

DIGITAL THINKING

A odontologia digital na prática

Andrea Sales
Maria Elizete Kunkel
Mayra Torres Vasques

INNOVATIVE TECHNOLOGIES



 NAPOLEÃO EDITORA

 QUINTESSENCE PUBLISHING
BRASIL

SUMÁRIO

01	FERRAMENTAS DA INDÚSTRIA 4.0 DA ODONTOLOGIA DIGITAL	20
02	ESCANEAMENTOS NA ODONTOLOGIA DIGITAL	40
03	PROCESSOS DE MANUFATURA ADITIVA NA ODONTOLOGIA	56
04	LABORATÓRIO ODONTOLÓGICO DIGITAL	74
05	PLANEJAMENTO NA ODONTOLOGIA DIGITAL	96
06	REABILITAÇÃO ORAL NA TÉCNICA "CHAIRSIDE"	116
07	ORTODONTIA DIGITAL: APLICAÇÃO DOS RECURSOS DIGITAIS NOS PLANEJAMENTOS ORTODÔNTICOS	134

- 
- 08** HARMONIZAÇÃO OROFACIAL, MIOTERAPIA, ORTODONTIA, CIRURGIA ORTOGNÁTICA E TECNOLOGIA 3D 160
- 09** TECNOLOGIAS 3D EM PRÓTESES BUCOMAXILOFACIAIS 176
- 10** PLACAS OCLUSAIS DIGITAIS 196
- 11** A REABILITAÇÃO ORAL: UMA ABORDAGEM CLÍNICA MULTIDISCIPLINAR NO FLUXO DIGITAL DE TRABALHO 216
- 12** ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DA ODONTOLOGIA 234
- 13** ODONTOLOGIA 5.0: A TECNOLOGIA QUE TRANSFORMA IMPACTA E FAZ DIFERENÇA QUALITATIVA NOS TRATAMENTOS ODONTOLÓGICOS 252

▪ FUNDAMENTOS DA ODONTOLOGIA DIGITAL

Em todos os aspectos, o desenvolvimento científico e tecnológico tem beneficiado muito a Odontologia contemporânea. Fotografias digitais, planejamentos do tipo digital smile design (DSD), tomografias computadorizadas, escâneres intra e extraorais, fresadoras, impressoras 3D, cerâmicas e novos materiais concretizam o salto evolutivo dessas tecnologias na Odontologia⁵.

No final da década 1950, Douglas Taylor Ross, pesquisador do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology, MIT*) descobriu o potencial da tecnologia de radar militar para criar projetos em um sistema de exibição em computador e a denominou de Design Auxiliado por Computador - CAD (*Computer Aided Design*)⁶. No mesmo período, o cientista Patrick Hanaratty desenvolveu um sistema para operações de ferramentas numéricas que se tornou o primeiro sistema comercial utilizado para manufaturar objetos por usinagem, o sistema de Controle Numérico Computadorizado, que ficou conhecido pela sigla CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Por este motivo, ele é conhecido como o pai do sistema CAD/CAM, que permite a realização do desenho de um objeto e sua manufatura pelo processo de usinagem com o auxílio de um sistema computadorizado⁶. O sistema permitia também o controle

simultâneo de vários eixos, através de uma lista de movimentos escrita em um código específico.

Em 1960, Ivan Shuterland desenvolveu o Sketchpad, primeiro software CAD comercial do mundo, com uma interface gráfica em que o operador utilizava uma caneta especial para desenhar um objeto diretamente no monitor de um computador. Os projetos CAD/CAM revolucionaram várias áreas como a engenharia, arquitetura e manufatura pela precisão, versatilidade e capacidade de edição do modelo. A Engenharia Assistida por Computador ou CAE (*Computer Aided Engineering*) permite o uso de softwares computacionais para realizar a simulação de desempenho de estruturas mecânicas, para melhorar projetos CAD de produto ou ajudar na resolução de problemas de engenharia de uma ampla variedade de setores. Isso inclui simulação, validação e otimização de produtos, processos e ferramentas de manufatura (Figura 02). Dessa forma um objeto modelado digitalmente poderia ser submetido a uma série de testes estruturais, antes de ser manufaturado. O método dos elementos finitos permite a compreensão do comportamento mecânico de uma estrutura formada por um dado material após ser submetido a um carregamento, por exemplo, forças oclusais nos dentes durante o processo de mastigação

