

Utilização da Internet por dentistas. Revisão literária

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)

Resumo

Objectivos

O objectivo deste artigo é rever a actual digitalização da medicina dentária, avanços tecnológicos, limitações e desafios para assegurar a qualidade e eficiência nos cuidados dentários.

Métodos

Esta revisão está dividida nos seguintes tópicos de discussão, a utilização de realidade aumentada e virtual, scanners digitais, telemedicina em odontologia, inteligência artificial e o registo de saúde oral digital. Incluímos 30 referências relevantes após a avaliação dos títulos, resumos e textos das bases de dados: Web of Science, Scopus e PubMed dos últimos 3 anos (2019-2022).

Resultados

Após a aplicação de ferramentas digitais na odontologia, processos mais eficientes e precisos são conseguidos em menos tempo. **Conclusões** Este trabalho mostra como a digitalização está a ser cada vez mais aplicada de forma sistemática no sector dentário, melhorando os resultados em termos de eficiência, tempo e custos.

Palabras clave: Utilização da Internet, odontologia digital, telessaúde, CAD/CAM, scanner intraoral, realidade aumentada (RA), realidade virtual (VR), inteligência artificial (IA), tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), teleodontologia..

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.

Introdução

O advento da Internet e a revolução digital trouxe uma transformação nos métodos de trabalho da medicina dentária, tanto no diagnóstico como no tratamento. A crescente digitalização na odontologia levou a um avanço no processo de recolha, processamento e envio de dados através da Internet e da rede informática. Este progresso tem sido exponencialmente apoiado pela Internet das Coisas Médicas (IoMT), grandes tecnologias de dados e de informação e comunicação (TIC) que abrangem a realidade aumentada e virtual (AR e VR) e a inteligência artificial (IA). A investigação dentária está actualmente centrada na exploração das muitas aplicações benéficas dos dados digitais, tanto na prática clínica como na investigação dentária [1]. Os grandes prestadores de cuidados de saúde procuram novas funcionalidades, facilitadas pela digitalização e Internet de alta velocidade, em smartphones, tablets, computadores pessoais e dispositivos de desgaste para proporcionar uma gestão avançada e simplificada em odontologia [2, 3].

Materiais e métodos

Foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados Web of Science e PubMed publicadas entre 2019 e 2022. Os termos de pesquisa Free e MeSh (Me-

dical Subject Heading) foram utilizados em diferentes combinações utilizando operadores booleanos. Um exemplo de pesquisa é: .ºdontologia digital.^E(uso da internet OU TELEVISÃO OU TELEVISÃO OU CAD/CAM OU scanner intraoral OU realidade aumentada (RA) OU realidade virtual (RV) OU inteligência artificial OU IA OU grandes dados OU tomografia computadorizada de feixe cônico OU CBCT OU teleodontologia). Após avaliação dos resumos, títulos e textos nas bases de dados, foram seleccionadas 30 referências relevantes de artigos de impacto e revisões de literatura que preenchiam os critérios de inclusão (existência de resumo, artigos escritos em inglês e espanhol nas áreas de investigação dos Serviços de Ciências da Saúde.

Resultados

Realidade Aumentada e Virtual

A realidade aumentada (RA) é uma tecnologia interactiva que melhora um ambiente do mundo real com informação animada por computador. Por outras palavras, AR expande o mundo real com conteúdos animados através da simulação virtual de imagens e vídeos ao vivo. A realidade virtual (VR), por outro lado, utiliza apenas cenários informáticos artificiais sem qualquer ligação à realidade. Existem aplicações e software no mercado que dependem fortemente desta técnica para melhorar a habilidade e capacidade dos dentistas [4]. Na prostodontia e reabilitação, os desenhos são alargados à anatomia real existente de um paciente para simular várias funções e movimentos. Isto permite uma comunicação prévia entre o dentista e o técnico para projectar prospectivamente e, portanto, decidir sobre as melhores alternativas para a prótese de um paciente, por exemplo, na construção de próteses utilizando sistemas AR/VR. Por outro lado, os cirurgões bucomaxilofaciais, com a ajuda de software especializado e equipamento de engenharia, podem pré-projectar uma férula ou tala cirúrgica de acordo com as necessidades, bem como em casos complexos de trauma e implantes [5]. Isto permite a implementação de uma técnica cirúrgica mais precisa, reduzindo o risco de erro humano no campo cirúrgico e proporcionando uma recuperação cirúrgica mais rápida, reduzindo assim a potencial contaminação desnecessária do conjunto cirúrgico e a morbilidade cirúrgica [6]. Os avanços nos sistemas AR/VR também permitiram uma melhor simulação do modelo digital 3D, facilitando assim a interacção e comunicação com os pacientes. Com o recente desenvolvimento de outros dispositivos tais como scanners intrabucais e tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), a implantologia, ortodontia e outros tratamentos dentários foram acelerados, fornecendo um mapa detalhado da boca em 3D e conseguindo uma maior eficiência num espaço de tempo mais curto. A educação dentária é também uma área que está a avançar através da AR/VR. Estes sistemas virtuais irão melhorar a prática pré-clínica através de simulações prospectivas, sem o risco de prejudicar um paciente da vida real. Além disso, permitirão aos estudantes de medicina dentária reflectir e aprender por si próprios, o que

