



CATÓLICA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

UISEU

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO EM ENDODONTIA- REVISÃO SISTEMÁTICA

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Por:
Andrea Vázquez Martínez

Viseu, 2023



CATÓLICA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

UISEU

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO EM ENDODONTIA- REVISÃO SISTEMÁTICA

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Por:
Andrea Vázquez Martínez

Orientador: Professor Doutor Miguel Cardoso
Coorientadora: Professora Doutora Rita Noites

Viseu, 2023

Dedicatórias

Ao meu orientador, **Professor Doutor Miguel Cardoso**, e à minha
coorientadora, **Professora Doutora Rita Noites** por toda a disponibilidade, O
meu sincero obrigada!

À minha família, por toda a motivação, dedicação e apoio.

Às minhas amigas por me tornarem uma melhor pessoa

Ao meu binómio por toda a ajuda neste caminho.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais Julio Vázquez Quintela e Maria Carmen Martinez Pereira e ao meu irmão Julio Vazquez Martinez por todo o carinho, esforço e disponibilidade, por estarem sempre ao meu lado, a apoiarem -me de todas as formas possíveis.

Aos professores pela partilha de conhecimentos, pelo apoio nesta caminhada.

Aos meus binomios e amigos Nasser Alvarez e Adriana Rengifo pelo apoio, tive muita sorte de os encontrar neste caminho.

À minha melhor amiga Carlota Pumar que tem sido como minha segunda família, meu apoio em todos os sentidos.

À minha amiga Susana Iglesias, pela amizade e ajuda em todos estes anos.

Ao meu orientador, Professor Doutor Miguel Cardoso, e à minha coorientadora, Professora Doutora Rita Noites por toda a dedicação e ensinamentos ao longo deste projeto. O meu sincero obrigada!

Esta dissertação está inserida no projeto “InDig - Innovation and digital teaching technologies in Dental Medicine” (n.º POCH-02-5312-FSE-000025), cofinanciado pelo Fundo Social Europeu através do Programa Operacional Capital Humano (POCH).

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu

Resumo

Introdução: A realidade virtual e as simulações digitais interativas nos últimos anos, têm sido utilizadas na educação de medicina dentaria para o treino de estudantes antes de interagir com pacientes reais.

A aplicação da realidade virtual na educação tem sido demonstrada na literatura. Algumas publicações recentes sugeriram que as tecnologias virtuais e hápticas podem ter efeitos realmente positivos nos resultados da educação em medicina dentaria aplicada em endodontia.

Objetivo: Analisar o processo de ensino e aprendizagem pelos meios tecnológicos, analisar a influencia das novas tecnologias no âmbito educacional e analisar as desvantagens e vantagens na utilização de novas tecnologias.

Materiais e Métodos: Foi feita a pesquisa nas plataformas *Pubmed/MEDLINE* e *Web of Science* usando as palavras-chave (*endodontic education*) OR (*endodontic training*) AND ((*simulators*) OR (*virtual reality*)) sendo a seleção dos artigos conduzida por critérios de inclusão e exclusão.

Resultados: Foram obtidos 229 artigos no total, 203 artigos na Pubmed e 26 na Web of Science. Após a exclusão dos duplicados (n=26), procedeu-se à seleção dos artigos através da leitura dos títulos, tendo em consideração os critérios de inclusão e exclusão (n=29). Após leitura completa obtivemos uma amostra de 10 artigos finais (n=10).

Conclusão: A aplicação da Realidade virtual melhorou a capacidade de aumento de conhecimentos teóricos, sendo também o papel do professor muito importante.

Mais estudos com amostras maiores e ensaios clínicos a longo prazo são necessários para corroborar esse possível impacto positivo de várias tecnologias virtuais nos resultados da educação endodôntica aplicada

Palavras-chave: Endodontic education, endodontic training, simulators, virtual reality.

Abstract

Introduction: Virtual reality and interactive digital simulations in recent years have been used in dental education to train students before interacting with real patients.

The application of virtual reality in education has been demonstrated in the literature. Some recent publications have suggested that virtual and haptic technologies can have really positive effects on the outcomes of dental medicine education applied in endodontics.

Objective: To analyze the teaching and learning process by technological means, to analyze the influence of new technologies in the educational field, and to analyze the disadvantages and advantages in the use of new technologies.

Materials and Methods: A search was made in the Pubmed/MEDLINE and Web of Science platforms using the keywords (endodontic education) OR (endodontic training)) AND ((simulators) OR (virtual reality)), and the selection of articles was conducted by inclusion and exclusion criteria.

Results: A total of 229 articles were obtained, 203 articles in Pubmed and 26 in Web of Science. After the exclusion of duplicates (n=26), we proceeded to the selection of articles by reading the titles, taking into account the inclusion and exclusion criteria (n=29). After complete reading we obtained a sample of 10 final articles (n=10).

Conclusion: The application of virtual reality has improved in the ability to increase theoretical knowledge, and the role of the teacher is also very important.

More studies with larger samples and long-term clinical trials are needed to corroborate this possible positive impact of various virtual technologies on the outcomes of applied endodontic education.

Keywords: Endodontic education, endodontic training, simulators, virtual reality.

ÍNDICE GERAL

1	Introdução.....	1
1.1	Aplicação das tecnologias digitais educacionais.....	3
1.2	Realidade virtual Versus Realidade aumentada.....	5
1.3	Ensino na área de Endodontia.....	6
1.3.1	Ensino da endodontia em ambiente pré-clínico.....	8
1.3.2	.. Ensino em pré-clínico na UCP – pasta MP nos tubos de inclusão e os frascos para incluir dentes naturais.....	8
2	Objetivos	11
3	Materiais e Métodos	15
3.1	Questão PICO	16
3.2	Critérios de inclusão.....	16
3.3	Critérios de exclusão	17
3.4	Análise de dados e organização	17
4	Resultados	19
5	Discussão.....	27
6	Conclusão.....	38
7	Bibliografia.....	42

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Artigos relacionados com a aquisição de conhecimentos com Simulação virtual utilizando os níveis de avaliação de *Kirkpatrick*.....23

Tabela 2 - Estudos relacionados com comparações entre réplicas impressas em 3D e dentes naturais..... 24

Índice de figuras

Figura 1. Inclusão em pasta “MP”: (A) fotografia dente incluído, (B) radiografia de dente incluído. Imagem obtida no pré-clínico da FMD-UCP	9
Figura 2. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	9
Figura 3. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	10
Figura 4. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	10
Figura 5. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	10
Figura 6. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	10
Figura 7. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	10
Figura 8. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantomas.....	10
Figura 9- Fluxograma da seleção dos artigos.....	22

Abreviaturas

VR – *Virtual Reality*

AR – *Augmented Reality*

TIC- *Tecnologia de Informação e Comunicação*

SVH- *Simuladores hápticos virtuais*

CBCT- *Tomografia Computorizada de Feixe Cónico*

TEL- *Aprendizagem melhorada pela tecnologia*

ALEs- *Localizadores eletrónicos de ápice*

Introdução

1. Introdução

1.1 Aplicação das tecnologias digitais educacionais

As tecnologias digitais têm vindo a influenciar cada vez mais a maneira como o ser humano percebe o mundo, a sociedade e as culturas. Neste sentido, é inquestionável o fato de tais ferramentas proporcionarem novas bases para a relação que o homem estabelece com seu meio, com seus pares e consigo mesmo.