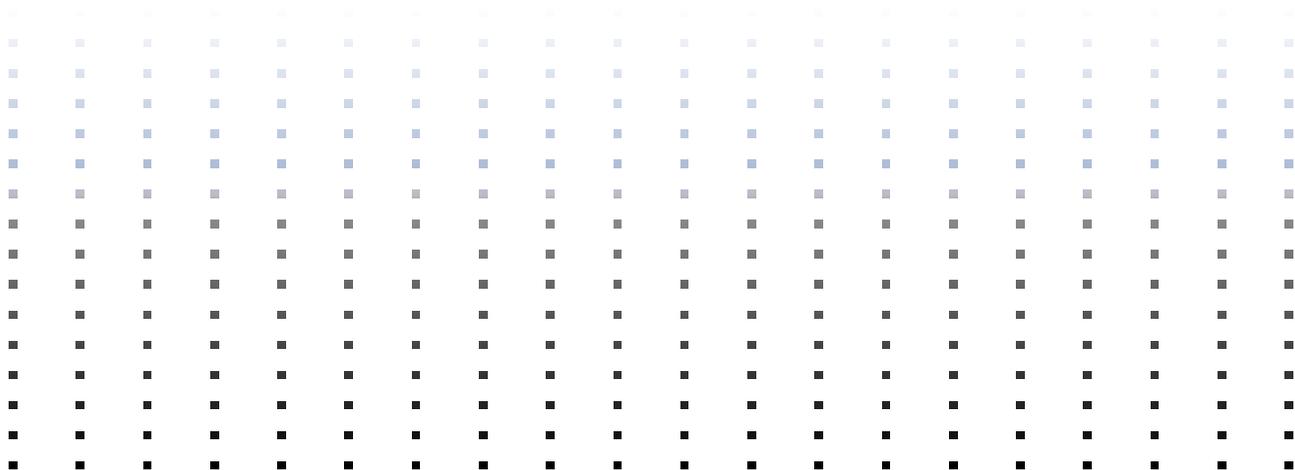


02 • CAD/CAE/CAM são ferramentas de computação que podem potencializar os processos de criação de produtos, desde a sua concepção (CAD), passando pela análise de engenharia (CAE) e sua fabricação (CAM). CAD (*Computer aided design*), CAE (*Computer aided engineering*), CAM (*Computer aided manufacturing*) (*Design assistido por computador, Engenharia assistida por computador, Manufatura assistida por computador*).

Na década de 1970 foi iniciado o uso da tecnologia CAD/CAM na Odontologia com o objetivo de automatizar processos de manufatura odontológica, reduzir os custos de produção e aumentar a precisão dos trabalhos. Em 1977, Young e Altschuler apresentaram a ideia de utilizar a holografia a laser para fazer um mapeamento intraoral. O processo era baseado no uso de uma fonte de luz (laser) que se propaga em uma só direção e era captado por um filtro hipersensível para criar um holograma⁷. Em 1980, o dentista suíço Werner Mörmann e o engenheiro elétrico Marco Brandestini desenvolveram na Alemanha o sistema CEREC® (*Ceramic Reconstruction*), um sistema de moldagem e usinagem digital para a confecção de restaurações indiretas imediatas, que passou a ser vendido pela empresa alemã Sirona Dental Systems LLC. Nesta mesma década, Matts Andersson junto com a empresa sueca Nobel Biocare criou o sistema Procera® na tentativa de fabricar estruturas metálicas protéticas utilizando níquel-cromo em substituição ao ouro. Entretanto, devido ao alto índice de alergia ao novo material, foi proposta a substituição do níquel-cromo pelo titânio para uso odontológico na confecção de *copings* (estrutura metálica da prótese), introduzindo assim a tecnologia CAD/CAM no processo de produção de coroas^{8,9}.