reduzirá a carga de trabalho do corpo docente em comparação com a formação tradicional de simulação pré-clínica [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

Scanner intra-oral

Com o advento da tecnologia CAD/CAM, minimizámos os erros no resultado protético final. O actual desenvolvimento da concepção e fabrico assistido por computador (CAD-CAM) levou o campo da dentisteria protética a uma nova fronteira. A construção de próteses dentárias evoluiu rapidamente com a influência de fresadoras e impressoras 3D que resultaram na rápida realização de próteses num tempo de fabrico mais curto. Os modelos dentários tridimensionais (3D) são produzidos por scanners intra-orais, eliminando assim a necessidade do método de impressão convencional. Entre as vantagens da impressão em 3D estão o menor tempo necessário, evitando riscos de contaminação cruzada, ferramenta de comunicação entre dentistas, pacientes e técnicos de prótese dentária, bem como a simplificação do procedimento para o clínico. É essencial avaliar a precisão destas abordagens digitais, especialmente do scanner intraoral, pois é o primeiro

passo na adoção da abordagem CAD-CAM. Vários estudos avaliaram a precisão entre scanners intra-orais para próteses dentárias fixas; no entanto, os resultados são discutíveis. Zimmerman et al. relataram que cada scanner intraoral com um sistema CAD diferente tem um valor de precisão diferente [9]. Outro estudo de Mangano et al. com impressões digitais de implantes de arcos completos comparou a precisão de 12 scanners intra-orais diferentes usando resultados multivariados e mostrou que havia uma diferença significativa em termos de precisão entre os diferentes scanners intra-orais comercializados em todo o mundo [10]. Christopoulou et al. observaram na prática clínica que a curva de aprendizagem dos scanners intra-orais é diferente para cada clínico, dependendo da idade, da sua experiência com dispositivos digitais, bem como da sua adaptação às novas tecnologias [11].

Teleodontologia com Video Consulta

O desafio atual no tratamento abrangente de pacientes por via oral é o custo crescente do tratamento dentário, a longevidade crescente da população em envelhecimento, doenças orais crônicas e a necessidade de cuidados de acompanhamento eficazes, especialmente para pacientes em áreas remotas com dificuldades em alcançar determinados locais de clínicas dentárias [12]. A telemedicina em odontologia foi introduzida para facilitar e estabelecer uma forma de o paciente reduzir o número e o tempo de visitas a clínicas dentárias e, ao mesmo tempo, melhorar o autocuidado da saúde oral em casa. Este sistema também proporciona outros benefícios da monitorização da saúde oral e da educação em saúde oral para pacientes idosos em instalações de cuidados assistidos. A vídeo-consulta médica ou telemedicina é a prestação de serviços de saúde à distância via telemóvel, computador ou tablet com transmissão segura de dados e informação áudio e visual para prevenção, diagnóstico, tratamento e acompanhamento de doentes [13, 14]. Este sistema evita viagens desnecessárias e permite que o controle ou consulta seja efetuado no domicílio, em serviços assistidos ou em centros de cuidados primários. Alguns estudos mostram que a teleodontologia pode gerir emergências tranquilizando o doente [15]. Outros estudos mostram que a teleodontologia é bem aceite tanto pelos doentes como pelos dentistas e pode ser uma alternativa adequada para aumentar o acesso dos doentes aos serviços de saúde e poupar recursos durante a pandemia da COVID-19 [16]. Alguns estudos mostram que a teleodontologia poderia ser útil na prática clínica após a 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 visitas 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