Estas ferramentas podem ser definidas como um conjunto de programas informáticos que têm como objetivo facilitar o desempenho de uma ou várias tarefas num dispositivo tecnológico, ajudando a obter resultados esperados e poupando recursos.

Atualmente, a aplicação de tecnologias digitais aplicadas à aprendizagem tem sido fundamental para fomentar a autoaprendizagem, independência e raciocínio, sendo, desta forma, importante e centro de interesse para diversos campos científicos.

Na educação, a tecnologia é proposta como uma competência essencial na formação de futuros estudantes e trabalhadores, sendo um recurso didático para o ensino e aprendizagem.^(1, 2)

A utilização de tecnologias que ajudem na aprendizagem e no estudo necessitam de professores que orientem os estudantes a aproveitar as capacidades e possibilidades únicas das ferramentas em lugar de utilizá-las simplesmente por curiosidade. O uso de simuladores de realidade virtual pode ajudar em procedimentos de diagnóstico e cirúrgicos, melhorar as competências em termos de erro e reduzir o tempo do procedimento.⁽³⁾

A incorporação da Tecnologia de Informação e Comunicação também chamadas como TIC são soluções inovadoras e vieram provocar mudanças significativas na sociedade.^(4, 5)

As TIC são o conjunto de ferramentas e soluções tecnológicas que permitem tornar eficientes e processar a informação e comunicações de pessoas, empresas e organizações para proporcionar eficiência e agilidade, tendo como objetivo melhorar a qualidade de vida das pessoas através de

tecnologias. ^(4, 5) Este tipo de recursos pode ser apresentado sobre a forma de “software as a service” onde o objetivo é inovar para melhorar os processos e tarefas que já executamos de forma analógica. ⁽⁵⁾

Existem desvantagens na utilização de novas tecnologias a ter em conta, como por exemplo: alunos que apresentam perda de atenção uma vez que permitem que a aprendizagem seja confundida com o jogo, podendo causar vício, uma vez que certos programas, como videojogos, perturbam o desenvolvimento social e pessoal do indivíduo. ^(5, 6) Existem várias publicações médicas que descrevem que o vício na internet é sério e assustador.

Outra desvantagem é o isolamento, o uso constante de ferramentas informáticas que isolam o aluno, afetando o seu desenvolvimento social e formativo. A fiabilidade da informação, também é um parâmetro a considerar, uma vez que nem toda a informação que aparece na internet é fiável ou legal, por isso deve-se ensinar os alunos a distinguir entre informações fiáveis e as que não são. ⁽⁶⁾

1.2 Realidade virtual *Versus* Realidade aumentada

Atualmente existem duas tecnologias: a realidade virtual (VR – *Virtual Reality*) que se tem desenvolvido nos últimos 50 anos; e a realidade aumentada (AR – *Augmented Reality*) que é um conceito relativamente novo. ⁽⁴⁾

A realidade virtual (VR) consiste numa simulação com aparência real dando uma ilusão de estar dentro do ambiente através de óculos ou outros dispositivos, mas mostrando uma experiência realista. ⁽⁴⁾

A VR é uma tecnologia atual sendo muito utilizada na educação médica, já que esta tecnologia representa a simulação artificial de um evento de vida real, utilizando um dispositivo eletrônico que dá uma posição ao usuário dando a sensação que se encontra num mundo real. ⁽⁷⁾

A AR é uma tecnologia que permite integrar elementos virtuais numa imagem real que é visualizada através de um dispositivo eletrônico, aplicando comandos ou marcadores que ao ser focado com um dispositivo específico projetam uma imagem virtual sobre uma imagem real, criando uma realidade transformada.

1.3 Ensino na área de Endodontia

Atualmente, a potencial aplicação das tecnologias digitais no processo de ensino- aprendizagem tem atraído a atenção de muitas áreas científicas. A realidade virtual tem sido utilizada na educação médica e dentária e é conhecida como uma ferramenta de ensino. ⁽⁸⁾

A tecnologia VR é uma ferramenta educativa, complementar e pode desempenhar um papel importante na melhoria da qualidade do ensino e na melhoria das competências dos alunos. ⁽⁸⁾

O progresso da ciência e da tecnologia, a aplicação da tecnologia usada na medicina dentária tornou-se cada vez mais desenvolvido. Desde o início, usando alicates para extrair o dente, arame para bloquear os dentes soltos, o aparelho dentário e ponte dentária. Com o desenvolvimento avançado das tecnologias da informação, as soluções dentárias lideradas por tecnologias informáticas e de Internet fizeram progressos significativos em todo o mundo. Sendo as tecnologias digitais tendência para a área dentária profissional no futuro.

O rápido desenvolvimento de soluções dentárias digitais tem sido aplicado tanto no campo dentário clínico como no campo da educação dentária. Esta tendência irá gradualmente desafiar tanto as práticas clínicas dentárias tradicionais como os métodos de aprendizagem da educação dentária. ^(8, 9)

A evolução dos últimos anos nesta área tem sido notável, com o aparecimento de novos instrumentos fabricados pelo tratamento térmico, a incorporação da CBCT no plano de diagnóstico e tratamento, a introdução de cimentos biocerâmicos, abordagens clínicas mais conservadoras, tais como terapia pulpar, acesso estático-guiado nos dentes com canais calcificados, e até mesmo o uso de orientação dinâmica para a abordagem conservadora de acesso aos dentes com anatomias complexas, entre outras coisas, refere o fundador do clube de estudos da endodontia. Podemos concluir que sempre que há mudanças, há desafios e oportunidades. ^(9, 10)

A maioria dos procedimentos endodônticos requer alto grau de precisão porque ocorrem em áreas de trabalho muito pequenas e escuras, em que a destreza táctil do profissional e a sua perseverança são essenciais, mas, na verdade, há muito para ver quando se tem as ferramentas certas.

Microscópio com o seu elevado potencial de ampliação e iluminação do campo operatório permite que o trabalho dentário seja realizado com detalhe e precisão em situações que no passado eram difíceis de resolver.⁽¹¹⁾

Nos últimos anos, a tecnologia tem contribuído para o desenvolvimento de simuladores hápticos virtuais (SVH), com ampla evidência no campo da medicina e da formação médica ⁽¹²⁻¹⁷⁾ e na educação médico-dentária, que têm permitido o desenvolvimento de habilidades cognitivas (recursos conceituais), motoras (recursos processuais), habilidades de valor. ⁽¹⁵⁻²⁰⁾

A utilização de simuladores virtuais permite aproveitar a tecnologia e utilizá-la como ferramenta didática ativa. Permite ao aluno treinar de forma virtual, de forma, segura e controlada, interagindo num ambiente que simula a realidade, com elementos que colocam os alunos numa situação que exige a mobilização e integração dos seus conhecimentos e competências, para resolver e desenvolver as situações simuladas, comparáveis ao que a própria prática clínica pode encontrar. ⁽¹³⁻¹⁶⁾ Além disso, as SVHs proporcionam um ambiente seguro no desenvolvimento das habilidades motoras e permitem um melhor treinamento das habilidades manuais com melhor feedback e controlo por tutores. ⁽¹⁶⁾