Até então, no Brasil só existiam escâneres de laboratório, ou seja, de bancada, que eram originalmente utilizados pela indústria. Os preparos realizados pelos profissionais eram moldados e enviados para os laboratórios que realizavam o escaneamento 3D. Assim, a imagem digitalizada da estrutura era enviada para uma central de processamento na Europa, que projetava e fresava o *coping* e, em seguida, enviava ao laboratório para aplicação da porcelana e finalização da peça. Só então a peça era enviada ao dentista para instalação. Esse era o ápice da tecnologia daquela época a favor da Odontologia, embora ainda muito inacessível para a maioria dos dentistas, pelo alto custo e morosidade do processo desde o seu início até a instalação da peça na boca do paciente. Somente a partir de 1985, a execução de peças protéticas aconteceria em apenas uma única consulta com o uso de escaneamentos intraorais, enceramentos digitais, fresagens e cimentação da peça protética, proporcionando celeridade com qualidade aos tratamentos odontológicos¹⁰.

Entre 2000 e 2019 houve uma verdadeira revolução nos dispositivos tecnológicos utilizados na Odontologia (Figura 03).



SISTEMA DE LEITURA DA PREPARAÇÃO DENTÁRIA (ESCANEAMENTO 3D)

Os escâneres 3D foram introduzidos na Odontologia pela área de prótese dental para facilitar e tornar mais rápido e eficaz o processo de moldagem. Embora ainda haja discussão a respeito da vantagem deste método para fazer a moldagem, a literatura indica que ele pode ser até mais preciso do que o método analógico convencional. Na Odontologia, os escâneres são classificados em intraorais e de bancada. O escâner intraoral pode ser dividido ainda em três partes: captação da imagem, processamento dos dados e verificação dos resultados na tela. O escâner intraoral é utilizado para captar imagens dos dentes e tecidos moles adjacentes do paciente. Os escâneres intraorais mais atuais, como a geração

iTero 5D e Trios 4 da empresa 3Shape, são capazes também de detectar cáries (Figuras 04A-D).

Uma limitação da tecnologia acontece nos casos de preparos protéticos profundos, pois o alcance da maioria dos escâneres é limitado e a construção da imagem pode apresentar baixa precisão. Nesses casos, é necessário fazer a moldagem analógica, construção do modelo de gesso e posterior escaneamento do modelo para levar o processo de confecção do planejamento para o ambiente digital. O escâner de bancada tem a mesma tecnologia de captura dos intraorais, mas ele captura as imagens a uma distância fixa do objeto a ser digitalizado.

