicación previa entre el odontólogo y el técnico para diseñar prospectivamente y, por lo tanto, decidir las mejores alternativas para la prótesis de un paciente, por ejemplo, en la construcción de prótesis que utilizan sistemas AR/VR. Por otro lado, los cirujanos orales maxilofaciales, con la ayuda de un software especializado y un equipo de ingeniería, pueden prediseñar una plantilla o férula quirúrgica en función de las necesidades, así como en casos complejos de traumatismos e implantes [5]. Esto permite implementar una técnica quirúrgica más precisa, reduciendo el riesgo de error humano en el campo quirúrgico y proporcionando una recuperación quirúrgica más rápida y, por lo tanto, reduciendo la posible contaminación innecesaria del gabinete quirúrgico y la morbilidad quirúrgica [6]. El avance en los sistemas AR/VR también ha permitido una mejor simulación del modelo digital tridimensional, facilitando así la interacción y comunicación con los pacientes. Con el desarrollo reciente de otros dispositivos como el escáner intraoral y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se han acelerado los procesos de implantología, ortodoncia y otros tratamientos dentales al disponer de un mapa detallado de la boca en 3D y lograr una mayor eficiencia en un menor espacio de tiempo. La educación dental también es un ámbito que avanza mediante la AR/VR. Estos sistemas virtuales mejorarán la práctica preclínica a través de simulaciones prospectiva, sin el riesgo de dañar a un paciente de la vida real. Además, permitirán que los estudiantes de odontología reflexionen y

aprendan por sí mismos, lo que reducirá la carga de trabajo del profesorado en comparación con la formación tradicional de simulación preclínica [7, 8].

Resultados de realidad Aumentada y Virtual			
Referencia	Tipo de estudio	Resultados	Conclusiones
5	Revisión de la literatura	La implantología dental y la cirugía ortognática son las aplicaciones más frecuentes de la realidad virtual y la realidad aumentada. La planificación virtual mejoró la precisión de la inserción de implantes dentales. La realidad virtual se ha utilizado para mejorar la educación y la calidad de la formación en cirugía oral y maxilofacial mediante la creación de un entorno virtual.	La realidad virtual y aumentada han contribuido a la planificación de procedimientos maxilofaciales y a la formación en cirugía. Pocos artículos destacaron la importancia de esta tecnología para mejorar la calidad de la atención de los pacientes.
7	Revisión de la literatura	El escaneado intraoral (IOS) se utiliza para la formación personalizada en la preparación de coronas. Al capturar ópticamente el diente preparado del estudiante y compararlo digitalmente con uno ideal dentro de un software educativo, el estudiante puede ver objetivamente su resultado y progreso personal.	La educación dental se beneficiará de los sistemas de inteligencia artificial para planes de estudios personalizados que tengan en cuenta las habilidades individuales de los estudiantes.
8	Revisión de la literatura	La revisión identificó 68 artículos relevantes. Tras la revisión, surgieron cuatro áreas temáticas educativas relacionadas con el 'hardware de simulación', el 'realismo de la simulación', los 'sistemas de puntuación' y la 'validación' de los sistemas. La mayoría de los artículos de esta revisión evaluaron como tarea educativa la preparación de las cavidades bucales a través de simuladores hápticos.	Recomienda áreas donde se requiere investigación adicional para formar una mejor base de evidencia para la utilidad de la RV en la educación dental, así como para informar su desarrollo futuro.
Resultados de Escáneres Intraorales			
10	Estudio clínico	Con el método malla/malla, los mejores resultados los obtuvo CS 3700® seguido de ITERO ELEMENTS 5D®, i-500®, TRIOS 3®, CS 3600®, PRIMESCAN®, VIRTUO VIVO®, RUNEYES®, EMERALD S®, EMERALD®, OMNICAM® y DWIO®. Con el método nurbs/nurbs, los mejores resultados los obtuvo ITERO ELEMENTS 5D®, seguido de PRIMESCAN®, TRIOS 3®, i-500®, CS 3700®, CS 3600®, VIRTUO VIVO®, RUNEYES®, EMERALD S®, OMNICAM®, EMERALD® y DWIO®. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los escáneres intraorales.	Se encontraron diferentes niveles de veracidad entre los escáneres intraorales evaluados en este estudio. Se necesitan más estudios para confirmar estos resultados.
11	Revisión crítica	La precisión y reproducibilidad de los escáneres intraorales, en comparación con los métodos convencionales, se investigaron en varios estudios, con resultados controvertidos. La duración del procedimiento no informó ningún resultado claro a favor de ningún método. Los pacientes parecen preferir el escaneo intraoral, aunque numerosos estudios señalan la importancia de la experiencia y las habilidades de los operadores.	A pesar de las innovaciones que los escáneres intraorales han traído a la práctica clínica de ortodoncia, todavía existen algunos desafíos y limitaciones en su uso. La mayoría de las limitaciones existentes pueden superarse con experiencia y buenas habilidades clínicas. Es necesario realizar más estudios de alta calidad para que los médicos puedan tener una imagen clara de esta nueva tecnología.