Mais estudos são necessários, uma vez que as publicações existentes até ao momento com a intenção de avaliar a validade da VHS são baseadas em questionários ^(21,22), comparações de acordo com o nível de desempenho ^(13,21) ou diferenciando sua validade de acordo com o nível de experiência. ⁽²²⁻²⁵⁾

1.3.1 Ensino da endodontia em ambiente pré-clínico

O ensino pré-clínico, a nível Universitário, é essencial, pois permite ao aluno adquirir habilidades manuais para uma futura prática clínica. Devido à complexidade da endodontia é essencial treinar estudantes com intuito de prever as suas complicações e resultados. ⁽²⁶⁾

O ensino em ambiente pré-clínico tem como objetivos: ⁽²⁷⁾

- Conhecer e identificar as anomalias no âmbito endodôntico.
- Conhecer a relação e interação entre os diferentes procedimentos médico dentários.
- Saber qual é o tratamento necessário e saber encaminhar a um profissional de maior qualificação quando é necessário.
- Adquirir conhecimento e estabelecer um plano de tratamento aplicado em endodontia. ⁽²⁸⁾

1.3.2 Ensino em pré-clínico na UCP – pasta MP nos tubos de inclusão e os frascos para incluir dentes naturais

O treino dos procedimentos que constituem um tratamento endodôntico em ambiente pré-clínico é essencial, na medida em que confere as competências clínicas aos alunos antes de realizarem tratamentos em pacientes.

O ensino em pré-clínico na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa (FMD-UCP) favorece o processo de ensino e aprendizagem tendo como finalidade obter conhecimento básico no aspeto clínico.

Estas atividades pré-clínicas são trabalhadas ao longo do ano tentando mimetizar ao máximo o ambiente clínico.

Para a inclusão dos dentes existem diversos materiais, permitindo o que rodeia o dente seja o mais parecido com o osso alveolar, para melhor simulação em relação com a prática clínica.

Pasta “MP” que é composta por gesso, acrílico e outros materiais, é um

bom material de inclusão para dentes naturais, já que mimetiza o osso e fixa bem o dente. ⁽²⁹⁾

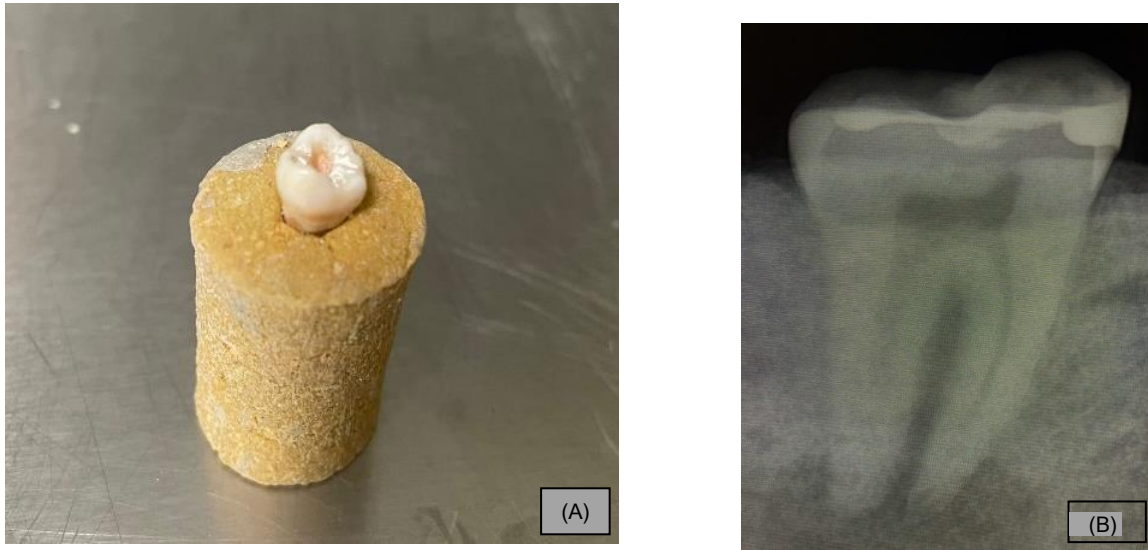


Figura 1. Inclusão em pasta “MP”: (A) fotografia dente incluído, (B) radiografia de dente incluído. Imagem obtida no pré-clínico da FMD-UCP

Com o intuito de mimetizar o ambiente clínico e da cavidade oral, foi desenvolvido um modelo para fantoma, da arcada superior e inferior, onde são colocados dentes naturais (previamente extraídos) em material de silicone de adição putty-Turbosil ® onde os alunos da FMD -UCP podem praticar o protocolo endodôntico. ⁽²⁹⁾



Figura 2. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas



Figura 3. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas.

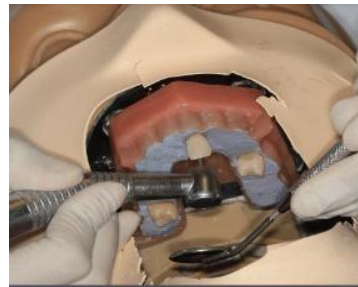


Figura 4. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas.

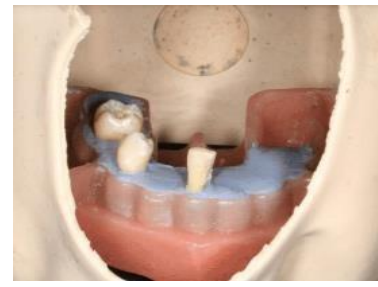


Figura 5. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas.



Figura 6. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas.



Figura 7. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas.



Figura 8. Modelo endodôntico para prática em dentes naturais em pré-clínico em fantasmas.

Sousa S, Martins A, Noites R, Cardoso M, e Paulo M. Figura 2. Modelo endodôntico para ensino em pré-clínico. (2016, 24 outubro). Ordem dos Médicos Dentistas.

1.3.3 Dentes artificiais VS dentes naturais

Os dentes naturais são usados para a realização da prática pré-clínica, mas devido à dificuldade de obtenção e pelo risco de infecções cruzadas têm vindo a ser substituídos por dentes artificiais, estes novos dentes têm sido muito utilizados para a prática devido às similaridades que apresentam com os dentes humanos, e também pela maior facilidade de obtenção.

No entanto, apresentam algumas diferenças relativamente aos dentes naturais, nomeadamente a radiopacidade, o que limita o seu uso em algumas etapas do processo de ensino. ⁽³⁰⁾

Objetivos

2. Objetivos

O objetivo deste trabalho consiste em fazer um levantamento na literatura sobre o que existe (realidade virtual, realidade aumentada entre outros...) para o ensino da endodontia.

Esta revisão sistemática tem como objetivos:

- Analisar a influência das novas tecnologias no âmbito educacional
- Analisar o processo de ensino e aprendizagem pelos meios tecnológicos
- Analisar as vantagens e desvantagens na utilização de novas tecnologias

Materiais e Métodos

3. Materiais e Métodos

Tipo de estudo: Revisão Sistemática da literatura

Esta revisão sistemática é realizada através da metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA).⁽³¹⁾

3.1 Questão PICO

A revisão sistemática foi conduzida com base na questão PICO (*POPULATION, INTERVENTION, COMPARISON AND OUTCOMES*). A questão de investigação foi: A realidade virtual (I), em endodontia melhoraria a aprendizagem (O) dos alunos (P) em comparação com as metodologias de ensino tradicionais (C)?