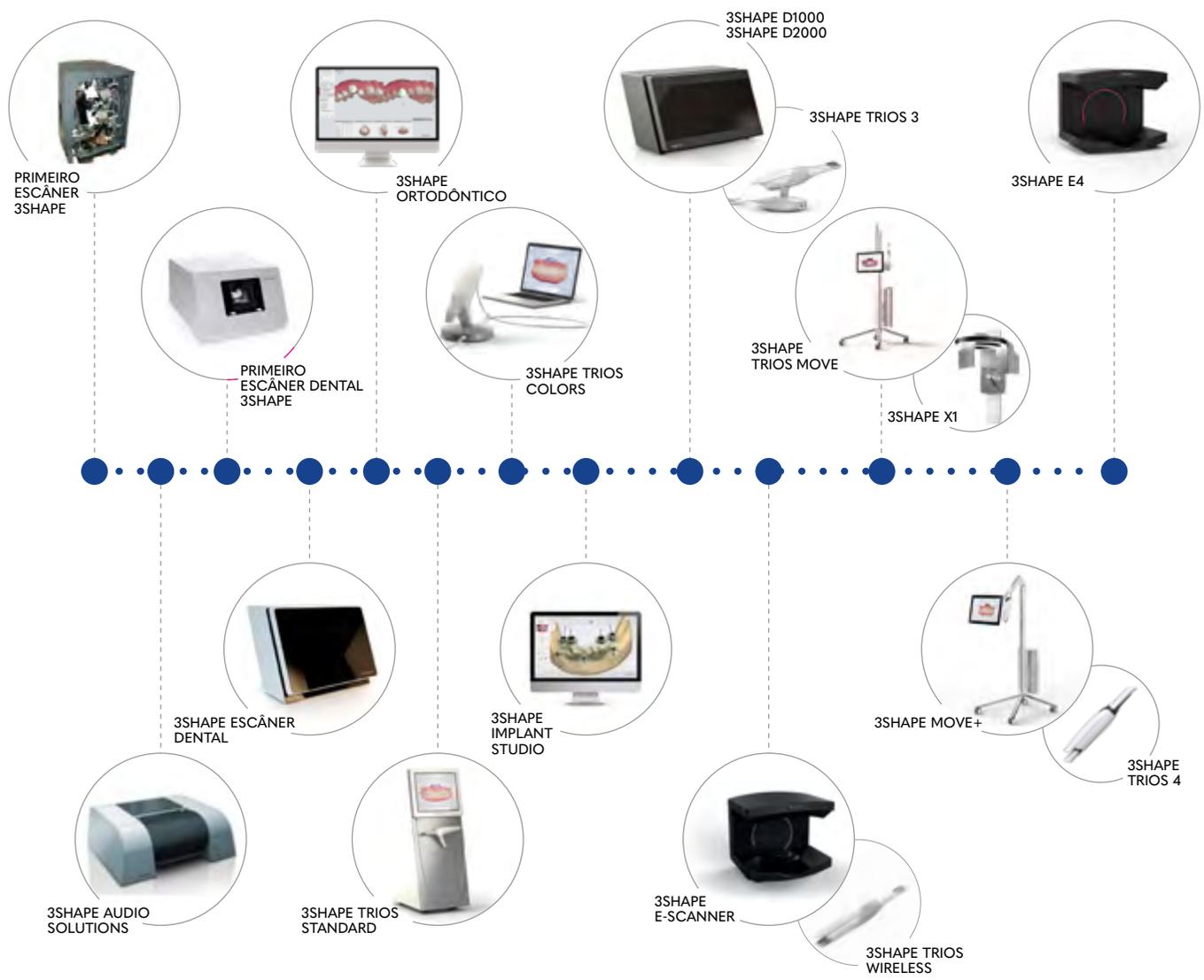


04A-C • Evolução dos escâneres 3D iTero. iTero: iTero Element 2 (A), iTero 5D (com cart) (B), iTero 5D sem cart (C). Imagens cedidas pelo fabricante por intermédio do representante.

A primeira geração de escâneres era baseada em fotografias e se fazia necessário o uso de um pó em spray para tornar a superfície a ser escaneada opaca e viabilizar a captação das imagens. Essa camada de pó deveria ser muito fina para não alterar as dimensões da superfície e permitir um escaneamento preciso. A aplicação do spray de forma inadequada tornava as camadas desiguais nas diversas faces dos dentes e distorcia a imagem captada. Nas gerações seguintes de escâneres o uso do spray não foi mais necessário e a realização do escaneamento de peças de metal, dentes e mucosas ficou mais fácil. O escâner 3D da empresa Sirona Dental Systems LLC (Charlotte, NC) não

tinha concorrentes até 2008, quando a empresa israelense Cadence iTero digital lançou no mercado um escâner com capacidade de capturar imagens do arco dentário completo de um paciente. Cada geração de escâneres e seus respectivos softwares apresentam novidades com o aumento da velocidade de captação de imagem (fator muito influenciado pela habilidade do operador), maior acurácia (precisão + veracidade), definição do design inclusive das pontas dos dentes e objetos que se tornaram mais delicadas, facilidade de acesso às regiões de dentes molares e possibilidade de obtenção de imagens coloridas, inclusive fazer a análise de cor para execução dos trabalhos protéticos (Figura 05).

LINHA DO TEMPO 3SHAPE



05 • Linha do tempo de desenvolvimento dos produtos 3Shape.