Tabla 1. Resultados de Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Escáneres intraorales

Escáner intraoral

Con la llegada de la tecnología CAD/CAM hemos minimizado los errores en el resultado final de la prótesis. El desarrollo actual del diseño asistido por ordenador y la fabricación asistida por ordenador (CAD-CAM) ha llevado el campo de la prostodoncia a una nueva frontera. La construcción de prótesis dentales ha evolucionado rápidamente con la influencia de las fresadoras e impresoras 3D que han dado como resultado la realización rápida de prótesis en un tiempo de fabricación más corto. Los modelos dentales tridimensionales (3D) se obtienen mediante escáneres intraorales, eliminando así la necesidad del método de impresión convencional. Entre las ventajas de la impresión 3D están el menor tiempo requerido, evitando riesgos de contaminación cruzada, herramienta de comunicación entre los dentistas, pacientes y protésicos, así como la simplificación del procedimiento para el clínico. Es fundamental evaluar la precisión de estos enfoques digitales,

especialmente el escáner intraoral, ya que es el primer paso para adoptar el enfoque CAD-CAM. Varios estudios evaluaron la precisión entre escáneres intraorales para prótesis dentales fijas; sin embargo, los resultados son discutibles. Zimmerman et al. informó que cada escáner intraoral con un sistema CAD diferente tiene un valor diferente de precisión [9]. Otro estudio realizado por Mangano et al., con impresiones digitales de implantes de arcada completa, comparó la veracidad de 12 escáneres intraorales diferentes utilizando resultados de múltiples variables y demostró que había una diferencia significativa en términos de precisión entre diferentes escáneres intraorales que se comercializan en el mundo entero [10]. Christopoulou et al. observaron en la práctica clínica que la curva de aprendizaje de los escáneres intraorales es distinta para cada clínico dependiendo de la edad, su experiencia con dispositivos digitales, así como de su adaptación a las nuevas tecnologías [11].

Teleodontología con videoconsulta

El desafío actual en la atención bucodental integral del paciente es el aumento del coste del tratamiento dental, la mayor longevidad de la edad de la población, las enfermedades bucales crónicas y la necesidad de un seguimiento efectivo, especialmente para pacientes de áreas remotas con dificultades para llegar a ciertas localizaciones de clínicas dentales [12]. La telemedicina en odontología se introdujo para facilitar y establecer un camino para que el paciente reduzca la cantidad y el tiempo de visitas a la clínica dental y, al mismo tiempo, potenciar el autocuidado de la salud bucal en el hogar. Este sistema también proporciona otras ventajas de seguimiento de la salud oral y de educación en salud bucodental para pacientes mayores en centros de atención asistidos. La videoconsulta médica o telemedicina consiste en la distribución de servicios de salud a distancia a través de móvil, ordenador o tableta con una transmisión segura de datos e información visual y de audio para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento del paciente [13, 14]. Este sistema evita desplazamientos innecesarios y permite que la revisión o consulta se realice en el domicilio, en servicios asistidos o en centros de atención primaria. Algunos estudios demuestran que la teleodontología puede gestionar emergencias tranquilizando al paciente [15]. Otros estudios demuestran que la teleodontología tiene una buena aceptación tanto por parte de los pacientes como de los dentistas y puede ser una alternativa adecuada para aumentar el acceso de pacientes a los servicios de atención médica y ahorrar recursos durante la pandemia del COVID-19 [16]. Algunos estudios demuestran que la teleodontología podría ser útil en la práctica clínica después de la pandemia [17].