3.2 Estratégias de pesquisa:

Foi realizada a pesquisa nas bases de dados bibliográficas: Pubmed/MEDLINE e Web of Science desde o seu início até 20 de dezembro de 2022. Com base na questão de investigação e objetivos previamente apresentados, foram delineadas estratégias para a recolha de dados.

O protocolo de pesquisa foi registado na plataforma PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews) a 20 de janeiro de 2023 e ficou registado com o ID: CRD393402.

A equação de pesquisa nas bases de dados foi a seguinte: ((endodontic education) OR (endodontic training)) AND ((simulators) OR (virtual reality)).

3.3 Critérios Inclusão:

- Artigos relacionados com médicos dentistas especializados em endodontia, estudantes de pós-graduação, dentistas generalistas, e pessoal

universitário avaliando a eficácia da aprendizagem por tecnologia em comparação com os métodos de aprendizagem tradicionais;

-Técnicas de aprendizagem relacionadas com a eficácia da aprendizagem por tecnologia incluindo qualquer atividade que utilizara, programas multimédia interativos, simulação e aprendizagem virtual em endodontia;

-Ensaio controlado aleatório e ensaios clínicos;

-Estudos publicados apenas em inglês.

3.4 Critérios de exclusão

- Artigos sem resumo ou informações relevantes;

- Revisões sistemáticas;

- Estudos em forma de carta ou comentários;

- Estudos relacionados com tecnologias digitais aplicadas em outras áreas que não sejam da endodontia.

3.5 Análise de dados e organização

Foi recolhida a informação relevante para este estudo e organizada da seguinte forma:

- Informação dos Autores;
- Ano da publicação do estudo;
- País de origem;
- Tipo de estudo;
- Metodologia de ensino tradicional;
- Metodologia de ensino inovadora;

Resultados

4. Resultados

Na plataforma *Pubmed* foram obtidos 203 resultados e na plataforma *Web of Science* 26.

Foram considerados os duplicados presentes entre as plataformas, excluindo-se 26 artigos.

Procedeu-se, de seguida, à leitura dos títulos/abstracts sendo selecionados 29 artigos no total.

Após terem sido selecionados 29 artigos potencialmente relevantes, foi feita a sua leitura na íntegra.

Destes 29 artigos, através da sua leitura na íntegra e aplicação dos critérios de exclusão, foram excluídos 19 artigos, gerando um total de 10 artigos a incluir na revisão sistemática.

A estratégia de pesquisa e seleção dos artigos está esquematizada na Figura 9.

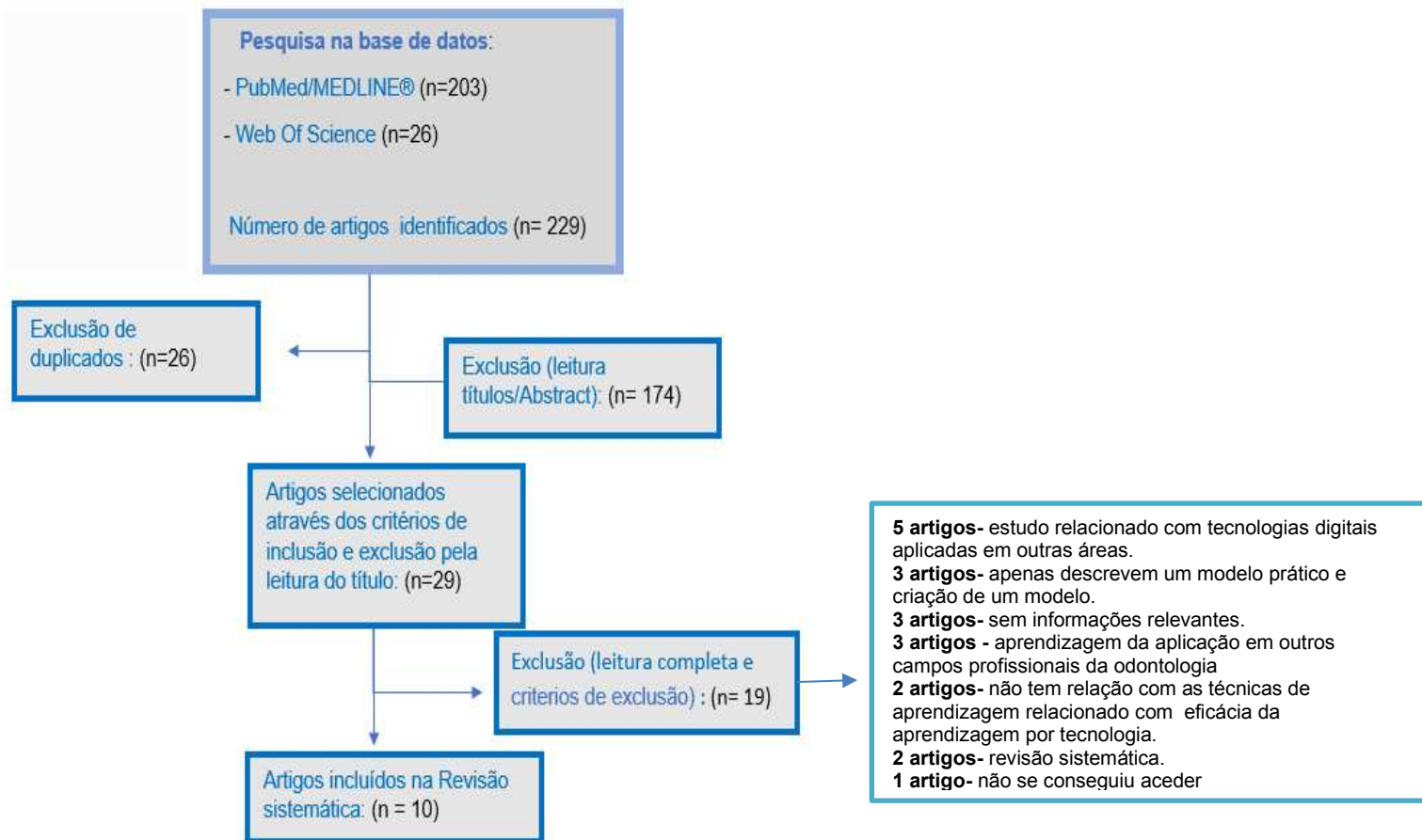


Figura 9- Fluxograma da seleção dos artigos

Dos 10 artigos incluídos nesta revisão sistemática, 7/10 (Tabela 1) fazem referência à comparação de educação experimental com simulação virtual utilizando os níveis de avaliação de Kirkpatrick enquanto que 3/10 (Tabela 2) referem-se a estudos relacionados com comparações entre réplicas impressas em 3D e dentes naturais.

Tabela 1- Artigos relacionados com a aquisição de conhecimentos com Simulação virtual utilizando os níveis de avaliação de *Kirkpatrick*.