Inteligência Artificial

Inteligência Artificial (IA) é a capacidade de uma máquina para executar tarefas humanas e resolver problemas, aprendendo com um conjunto específico de dados. A base da IA é aumentar a capacidade das máquinas ou dos seus componentes de inteligência para executar tarefas com rapidez, poucos recursos e precisão [18], e também reduz potenciais erros humanos, emoções e enviesamentos, tornando-a uma solução perfeita para trabalhos de mão-de-obra intensiva com maiores riscos de erro. Também elimina outros possíveis sintomas humanos, tais como fadiga, cansaço e tédio no caso de trabalhos repetitivos. O sucesso da IA em vários campos da nossa vida quotidiana inspirou o desenvolvimento de sistemas de IA no campo da medicina e, mais especificamente, na medicina dentária. A aplicação de IA em odontologia é aplicada em vários tratamentos e tem um grande potencial. Vários estudos em medicina dentária descrevem a IA como uma ferramenta que poupa tempo e custos ao alcançar melhores resultados nos cuidados de saúde oral [19]. Na radiologia dentária, a aplicação de IA através da utilização de tomografia computadorizada de feixe cônico permite a detecção automática de pontos de referência específicos, tais como na radiografia cefalométrica ou lateral, radiografia panorâmica dentária, entre outros. O progresso é também encorajador através de outras técnicas, tais como na doença periodontal ou periapical, e na detecção automática de cáries e outras doenças orais, tais como cistos ou tumores. Na odontologia restaurativa, a IA facilita a detecção de cárie dentária. O método convencional de detecção de cárie envolve uma combinação de exames tácteis visuais, juntamente com exames especiais, tais como

o bitewing ou a radiografia interproximal. Contudo, a evolução da IA desafia o paradigma normal na detecção de cárie com o uso de múltiplas variedades de redes neurais de última geração, tais como a ResNet 18 e ResNext50 redes neurais convolucionais [20]. Uma revisão sistemática de Pravos-Privado et al. mostrou que, apesar do avanço dos sistemas de IA na detecção da cárie, vários aspectos da heterogeneidade, tais como parâmetros, múltiplos sistemas e resultados de redes neurais, complicam a exactidão, desempenho de diagnóstico, especificidade e sensibilidade da IA na detecção da cárie [21]. Num outro estudo de Schwendicke et al. sobre o impacto económico da detecção de cárie com AI, o custo da sua aplicação foi mais baixo [22]. O desenvolvimento avançado da concepção assistida por computador permite também que o software construa próteses dentárias com precisão, melhorando o fluxo de trabalho [23]. No caso da Ortodontia, a IA cria um algoritmo no qual pode prever e decidir o movimento futuro dos dentes e a pressão necessária a ser aplicada aos dentes com a ajuda e input do dentista [24]. Outra aplicação da IA está relacionada com as perturbações da articulação temporomandibular (DTM), onde os dados clínicos derivados dos exames podem ser introduzidos e processados através de um programa informático que pode diferenciar o diagnóstico da DTM de outras condições clínicas que simulam a DTM [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

Registos de saúde oral digitais

Os dados de saúde podem ser extraídos de exames médicos, registos médicos e

hospitalizações, juntamente com outros factores socioeconómicos. Além disso, qualquer outra informação pública, como a participação dos pacientes em inquéritos, investigação e fóruns on-line no contexto da Internet das Coisas Médicas (IoMT), pode ser recolhida e avaliada. Isto pode ser facilitado pela utilização de dispositivos e aplicações em linha com a actual ligação ultra-rápida à Internet. Os dados e registos dentários digitais podem ser muito benéficos, uma vez que podem ser utilizados para previsão e prognóstico analítico de doenças, programas de prevenção populacional, investigação e inquéritos clínicos, sistemas de apoio clínico, e identificação de novas doenças, entre outros [26]. [26].