Referencia	Tipo de estudio	Resultados	Conclusiones
13	Estudio clínico	En todos los casos, el consultor pudo realizar una consulta clínica eficaz y segura, aunque no inferior a una consulta presencial, independientemente del sexo y la edad.	Este estudio sugiere que el concepto de consultas remotas es una forma factible de ofrecer consultas especializadas en odontología restauradora con altos niveles de aceptabilidad por parte del paciente y que se puede brindar de una manera práctica y simple.
15	Revisión	Una búsqueda primaria encontró 80 artículos, 69/80 fueron excluidos como no relevantes sobre la base de: el resumen, el título, el diseño del estudio, el sesgo y/o la falta de relevancia. Doce artículos fueron incluidos en el análisis cualitativo. Todos los estudios incluidos coincidieron en las ventajas de introducir la teleodontología en la práctica clínica.	La teleodontología puede gestionar la mayoría de las emergencias, tranquilizando y siguiendo a los pacientes de forma remota. El objetivo marcado por la teleasistencia dental se cumplió al reducir las vistas a la consulta de los pacientes manteniendo un seguimiento regular, sin comprometer los resultados. Aunque nuestros hallazgos preliminares deben investigarse más a fondo para evaluar objetivamente la eficacia, la rentabilidad y los resultados a largo plazo, confiamos en que la teleasistencia en ortodoncia tendrá un papel que desempeñar en un futuro cercano.
16	Estudio cuestionario	La mayoría de los pacientes estuvieron muy de acuerdo y satisfechos con el uso de la teleodontología en cinco dominios explorados: la facilidad, la amplitud y la utilidad de las videoconsultas y los niveles de ansiedad y satisfacción del paciente. Tanto los dentistas como los estudiantes se sintieron más seguros y competentes después de haber realizado una videoconsulta. La mayoría de los médicos encontraron la plataforma de teleodontología útil y fácil de acceder. Algo menos del 80% de los pacientes afirmaron que recomendarían la videoconsulta.	Este estudio muestra que la teleodontología puede ser una opción válida para ayudar a los proveedores de servicios y pacientes dentales, ya que parece estar bien aceptada, tanto por los pacientes como por los dentistas.
17	Estudio cuestionario	El conocimiento como la práctica de teleodontología antes de la pandemia de COVID-19 eran bajos (25,75% y 12,42%, respectivamente); sin embargo, desde el inicio de la actual pandemia, los conocimientos aumentaron un 62,72% y la práctica un 42,53%. El 93,1% de los encuestados consideró que la teleodontología podría ser útil en su práctica clínica y el 59,55% consideraría practicarla después de la pandemia. Un alto número de dentistas (88,58%) no cobra por estos servicios.	La pandemia de COVID-19 ha tenido un gran impacto en la teleodontología, incrementando significativamente el conocimiento y la práctica. Los dentistas esperan continuar practicando teleodontología en el futuro. Sin embargo, es necesario romper algunas barreras geográficas, tecnológicas y de actitud para aumentar el uso diario de teleodontología.

Tabla 2. Resultados de Teleodontología y Videoconsulta

Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) es la capacidad de una máquina para realizar tareas humanas y resolver problemas a partir del aprendizaje de un conjunto específico de datos. La base de la IA es aumentar la capacidad de las máquinas o sus componentes de inteligencia para realizar tareas con velocidad, bajos recursos y precisión [18], además reduce el posible error humano, la emoción y el sesgo, lo que la convierte en una solución perfecta para trabajos laboriosos con mayores riesgos de error. También se eliminan otros posibles síntomas humanos como la fatiga, el cansancio y el aburrimiento en el caso de trabajos repetitivos. El éxito de la IA en varios campos de nuestra vida diaria ha inspirado el desarrollo de sistemas de IA en el campo de la medicina y, más concretamente, de la odontología. La aplicación de la IA en odontología se aplica en distintos tratamientos y está provista de un gran potencial. Distintos estudios en odontología describen la IA como una herramienta que ahorra tiempo y costes obteniendo mejores resultados en el cuidado de la salud bucal [19]. En radiología dental, la aplicación de IA mediante el uso de tomografía computarizada de haz cónico permite una detección automática de puntos de referencia específicos, como en radiografía cefalométrica o lateral, radiografía panorámica dental, entre otros. El progreso también es alentador a través de otras técnicas, como en la enfermedad periodontal o periapical, y en la detección automatizada de caries y de otras enfermedades orales como quistes o tumores. En odontología restauradora, la IA facilita la detección de caries dental. El método convencional de detección de caries incluye una combinación de exámenes táctiles visuales, junto a pruebas especiales como