Autor, Ano, País	Nº de amostras	População	Metodologia	Nível 1- Reação	Nível 2 : aprendizagem	Nível 3 comportamento	Conclusões
<i>Lu, J., Yang, X. et al. (2022) China</i> ⁽³⁹⁾	199	Estudantes do 4º ano	Demonstração Convencional, Video-teaching, vídeo-Instrução Clínica Assistida com e sem Simulação virtual	Atitudes avaliadas por questionário	Aquisição de conhecimento avaliada pelo teste de perguntas de escolha múltipla	Avaliado por exame teórico e experimental	O estabelecimento de um sistema de ensino experimental de simulação virtual aberto e em rede e o estabelecimento de um modelo de formação podem efetivamente compensar a deficiência do ensino experimental tradicional
<i>Chevalier V, Dessert M, et al (2022) França</i> ⁽⁴²⁾	108	Estudantes de pregrado	VPT e de conferências VPT combinados com uma sessão de laboratório VPT	Atitudes avaliadas por questionário	Aquisição de conhecimento avaliado por questionário pré e pós laboratório pre-clínico	Desempenho avaliado por questionário e Avaliações, Questionário STAI (S e T) contendo 20 itens classificados de 1- 4.	Mostra um benefício da introdução de novas tecnologias no aumento da confiança dos alunos e na redução do stress e oferece oportunidades de melhoria educacional nas áreas de VPT e cariológia.
<i>Chen Y, Deng J, et al (2022) China</i> ⁽⁴⁰⁾	565	Estudantes de pregrado	Aplicação e o efeito do simulador de VR	Não medido	Não medido	Desempenho avaliado por questionário.	A técnica de RV tem valores potenciais na prática odontológica pré-clínica na China
<i>Reymus M, Liebermann A,(2020) Alemanha</i> ⁽⁴⁵⁾	42	Estudantes de pregrado	Radiografia bidimensional, exploração CBCT e simulação VR.	Não medido	Não medido	Avaliação do questionário. A cada pergunta foi dado um ponto se a resposta estivesse certa e zero pontos se a resposta estivesse incorreta	Esta investigação revelou a atitude positiva dos estudantes de odontologia em relação ao ensino da anatomia dentária utilizando realidade virtual.
<i>Ge G, Jin WL, et al. (2018), China</i> ⁽⁴¹⁾	40	Estudantes de pregrado	Com e sem simulador modificado	Não medido	Não medido	Desempenho avaliado por pontuação em anamnese, escrita de registro medico e pratico	O ensino do efeito da simulação de cena modificada no ensino pré-clínico é melhor do que o método de ensino tradicional.
<i>Bogoni, TN; Feijo, GD et al (2016) Brasil.</i> ⁽⁴⁷⁾	Não especifica	Estudantes de pregrado	Ambiente virtual simulando as interações entre o dispositivo háptico e o dente a ser tratado	Não medido	Não medido	Não medido	O sistema armazena todas as ações tomadas pelo usuário permitindo que o usuário visualize essas ações.
<i>Li, M; et al (2004) China</i> ⁽⁴⁸⁾	Não especifica	Estudantes de pregrado	Modelo de canal radicular baseado em física, e um método de identificação de parâmetros para o modelo	Não medido	Não medido	Não medido	Mostra um benefício no uso de um ambiente de simulação virtual para o treino de habilidades no tratamento endodôntico

CBCT- Tomografia Computorizada de Feixe Cônico, **VR-** realidade virtual, **VPT-** tratamento vital da polpa

Tabela 2- Estudos relacionados com comparações entre réplicas impressas em 3D e dentes naturais.

Autor, Ano, País.	Nº de amostras	Metodologia	Modelos virtuais	Dente	Conclusões
<i>Reymus M, Stawarczyk B, et al(2020)</i> <i>Alemanha,</i> ⁽⁴³⁾	10 dentistas	Avaliação de réplicas de dentes por dentistas e questionário breve	Resinas impressas 3D e réplicas dentárias comerciais comprovada réplicas com diferentes resinas e dentes humanos extraídos	Não específica	As réplicas de dentes impressas em 3D parecem ser equivalentes às réplicas de dentes disponíveis comercialmente em termos de especificações dos materiais e sua avaliação durante o treinamento
<i>Hanafi A, Donnermeyer D, et al (2020)</i> <i>Alemanha.</i> ⁽⁴⁴⁾	68 estudantes	Questionário com questões múltiplas sobre as várias etapas de tratamento e incluiu uma avaliação dos modelos.	Resina imprimível com todas as estruturas adjacentes, Dentes impressos dentes humanos ou dentes de plástico	20 incisivos, 26 premolares e 22 molares	O modelo permitiu uma simulação mais realista da situação clínica e levou à redução dos níveis de stress no tratamento endodôntico nos ciclos clínicos subsequentes
<i>Tchorz JP, Brandl M, (2015)</i> <i>Alemanha.</i> ⁽⁴⁶⁾	89 estudantes	Avaliação das distâncias entre o cone mestre e o ápice radiográfico, erros iatrogénicos, e comparações, usando o teste exato de Fischer	Simulao em 4 blocos de plástico e 3 dentes humanos extraídos e outro com dentes de resina	Não específica	Aplicação de dentes artificiais em vez de dentes humanos extraídos não teve efeito na qualidade técnica das obturações radiculares

A Tabela 1 mostra os estudos relacionados com a aquisição de conhecimentos com simulação virtual utilizando os níveis de Avaliação de Kirkpatrick, avaliando a aprendizagem, essencialmente no ensino de estudantes de pré-graduação.

Os diversos métodos TEL utilizados na educação da endodontia encontrados nos estudos foram: Demonstração Convencional, Vídeo-teaching, video-Instrução Clínica Assistida com e sem Simulação virtual,⁽³⁹⁾ VPT e conferências VPT combinados com uma sessão de laboratório VPT,⁽⁴²⁾ simuladores hápticos de realidade virtual,⁽⁴⁷⁾ com e sem simulador de cena modificado,⁽⁴¹⁾ radiografia bidimensional, exploração CBCT⁽⁴⁵⁾, simulação VR⁽⁴⁰⁾⁽⁴⁵⁾ e modelagem híbrida para simulação endodóntica.⁽⁴⁸⁾

As atividades TEL utilizadas na educação em endodontia foram a aprendizagem de diagnóstico, preparação da cavidade de acesso e resolução de problemas.

Realizou-se a Avaliação de *Kirkpatrick*, que é um modelo utilizado para avaliar a efetividade de programas de formação académica. Consiste em quatro níveis: reação, aprendizagem e comportamento e, por último, resultados. Este enfoque de avaliação no nível 1- reação é comum nos estudos de ensino para medir as reações dos estudantes para uma atividade de aprendizagem. Nos artigos *Lu, J. et al.* e *Chevalier V. et al.* os questionários proporcionam informação relevante sobre a perceção e satisfação dos alunos com a simulação e ajudam os professores a melhorar a eficácia da atividade de aprendizagem. Os restantes artigos não forneceram detalhes específicos sobre a reação dos alunos. *Lu, J. et al.* Aplicaram provas de escolha múltipla para avaliar o nível de conhecimento adquirido pelos participantes e *Chevalier V.* Questionário pré e pós laboratório pré-clínico o que se relaciona com o nível 2 da avaliação de *Kirkpatrick*. Nos restantes estudos não proporcionaram detalhes específicos.