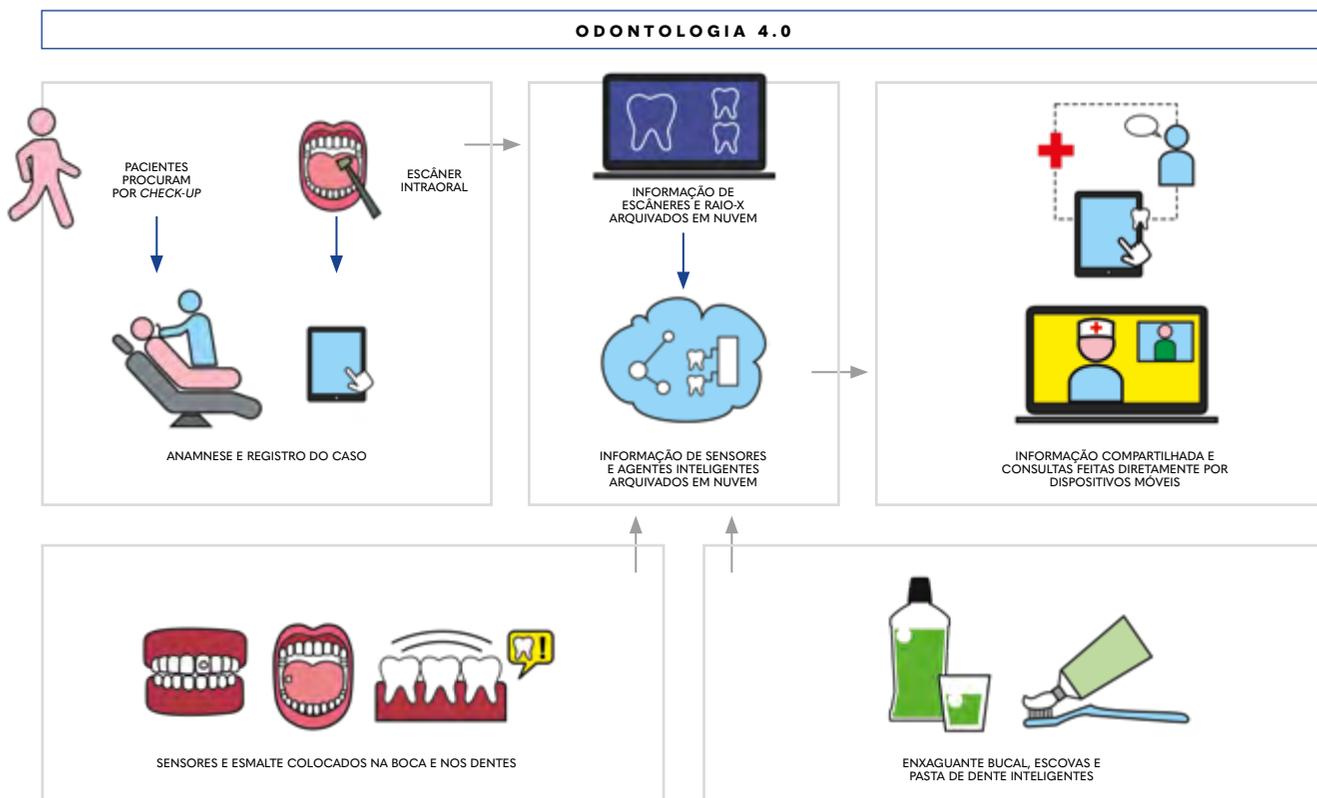
REALIDADE VIRTUAL (VR) E REALIDADE AUMENTADA (AR) NA ODONTOLOGIA 4.0

A Realidade Virtual (*Virtual Reality, VR*) é uma tecnologia avançada gerada por computador, em que o ambiente é reproduzido digitalmente em réplicas 3D, dando ao paciente a experiência como se ele estivesse no centro desse ambiente e pudesse integrar pessoalmente usando dispositivos eletrônicos especiais²¹. Esse tipo de simulação é utilizado em diferentes aspectos, como o tratamento de pacientes com ansiedade, controle da dor, planejamento cirúrgico, e ensino de estudantes de medicina. Na Odontologia ela vem sendo estudada para treinamento cirúrgico e ensino em laboratórios pré-clínicos^{25,26,27}. A Realidade Aumentada (*Augmented Reality, AR*) é uma forma de RV complementada com ambientes reais em uma ferramenta especial que permite ao cirurgião incorporar a visualização de dados dentro de diagnósticos e medidas de planejamento de tratamento para melhorar a segurança e eficácia das operações. A AR pode ser utilizada, principalmente, durante a etapa de colocação do implante em cirurgia oral e cirurgias ortognáticas, na ortodontia, endodontia e Odontologia restauradora^{28,29}.

APLICAÇÕES DA ODONTOLOGIA 4.0

A Odontologia 4.0 transformará o atendimento pelo monitoramento à distância de pacientes, administração de medicamentos, ativação de aparelhos, etc. reduzindo drasticamente o número de visitas à clínica (Figura 07). Isso vai melhorar muito a qualidade de vida de pacientes com deficiência, pacientes síndromicos que requerem tratamento prolongado, idosos e crianças com necessidades especiais²¹.