la radiografía de aleta mordida o interproximal. No obstante, la evolución de la IA desafía el paradigma normal en la detección de caries con la utilización de múltiples variedades de redes neuronales de última generación, como las redes neuronales convolucionales ResNet 18 y ResNext50 [20]. Una revisión sistemática de Pravos-Privado et al. mostró que, a pesar del avance de los sistemas de IA en la detección de caries, varios aspectos de heterogeneidad, como parámetros, múltiples sistemas de redes neuronales y resultados, complican la precisión, el rendimiento del diagnóstico, la especificidad y la sensibilidad de la IA en la detección de caries [21]. En otro estudio de Schwendicke et al. sobre el impacto económico en la detección de caries con IA, el coste de su aplicación era menor [22]. El desarrollo avanzado del diseño asistido por ordenador también permite que el software construya con precisión prótesis dentales mejorando el flujo de trabajo [23]. En el caso de la ortodoncia, la IA crea un algoritmo en el que puede predecir y decidir el movimiento futuro de los dientes y la presión necesaria que se aplicará a los dientes con la ayuda y la información del odontólogo [24]. Otra aplicación de la IA está relacionada con los trastornos de la articulación temporomandibular (TMD), cuyos datos clínicos derivados de las exploraciones se pueden introducir y procesar a través de un programa informático que puede diferenciar entre el diagnóstico de TMD y otras condiciones clínicas que simulan TMD [25].

Referencia	Tipo de estudio	Resultados	Conclusiones
19	Revisión sistemática	La búsqueda inicial identificó 175 artículos relacionados con la IA en odontología según el título y los resúmenes. Treinta y dos artículos fueron incluidos en la revisión sistemática. Se reveló que la IA proporciona un manejo preciso del paciente, diagnóstico dental, predicción y toma de decisiones. La inteligencia artificial apareció como una modalidad segura para mejorar las implicaciones futuras en diversos campos de la odontología como en diagnóstico, restauradora, prostodoncia, ortodoncia y periodoncia.	Los estudios incluidos describen que la IA es una herramienta segura para hacer que la atención dental sea fluida, ahorre tiempo y sea económica para los profesionales. Los dentistas pueden usar IA para garantizar un tratamiento de calidad, mejores resultados en el cuidado de la salud bucal y lograr precisión. La IA puede ayudar a predecir fallas en escenarios clínicos y a representar soluciones estables. Sin embargo, la IA está aumentando el alcance de los modelos de vanguardia en odontología, pero aún está en desarrollo. Se requieren más estudios para evaluar el rendimiento clínico de las técnicas de IA en odontología.
20	Estudio piloto	La prevalencia a nivel del diente de las lesiones de caries fue del 41%. Los dos modelos se desempeñaron de manera similar en la predicción de caries en segmentos de dientes de imágenes. El mejor modelo marginal con respecto a AUC fue Resnext50 utilizando el optimizador de Adam, una tasa de aprendizaje de $0,5 \times 10^{-4}$ y un tamaño de lote de 10. El AUC medio (IC del 95%) fue 0,74 (0,66-0,82). La sensibilidad y la especificidad fueron 0,59 (0,47-0,70) y 0,76 (0,68-0,84) respectivamente. El VPP resultante fue 0,63 (0,51-0,74), el VPN 0,73 (0,65-0,80). La inspección visual de las predicciones del modelo encontró que el modelo es sensible a las áreas afectadas por lesiones de caries.	Una red neuronal convolucional se entrenó con una cantidad limitada de datos de imágenes con la solución de NIL Technology mostró una capacidad satisfactoria para detectar lesiones de caries.
23	Estudio clínico	La precisión diagnóstica fue del 99,5% para el maxilar y del 99,7% para la mandíbula. El AUC fue 0,99 para el maxilar y 0,98 para la mandíbula. Los PCP de las clasificaciones fueron superiores al 95% para todos los tipos de arcada dentaria. No hubo diferencias significativas entre los cuatro tipos de arcos dentales en la mandíbula.	Los resultados de este estudio sugieren que los arcos dentales se pueden clasificar y predecir utilizando una CNN. El desarrollo futuro de sistemas para diseñar prótesis parciales removibles será posible utilizando esta y otras tecnologías de IA.
24	Estudio clínico	Casi no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los valores medianos de los evaluadores y las predicciones de la IA en el análisis de cefalometrías. Las diferencias entre los dos análisis no parecen ser clínicamente relevantes.	Se crea un algoritmo de IA capaz de analizar cefalometrías desconocidas con casi el mismo nivel de calidad que los evaluadores humanos. Este estudio es uno de los primeros en permitir con éxito la implementación de la IA en la odontología, en particular en la ortodoncia, satisfaciendo los requisitos médicos.