No nível 3 da avaliação de Kirkpatrick no estudo *Lu, J. et al.* realizaram-se avaliações teóricas e experimentais para medir a aprendizagem. *Ge G. et al.* avaliaram o desempenho dos participantes através da pontuação num questionário e avaliação de desempenho prático utilizando anamnese escrita de registo médico.

Chevalier V, et al. e *Reymus M. et al* utilizaram questionários para avaliar a perceção dos estudantes. No entanto nos estudos *Bogoni TN. et al.* e *Li, M. et*

al. não foram avaliadas diretamente alterações no comportamento dos participantes.

No que diz respeito à Tabela 2, o estudo de *Reymus M. et al.* onde mostrou resultados significativamente melhores da nova metodologia, sendo o método de aprendizagem preferido da maioria de estudantes.

O estudo de *Tchorz JP. et al* compara o efeito do treino dos estudantes com dentes artificiais comparando com dentes naturais sobre a qualidade do primeiro tratamento endodôntico realizado em pacientes, não conseguindo detectar diferença entre os dois grupos.

No último estudo de *Hanafi A. et al* explicam que existe a necessidade de capacitação pré-clínica prática antes de começar um tratamento com um paciente real pela primeira vez.

Discussão

5. Discussão

Na Medicina Dentária os simuladores tradicionais foram feitos a partir de modelos de gesso ou plástico, colocados num articulador. ⁽³²⁾ Com o aparecimento de novas tecnologias foram desenvolvidos simuladores hápticos, robóticos, de realidade aumentada e realidade virtual, oferecendo uma melhor experiência em relação aos tradicionais, antes de realizar tratamentos clínicos. ⁽³³⁾

Existem simuladores em Medicina Dentária que têm uma cabeça móvel com parte superior do tronco, bochechas, língua, dentes e mandíbulas, sendo capazes de abrir e fechar a boca. Existem também simuladores para técnicas anestésicas, treinando anestesia dentária para bloquear o nervo alveolar inferior que se conecta aos incisivos, caninos, pré-molares e molares inferiores, considerando a aplicação da agulha em uma área adequada, profundidade de inserção, bem como a sensibilidade da resistência virtual do tecido, tornando esta tecnologia uma parte essencial da educação moderna. ^(34,35)

Há também simuladores para procedimentos cirúrgicos, o que favorece a aprendizagem dos alunos, e a capacidade de avaliar e observar em diferentes situações o grau de habilidade dos alunos. ^(34,36,37)

As mais avançadas Universidades de Medicina Dentária já estão a implementar simuladores 3D de última geração que permitem a professores qualificados planear tratamentos de alta complexidade para garantir resultados eficazes. Os simuladores 3D são uma ferramenta que tem melhorado a aprendizagem para a segurança e qualidade do atendimento ao paciente, e é um meio muito importante para treinar determinadas habilidades, técnicas e competências necessárias para que o resultado tenha um bom sucesso. ⁽³⁸⁾ Com este tipo de tecnologias garante-se que os diferentes tratamentos 3D são reproduzidos com a máxima fidelidade em especialidades como próteses, endodontia, implantologia ou cirurgia restauradora entre outros setores na Medicina Dentária. Este ambiente virtual permite que os alunos adquiram maior qualidade na aprendizagem.

A presente revisão sistemática classificou as diferentes medidas de resultado em quatro, de acordo com o modelo de avaliação de quatro níveis de Kirkpatrick: reação, que se refere à opinião sobre o método de aprendizagem; aprendizagem, onde se refere à aquisição de conhecimento; comportamento que

é o desempenho e resultados.

No estudo realizado por *Lu J., et al.* com um total de 199 estudantes do quarto ano de Medicina Dentária da Universidade, foram divididos aleatoriamente num grupo controlo (modo de ensino convencional) e um grupo experimental (modelo de ensino experimental de simulação virtual para pulpotomia vital), incluindo modos de aprendizagem e exame. O efeito do ensino foi avaliado por exame teórico e experimental tendo como resultado deste estudo que os scores teóricos e experimentais do grupo experimental foram superiores aos do grupo controlo, com diferenças significativas ($P < 0,05$). Portanto, concluiu-se que a aplicação de uma plataforma experimental de ensino de simulação virtual pode efetivamente melhorar o ensino da pulpotomia. ⁽⁴⁰⁾

O feedback do grupo experimental após a aula indicou que a plataforma reforçou os seus conhecimentos teóricos e melhorou muito o seu domínio das habilidades operacionais. ⁽⁴⁰⁾

Num estudo controlado sobre uma pesquisa nacional na China realizado por *Chen Y, et al.* em 2022 a estudantes universitários de 44 escolas de Medicina Dentária, os alunos das escolas de nível A e A+ mostraram maior satisfação com seus cursos pré-clínicos e descreveram uma atitude mais positiva em relação ao uso do simulador de RV do que outros alunos ($P < .05$). Concluíram que a formação pré-clínica em Medicina Dentária na China permanecia imperfeita devido ao tempo de formação insuficiente e acesso a instalações de formação deficientes, em suma, os estudantes não tinham acesso a formação pré-clínica de qualidade. Este estudo concluiu que, para que os alunos tenham uma formação adequada, é necessário dedicar tempo ao ensino, e que tanto as instalações como a prática pré-clínica são fatores essenciais para garantir bons profissionais futuros. ⁽⁴¹⁾

Os artigos mencionados anteriormente têm como objetivo estabelecer um plano de estudos adequado e obter comentários dos estudantes no treino pré-clínico em diferentes universidades de medicina dentária, tentando adaptar e melhorar os programas de ensino em endodontia tornando-a mais satisfatória para os alunos. ^{(41) (40)}

Ge G, Jin WL, et al. no ano 2018, na avaliação do ensino virtual de endodontia na prática pré-clínica, dividiram 40 alunos aleatoriamente em dois

grupos: 20 alunos no grupo experimental com ensino simulado e 20 alunos no grupo controlo com métodos tradicionais de ensino. ⁽⁴²⁾

A qualidade do ensino foi comparada com o software SPSS 18.0. verificando-se que a pontuação do grupo experimental foi significativamente maior que a do grupo controlo na anamnese, na escrita e desempenho prático ($P < 0,05$). Tudo isso determinou que o efeito didático do ensino de simulação modificada no ensino pré-clínico é melhor do que o método de ensino tradicional. Esta metodologia fez com que os alunos compreendessem melhor os elementos médicos clínicos e ajudou os alunos a melhorar a sua iniciativa. ⁽⁴²⁾

Um estudo randomizado e controlado de duas universidades, realizado por *Chevalier, Dessert M et al.* em 2022 de uma sessão laboratorial pré-clínica utilizando dentes impressos em 3D no stress, ansiedade, confiança e conhecimento dos estudantes de medicina dentária no tratamento da cárie profunda e da exposição pulpar. Os grupos foram constituídos por 54 alunos cada, divididos em dois grupos: um único grupo de conferência (controlo) de tratamento vital da polpa (VPT) e uma conferência VPT combinada com um grupo de laboratório VPT (experimental). Não houve diferença estatística entre os grupos em termos demográficos e académicos. ⁽⁴³⁾