Discussão

Os resultados sobre as funcionalidades e benefícios da digitalização na odontologia variam de acordo com a tecnologia aplicada e o seu âmbito de aplicação [1,2]. A realidade aumentada e virtual é frequentemente aplicada em implantologia dentária e cirurgia oral para melhorar a precisão do tratamento e reduzir o risco de erro humano no campo cirúrgico [6]. Os scanners intrabucais reduzem o tempo em implantologia e procedimentos ortodônticos ao exibir uma boca em três dimensões, embora alguns estudos apontem certas limitações relacionadas com as competências dos dentistas na sua utilização [11]. Outra área funcional que é aplicada através de uma realidade aumentada e virtual é a educação dentária, que é capaz de reduzir o risco de prejudicar um paciente através da prática pré-clínica com simulações. Uma limitação actual deste tipo de simulação háptica está relacionada com o realismo do processo e a sua aceitação pelo aprendiz, bem como o seu impacto na aprendizagem [7,8]. Neste sentido, não encontramos investigação que estude esta questão e seria uma abordagem a analisar no futuro. A teleodontologia é outra ferramenta tecnológica eficaz que consegue reduzir o número e o tempo de visitas dos pacientes à clínica dentária e promove o autocuidado da saúde oral em casa. A literatura mostra que as consultas por vídeo em teleodontologia são maioritariamente aceites por dentistas e pacientes, reduzindo as visitas ao consultório dentário e o tempo de viagem dos pacientes, especialmente no período da COVID-19. Por outro lado, não encontramos provas científicas de que a teleodontologia reduza o tempo de consulta em comparação com a odontologia cara-a-cara [13,14,16]. Embora o impacto da teleodontologia seja considerado positivo e útil na prática clínica durante a pandemia, é necessário ultrapassar algumas barreiras que limitam a sua expansão, tais como o insuficiente reembolso financeiro para a prestação de serviços, a falta de competências entre os dentistas seniores e as desigualdades em regiões remotas, especialmente nas zonas rurais de alguns países com acesso limitado à Internet [17]. A este respeito, a teleodontologia deve ser mais investigada para avaliar objectivamente a sua eficácia e relação custo-eficácia. A inteligência artificial é uma tecnologia aplicada que poupa tempo e custos em vários campos da odontologia, tais como o diagnóstico, restauração, prótese, ortodontia e periodontia através da obtenção

de melhores resultados nos cuidados de saúde oral. Alguns estudos mostram que os arcos dentários podem ser classificados e previstos por uma rede neural convolutiva facilitando a concepção de próteses parciais removíveis. As redes neurais convolutivas (ResNet 18 e ResNext50) são também utilizadas na odontologia restaurativa para detecção de cárie [19,20,23]. A IA também pode prever o movimento dentário futuro e a pressão necessária a ser aplicada aos dentes com a ajuda de software para analisar cefalometrias através de radiografias com quase o mesmo nível de qualidade que os clínicos [24]. A aplicação da IA nos serviços de saúde, particularmente na odontologia, pode dar origem a problemas decorrentes da disponibilidade de uma grande quantidade de dados e partilha de informação. A privacidade dos dados de um paciente é gerida por sistemas que utilizam algoritmos destinados a simular processos cognitivos humanos na tomada de decisões clínicas. O dentista e a sua equipa auxiliar são responsáveis por potenciais riscos na protecção de dados, tais como violações de segurança e violação da privacidade dos dados. Os sistemas AI/VR não são responsáveis por isto, mesmo que a aplicação seja executada sob supervisão [27, 28]. Outra limitação é que o processamento e medição de dados não é replicável na investigação dentária AI, uma vez que os critérios de selecção e classificação não estão bem definidos, e a tomada de decisões complexas é difícil, uma vez que apenas está disponível informação tendenciosa a partir de aplicações dentárias. Outra melhoria para o futuro é a necessidade de padronizar os métodos de investigação e utilizar métricas de desempenho que sejam adequadas ao contexto clínico [29]. A expansão contínua dos dados dos doentes exige uma actualização constante a nível informático, o que pode potencialmente levar a problemas de manutenção, reduzindo a eficiência da IA e, por conseguinte, a prestação de serviços de saúde [25, 30].

Conclusões

Este documento mostra como a digitalização está a ser cada vez mais aplicada por via natural no sector dentário, melhorando os resultados em termos de eficiência, tempo e custos. Por outro lado, a revisão confirma que a utilização de tecnologias digitais na odontologia se concentrou principalmente na avaliação de métodos de diagnóstico digital, especialmente na radiologia; contudo, a sua implementação gradual noutras especialidades (restauração, ortodontia, etc.) está a significar um progresso sem precedentes. A investigação sobre digitalização nos cuidados de saúde, especialmente na odontologia, deve ser o principal foco nas próximas décadas, com o objectivo de melhorar a aquisição de dados e grandes conjuntos de dados.

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, Shahrbaef 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-Ruiz 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 .