Tabla 3. Resultados de inteligencia artificial

Registros Digitales de la salud bucal

Los datos de salud pueden extraerse de exámenes médicos, historiales clínicos y

hospitalizaciones, junto con otros factores socioeconómicos. Además, cualquier otra información pública, como la participación del paciente en encuestas, investigaciones y foros en línea en el contexto de Internet de cosas médicas (IoMT), puede recopilarse y evaluarse. Esto puede verse facilitado por el uso de dispositivos y aplicaciones online que cuentan hoy en día una conexión a Internet ultrarrápida. Los datos y registros digitales dentales pueden ser muy beneficiosos, ya que pueden ser utilizados para la predicción analítica de enfermedades y el modelado de pronósticos, programas preventivos de población, investigaciones y encuestas clínicas, sistemas de apoyo clínico e identificación de nuevas enfermedades, entre otros aspectos [26].

Discusión

Los resultados sobre las funcionalidades y beneficios de la digitalización en la odontología varían según la tecnología aplicada y su ámbito de aplicación [1,2]. La realidad aumentada y virtual es aplicada frecuentemente en la implantología y la cirugía bucal mejorando la precisión de los tratamientos y reduciendo el riesgo de error humano en el campo quirúrgico [6]. Los escáneres intraorales reducen el tiempo en los procesos de implantología y ortodoncia al mostrar una boca en tres dimensiones, aunque algunos estudios señalan ciertas limitaciones relacionadas con las habilidades de los dentistas en su uso [11]. Otro ámbito funcional que se aplica mediante la realidad aumentada y virtual es la educación dental que logran reducir el riesgo de dañar a un paciente al hacer prácticas preclínicas con simulaciones. Una limitación actual de este tipo de simulación háptica está relacionada con el realismo del proceso y su aceptación por el alumno, así como su impacto en el aprendizaje [7,8]. En este sentido, no hemos encontrado investigaciones que estudien esta problemática y sería un enfoque para analizar en el futuro.

La teleodontología es otra herramienta tecnológica eficaz que consigue reducir la cantidad y el tiempo de las visitas a la clínica dental por parte de los pacientes y potencia el autocuidado de la salud bucal en el hogar. La literatura expone que es las videoconsultas en teleodontología son aceptadas en su mayoría por dentistas y pacientes reduciendo las visitas a la consulta y el tiempo de desplazamiento de los pacientes, especialmente en el periodo COVID-19. Por otro lado, no encontramos evidencia científica que la teleodontología reduzca el tiempo de consulta frente a la presencial [13,14,16]. Aunque el impacto de la teleodontología es considerada positiva y útil en la práctica clínica durante la pandemia, se deben superar algunas barreras que limitan su expansión como el reembolso financiero insuficiente por la prestación del servicio, la falta de habilidades por parte de los dentistas más veteranos y las desigualdades en las regiones más remotas, especialmente en zonas rurales de algunos países con un acceso limitado de internet [17]. En este sentido, debe investigarse la teleodontología más a fondo para evaluar objetivamente su eficacia y rentabilidad. La inteligencia artificial