Segundo este estudo nas sessões laboratoriais utilizando dentes impressos em 3D que simularam o tratamento da cárie profunda e exposição pulpar, o stress e a ansiedade dos alunos reduziram significativamente e aumentou a sua confiança. Dentro das limitações deste estudo, o benefício da introdução de novas tecnologias para aumentar a confiança dos alunos e reduzir o stress oferece oportunidades de melhoria educacional nas áreas de VPT e cariologia. ⁽⁴³⁾

Num estudo de *Reymus M, Stawarczyk B*, réplicas de dentes foram impressas em 3D usando quatro resinas e comparadas com dois produtos disponíveis comercialmente, bem como dentes humanos extraídos. Médicos Dentistas experientes avaliaram a adequação das réplicas para treino endodôntico, comparando-as com dentes naturais em termos de aparência, anatomia, radiopacidade, semelhança com a dentina durante a abertura da cavidade de acesso, medição e preparação canal. ⁽⁴⁴⁾

Observou-se que os maiores valores de dureza foram registados para a

dentina humana ($P < 0,001$), seguido por V-Print e réplica dentária comercial da Smile Factory. A maior radiopacidade foi associada com Resina impressa em 3D para uso educativo ($P < 0,001$) em comparação com os outros materiais testados. ⁽⁴⁴⁾ A aparência das réplicas era mais realista do que os produtos disponíveis comercialmente. Não foram detetadas diferenças entre as réplicas durante a instrumentação mecânica dos canais radiculares e, como conclusão final, puderam afirmar que nenhuma das réplicas dentárias foram capazes de simular a dentina humana a partir das perspectivas avaliadas. V-Print tinha radiopacidade comparável à dentina mas sua dureza não era comparável à dentina. ⁽⁴⁴⁾

No estudo realizado com 8 alunos por *Hanafi A, Donnermeyer D, et al.* no ano 2020 avaliaram um modelo de Medicina Dentária modular de treino em impressão 3D com dentes humanos e determinação eletrónica do tempo de trabalho para o ensino endodôntico de graduação. Os dados foram gerados por meio de um modelo de impressão e cada um dos sessenta e oito alunos realizou um tratamento endodôntico completo num dente humano extraído. ⁽⁴⁵⁾ Foram utilizados localizadores eletrónicos de ápice (ALEs) e verificados radiograficamente. Posteriormente, foi realizada uma avaliação quanto à dificuldade das etapas de trabalho de preparação da cavidade de acesso, determinação do comprimento de trabalho, preparação e irrigação do canal radicular e obturação canalar. No total, 87% dos alunos consideraram o modelo de impressão 3D modular consideravelmente mais exigente do que o modelo de secretária convencional. No geral, 96% sentiram-se melhor preparados para a situação clínica, 92% sentiram níveis de stress acentuadamente reduzidos durante a prática endodôntica em cursos clínicos subsequentes e 93% dos alunos sugeriram que o modelo deveria ser usado em futuras práticas endodônticas pré-clínicas. ⁽⁴⁵⁾

Concluíram que foi que a maioria dos alunos avaliou positivamente o modelo modular de treino de impressão 3D, apesar de ser mais exigente, e recomendou o seu uso no ensino e treino pré-clínico, pois o modelo permitiu a simulação clínica e levou à redução dos níveis de stress no tratamento endodôntico em cursos clínicos posteriores. ⁽⁴⁵⁾

Num estudo realizado por *Reymus M, Liebermann A, et al.* na Alemanha

com estudantes de pré-graduação avaliaram a eficácia da aprendizagem por tecnologia em comparação com os métodos de aprendizagem tradicional.

Concluíram que a aprendizagem é mais eficaz através das novas tecnologias digitais e que o uso da tecnologia de realidade virtual, oferece uma experiência realista que melhora a aprendizagem e compreensão da anatomia e habilidades relativamente à endodontia. ^{(42) (46)}

Num estudo realizado por *Tchorz JP, Brandl M. et al.* em 2015 sobre a prática endodôntica em pré-clínico com dentes artificiais em vez de naturais teve como objetivo avaliar se os dentes artificiais de resina poderiam substituir dentes humanos naturais e se essa abordagem de ensino, influenciava o resultado do tratamento endodôntico em pacientes.

Alunos do grupo 1 (n = 44) realizaram exercícios endodônticos simulados em quatro blocos plásticos e três dentes humanos extraídos e os alunos do grupo 2 (n = 45) realizaram os seus exercícios em blocos plásticos e dentes de resina artificial.⁽⁴⁷⁾

Os grupos realizaram os seus primeiros tratamentos endodônticos em pacientes. Radiografias realizadas durante o tratamento foram utilizadas para avaliação do resultado do tratamento. Foram avaliadas as distâncias entre o cone mestre ou a obturação radicular e o ápice radiográfico, bem como erros iatrogênicos. Ambos os grupos realizaram os seus primeiros tratamentos endodônticos. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, de modo que concluíram a aplicação de dentes artificiais em vez de dentes humanos naturais não teve efeito na qualidade técnica.⁽⁴⁷⁾

Bogoni, TN; Feijo, GD et al. Realizaram um estudo sobre simuladores endodônticos para treino de cavidades de acesso e instrumentação. O simulador consistia num dispositivo háptico adaptado para simular os instrumentos utilizados em procedimentos aplicados em Medicina Dentária, um ambiente virtual que simulava as interações entre o dispositivo háptico e o dente a ser tratado e uma ferramenta de visualização de simulação.

Uma característica importante do simulador é a capacidade de gerar modelos de trajetórias de posição e força para os alunos seguirem. Além disso, o simulador tem um mecanismo, a reprodução háptica, para ajudar os alunos a seguir e aprender esses modelos. Com essa função, o aluno pode realizar um

procedimento no simulador háptico e registrar as suas ações. Estes simuladores proporcionam uma plataforma mais realista para os estudantes, melhorando assim técnicas específicas e destreza manual. ⁽⁴⁸⁾

Li, M. et al. no ano 2004, apresentou uma metodologia para projetar um tratamento endodôntico virtual, facilitando o treinamento cirúrgico das habilidades, do canal radicular. Basou-se num modelo de canal radicular físico e num método de identificação de parâmetros para tornar um sistema mais eficaz.

As possibilidades de evolução destes simuladores são muito amplas. Uma vez que permite importar casos reais dos registos 3D retirados dos doentes através de scanners intraorais ou TC, o que permite ao professor qualificado iniciar a formação no caso específico antes de realizar a intervenção clínica, uma vez que os simuladores 3D possuem a mais alta tecnologia, um dispositivo háptico que permite tocar, sentir e manipular objetos tridimensionais simulados num ambiente virtual, recriando as sensações táteis das texturas das diferentes camadas do dente. No caso da simulação da colocação de implantes, conseguem reproduzir com um elevado nível de fidelidade todas as estruturas dentárias e as diferenças entre osso cortical e esponjoso.