O progresso em direção ao monitoramento de dispositivos e sensores iniciará o conceito de “talking teeth” (dentes falantes). Esses dispositivos colocados na boca do paciente podem gerar e comunicar sinais para o médico com base em uma mudança no pH, conteúdo mineral do dente, ou nível de biomarcadores. Junto com o conhecimento do histórico familiar do paciente, esses dispositivos monitoram continuamente o conteúdo da dieta e juntamente com os sinais relativos uma mudança no valor do pH e aumento de colônia de bactérias para pré-avisar os pacientes sobre o possível advento de cáries. Eles também podem ser utilizados para monitorar os marcadores de inflamação ou movimento dentário pós-cirurgia ou durante o tratamento ortodôntico. Em relação ao pós-operatório, este tipo de acompanhamento será extremamente útil para verificar o sangramento, aumento de glicemia no sangue, temperatura ou saturação de oxigênio²¹.



▪ VISÃO DO RECÉM-FORMADO SOBRE A ODONTOLOGIA 4.0

As novas tecnologias da Odontologia digital trazem a promessa de processos mais rápidos, resultados mais precisos e previsíveis, padronização da qualidade de serviços e produtos odontológicos e uma menor dependência de fatores humanos (como habilidades manuais) para atingir excelentes resultados laboratoriais e clínicos. Entretanto, desde o surgimento destas ferramentas, dois principais fatores têm sido considerados impeditivos para uma maior difusão e popularização dos novos sistemas: o custo das tecnologias e o receio dos profissionais em enfrentarem uma curva expressiva de aprendizagem para entrar no “mundo do digital”.

Nas instituições de ensino em Odontologia ainda há escassez de recursos para a implementação de novos sistemas de alto custo aliada à tradicionalidade do ensino e à resistência de alguns professores para se aproximar das novas tecnologias que vêm surgindo no cenário odontológico.

Desta forma, a tendência é que os alunos ainda saiam da faculdade sem os conhecimentos necessários para falar a linguagem da Odontologia Digital e sem estrutura adequada para o desenvolvimento da Odontologia 4.0, que já está sendo apresentada nas principais feiras e congressos há alguns anos.

Sem o conhecimento de quais são e como funcionam estas tecnologias, é muito comum que o aluno e o recém-formado construam barreiras para si mesmos, e considerem que as tecnologias são de difícil acesso, e que não será possível acompanhar os dentistas com anos de carreira clínica que já aderiram à Odontologia Digital. A partir deste contexto, estes novos profissionais, com potencial para participarem na construção da Odontologia do futuro podem se afastar das tendências de evolução e progresso das tecnologias digitais.

O conhecimento é a chave para a aproximação das tecnologias digitais da rotina clínica de qualquer dentista. Hoje em dia, não se fala mais apenas em adquirir máquinas caras e utilizá-las com exclusividade. Existem modelos de negócio que é possível contratar os equipamentos por um determinado período, ou até mesmo trabalhar em parceria com laboratórios de prótese que já utilizam o fluxo digital. Desta maneira, não é preciso adquirir os equipamentos para conseguir os resultados prometidos com as inovações tecnológicas.

As novas tecnologias evoluem de maneira contínua e ininterrupta e, desta forma, quem já participa do fluxo digital começa a trazer questionamentos mais avançados e complexos sobre a temática, o que também é um desafio para o dentista recém-formado.

Novas iniciativas estão surgindo pelo país afora na intenção de aproximar os alunos, ainda durante a graduação, deste meio revolucionário. O assunto da Odontologia digital tem alcançado os alunos que se interessam em aprender por estas iniciativas não tradicionais, ressaltando o apoio dos colegas dentistas, que já estão inseridos na Odontologia Digital, aos jovens. Este compartilhamento de informações e de experiências tem um valor imprescindível para motivar os alunos e recém-formados, além de inspirá-los a buscarem conhecimento em fontes acessíveis, que vão desde artigos científicos até canais no Youtube e páginas no Instagram que se referem ao assunto. A facilidade de aprendizagem e a familiaridade com recursos computacionais dos jovens nascidos na era digital vêm superando esses desafios.

Pouco a pouco este cenário vem mudando e as instituições de ensino tendem a se adaptar à tendência irreversível do digital para a Odontologia. A introdução dos novos conhecimentos certamente será parte obrigatória da grade horária dos cursos de graduação e pós-graduação. Até lá, alunos e recém-formados têm se movimentado para democratizar o acesso ao conhecimento da Odontologia digital.