es una tecnología aplicada que ahorra tiempo y costes en diversos campos de la odontología como diagnóstico, restauradora, prostodoncia, ortodoncia y periodoncia obteniendo mejores resultados en el cuidado de la salud bucal. Algunos estudios demuestran que las arcadas dentales se pueden clasificar y predecir mediante una red neuronal convolucional facilitando el diseño de prótesis parciales removibles. Las redes neuronales convolucionales (ResNet 18 y ResNext50) también se utilizan en odontología restauradora para la detección de caries [19,20,23]. La IA también puede predecir el movimiento futuro de los dientes y la presión necesaria que se aplicará a los dientes con la ayuda de un software para analizar cefalometrías a través de radiografías obteniendo casi con el mismo nivel de calidad que los clínicos [24]. La aplicación de IA en los servicios de atención médica, particularmente en odontología, puede dar lugar a problemas derivados de la disponibilidad de una gran cantidad de datos y del intercambio de información. La privacidad de los datos de un paciente es gestionada por sistemas que utilizan algoritmos destinados a simular los procesos cognitivos humanos en la toma de decisiones clínicas. El dentista y su equipo auxiliar son responsables de riesgos potenciales en la protección de los datos, como las violaciones de seguridad y la desprotección en la privacidad de los datos. Los sistemas de IA/VR no se hacen responsables de esto, aunque la aplicación se realice bajo supervisión [27, 28]. Otra limitación es que el procesamiento de datos y su medición no es replicable en la investigación dental de IA, al no estar bien definidos los criterios de selección y clasificación, además de la dificultad para la toma de decisiones complejas al disponer solo de información sesgada por parte de las aplicaciones dentales. Otra mejora para futuro es la necesidad de estandarizar los métodos de investigación y utilizar métricas de rendimiento que sean apropiados al contexto clínico [29]. La continua expansión de los datos de los pacientes requiere una actualización constante a nivel informático, lo que potencialmente puede provocar problemas de mantenimiento reduciendo la eficacia de la IA y, por tanto, la prestación de los servicios de atención médica [25, 30].

Conclusiones

Este trabajo muestra como la digitalización, cada vez más, se aplica con normalidad en el sector dental mejorando los resultados en eficacia, tiempo y costes. Por otro lado, la revisión confirma que el uso de las tecnologías digitales en odontología se concentraba principalmente en la evaluación de métodos de diagnóstico digital, especialmente radiología; sin embargo, su implementación gradual a otras especialidades (restauradora, ortodoncia, etc.) está significando un progreso sin precedentes. La investigación sobre digitalización en el cuidado de la salud, especialmente en odontología, debería ser el enfoque principal en las próximas décadas con el objetivo de mejorar la adquisición de datos y grandes conjuntos de datos.

0.1. Referencias

1. Favaretto M, Shaw D, De Clercq E, Joda T, Elger BS. Big Data and Digitalization in Dentistry: A Systematic Review of the Ethical Issues. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7):2495.
2. Joda T, Bornstein MM, Jung RE, Ferrari M, Waltimo T, Zitzmann NU. Recent Trends and Future Direction of Dental Research in the Digital Era. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(6):1987.
3. Rekow ED. Digital dentistry: The new state of the art - Is it disruptive or destructive? *Dent Mater*. 2020;36(1):9-24. .
4. Farronato M, Maspero C, Lanteri V, Fama A, Ferrati F, Pettenuzzo A, Farronato D. Current state of the art in the use of augmented reality in dentistry: a systematic review of the literature. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):135. .
5. Ayoub A; Pulijala Y. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. *BMC Oral Health* 2019; 19:238..
6. Ferro AS, Nicholson K, Koka S. Innovative Trends in Implant Dentistry Training and Education: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*. 2019; 8(10):1618..
7. Joda T, Zitzmann UN. Personalized workflows in reconstructive dentistry—current possibilities and future opportunities. *Clin Oral Invest*. 2022; 26: 4283–4290.
8. Towers A, Field J, Stokes C, Maddock S, Martin N. A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education. *Br Dent J*. 2019;226(5):358-366..
9. Zimmermann M, Ender A, Mehl A. Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in vitro. *J Am Dent Assoc*. 2020;151(2):127-135. .
10. Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2020: 20:263.
11. Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Bitsanis I, Perlea P, Tsolakis AI. Intraoral Scanners in Orthodontics: A Critical Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(3):1407..
12. Besimo CE, Zitzmann NU, Joda T. Digital Oral Medicine for the Elderly. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7):2171..
13. Martin N, ShahrbaF S, Towers A, Stokes C, Storey C. Remote clinical consultations in restorative dentistry: a clinical service evaluation study. *Br Dent J*. 2020;228(6):441-447. .
14. Deshpande S, Patil D, Dhokar A, Bhanushali P, Katge F. Teledentistry: A Boon Amidst COVID-19 Lockdown-A Narrative Review. *Int J Telemed Appl*. 2021; 2021:8859746.

15. Maspero C, Abate A, Cavagnetto D, El Morsi M, Fama A, Farronato M. Available Technologies, Applications and Benefits of Teleorthodontics. A Literature Review and Possible Applications during the COVID-19 Pandemic. *J Clin Med.* 2020 ;9(6):1891. .
16. Menhadji P, Patel R, Asimakopoulou K, Quinn B, Khoshkhounejad G, Pasha P, Garcia Sanchez R, Ide M, Kalsi P, Nibali L. Patients' and dentists' perceptions of tele-dentistry at the time of COVID-19. A questionnaire-based study. *J Dent.* 2021;113:103782..
17. Plaza-Ruíz SP, Barbosa-Liz DM, Agudelo-Suárez AA. Impact of COVID-19 on the Knowledge and Attitudes of Dentists toward Teledentistry. *JDR Clin Trans Res.* 2021;6(3):268-278. .
18. Currie G. Intelligent Imaging: Anatomy of Machine Learning and Deep Learning. *J Nucl Med Technol.* 2019;47(4):273-281. .
- 19.- Ahmed N, Abbasi MS., Zuberi F, Qamar W, Halim MS, Maqsood A, Alam MK. Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry—A Systematic Review. *BioMed Research International*, 2021..
20. Schwendicke F, Elhennawy K, Paris S, Friebertshäuser P, Krois J. Deep learning for caries lesion detection in near-infrared light transillumination images: A pilot study. *J Dent.* 2020;92:103260..
21. Prados-Privado M, García Villalón J, Martínez-Martínez CH, Ivorra C, Prados-Frutos JC. Dental Caries Diagnosis and Detection Using Neural Networks: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2020; 9(11):3579..
22. Schwendicke F, Rossi JG, Göstemeyer G, Elhennawy K, Cantu AG, Gaudin R, Chaurasia A, Gehrung S, Krois J. Cost-effectiveness of Artificial Intelligence for Proximal Caries Detection. *J Dent Res.* 2021;100(4):369-376..
23. Takahashi T, Nozaki K, Gonda T, Ikebe K. A system for designing removable partial dentures using artificial intelligence. Part 1. Classification of partially edentulous arches using a convolutional neural network. *J Prosthodont Res.* 2021;65(1):115-118. .
24. Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Zeman F, Boldt J. Artificial intelligence in orthodontics : Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network. *J Orofac Orthop.* 2020;81(1):52-68..
25. Shan T, Tay FR, Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. *J Dent Res.* 2021;100(3):232-244. .
26. Nanayakkara S, Zhou X, Spallek H. Impact of big data on oral health outcomes. *Oral Dis.* 2019;25(5):1245-1252. .
27. Shan T, Tay FR, Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. *J Dent Res.* 2021;100(3):232-244. .
28. Currie G, Hawk KE, Rohren EM. Ethical principles for the application of artificial intelligence (AI) in nuclear medicine. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2020;47(4):748-752. .
29. Pethani F. Promises and perils of artificial intelligence in dentistry. *Aust*

Dent J 2021;66(2):124-135. 30. Sunny S, Baby A, James BL, Balaji D, Aparna NV, Rana MH et AL. A smart tele-cytology point-of-care platform for oral cancer screening. PLoS One. 2019;14(11):e0224885 .