As vantagens a nível clínico e educacional são muitas, pois permite que os alunos repitam, quantas vezes quiserem o procedimento, o que na vida real não pode ser feito uma vez que a estrutura dentária é perdida. Permite ainda ao aluno simular uma grande variedade de tratamentos dentários (medicina dentária conservadora, endodontia, implantologia, próteses, etc.) e repetir o procedimento quantas vezes desejarem, melhorando assim a experiência de aprendizagem sendo uma ótima aplicação clínica tanto para professores como para alunos. ⁽⁴⁸⁾ Os simuladores 3D permitem que adquira habilidades de uma máquina que permite tentar e errar inúmeras vezes até perder o medo e sua mão se adaptar, por isso é um grande passo no ensino, porque esta nova tecnologia de engenharia da computação permite educar os sentidos do tato, pressão, desenvolvimento psicomotor e confiança dos alunos.

O estudo destaca o uso de um ambiente de simulação virtual para o treino de habilidades no tratamento endodôntico o que permite aos estudantes obter habilidades de uma maneira muito mais efetiva. ⁽⁴⁹⁾

Entre os artigos estudados, podem-se identificar algumas semelhanças tais como, o uso de tecnologia onde a maioria dos artigos investigam o uso de tecnologias como VR, simulação por computador e Impressão 3D no ensino em endodontia.⁽⁴²⁾ Os estudos indicam que o uso destas tecnologias podem efetivamente melhorar a obtenção de conhecimentos dos alunos e a avaliação da eficácia onde alguns artigos abordam a avaliação da efetividade das tecnologias, por provas teóricas ou questionários.⁽³⁹⁾⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾ Também se podem identificar diferenças entre os artigos relativas ao objeto de estudo, sendo que, cada artigo aborda aspectos distintos do ensino aplicado em endodontia como a anatomia dentária, preparação do canal radicular, simulação de procedimentos, entre outros. Relativamente ao método de avaliação alguns utilizam questionários e outros provas teóricas ou frequências. Por último, também se verificam diferenças relativas ao ambiente em que se faz o estudo, tais como laboratórios e clínicas universitárias.

Estas semelhanças e diferenças refletem a diversidade na aplicação de tecnologias no ensino em endodontia, destacando cada estudo com informações relevantes para compreender melhor como as novas tecnologias podem ter impacto na formação do aluno.

Tendo em conta todos os estudos mencionados, pode-se dizer que o uso de tecnologias e inovações no ensino da endodontia pode ser altamente benéfico para a aprendizagem dos estudantes. Estas tecnologias como VR, modelos impressos em 3D e simuladores específicos proporcionam um ambiente seguro e controlado para praticar habilidades práticas. Dentes artificiais, tais como, replicas impressas em 3D, são adequados para a prática no pré-clínico em endodontia. Pelo que o uso de modelos de dentes artificiais na prática pré-clínica em endodontia melhora significativamente as habilidades técnicas dos estudantes, especialmente na preparação canal.

Os estudos demonstram que a prática repetida e constante é essencial para melhorar as competências em endodontia.

Os estudos incluídos nesta Revisão Sistemática apoiam o uso de VR, modelos impressos em 3D no ensino em endodontia. Os estudos indicam que o comportamento dos estudantes incluindo competência, aquisição de habilidades práticas e confiança melhoram notavelmente.

No entanto, é necessária mais investigação a longo prazo para compreender melhor os efeitos destas tecnologias na melhoria da formação de Médicos Dentistas.

Nem todos os estudos proporcionaram resultados específicos no nível 3 sobre a transferência de habilidades e situações clínicas reais. Pode-se dizer que os estudantes que usaram estas tecnologias e simuladores adquiriram habilidades que poderiam aplicar num ambiente clínico. Pelo que o estudo demonstra que o uso de modelos de dentes artificiais na prática pré-clínica em endodontia melhora significativamente as habilidades técnicas dos estudantes, especialmente na preparação canal.

Em conclusão, os resultados destes estudos indicam que o uso de modelos de dentes artificiais e modelos impressos em 3D e simuladores de VR tem efeitos positivos nas habilidades técnicas e experiências de aprendizagem.

Estas tecnologias oferecem a possibilidade e prática realista e melhoram a precisão, eficácia e destreza dos estudantes na preparação de canais radiculares e no acesso à câmara pulpar.

O resultado destes estudos indicam que o uso de modelos de dentes artificiais, modelos impressos em 3D e simuladores de VR no ensino em endodontia têm efeitos positivos nas habilidades técnicas, na percepção dos estudantes e na experiência e aprendizagem.

Conclusão

6. Conclusão

De acordo com esta revisão sistemática, e de forma a se responder à questão de investigação. A realidade virtual (I), em endodontia melhorara a aprendizagem(O) dos alunos (P) em comparação com as metodologias de ensino tradicionais (C)?

Novas tecnologias, como simulador virtual e háptico na educação em Medicina Dentária, permitem orientar e ajudar nos alunos de diferentes níveis, desde iniciantes a especialistas competentes.

As vantagens a nível clínico e educativo são muitas, pois permite que a realidade virtual seja um avanço de enorme interesse e importância no ensino de graduação e pós-graduação em Medicina Dentária, uma vez que oferece conceitos interativos de aprendizagem, sendo ferramenta de grande potencial para procedimentos complexos que proporcionam resultados terapêuticos previsíveis e seguros. É uma nova ferramenta didática para o professor e também para o aluno que reforça o conteúdo académico e uma prática simulada que vai gerar maior confiança e que é uma alternativa ao ensino tradicional.

Com as novas tecnologias de realidade virtual no ensino, os alunos conseguem desenvolver habilidades críticas e espaços de reflexão, discutindo os conteúdos, fortalecendo as suas habilidades e melhorando a interação com os tutores.

A aplicação de uma plataforma experimental de ensino de simulação virtual em endodontia pode efetivamente melhorar o ensino da pulpotomia e pulpectomia permitindo desenvolver habilidades clínicas, uma vez que pode simular uma ampla variedade de tratamentos e permitir a repetição dos procedimentos quantas vezes necessário até que o sucesso seja alcançado.

Como conclusão, a integração de tecnologias no ensino em endodontia oferece muitas vantagens e também oportunidades para melhorar a formação dos alunos. Estas inovações proporcionam um ambiente de aprendizagem realista, seguro e interativo.

Também é essencial considerar possíveis desvantagens associadas a estes métodos como as diferenças anatómicas. Ainda que os dentes artificiais consigam simular as características dos dentes naturais, podem existir

diferencias anatómicas onde a precisão da réplica seja diferente, o que pode afetar a transferência de habilidades a situações clínicas reais. Também requisitos técnicos e custo, já que a realidade virtual pode requerer investimentos significativos em equipas e software especializados.

Em conclusão, a análise do ensino e da aprendizagem por meios tecnológicos, bem como a influência das novas tecnologias no campo educacional, revela uma série de aspetos fundamentais.

Por outro lado, também foram identificadas algumas desvantagens associadas ao uso da tecnologia na educação. Estas incluem a dependência excessiva da tecnologia, que pode limitar as competências de pensamento crítico, a interação social face a face, e os desafios na implementação eficaz das tecnologias educativas, tais como a formação adequada dos professores e a seleção de ferramentas adequadas.

Podemos concluir que este trabalho faz um levantamento na literatura sobre o que existe (VR, AR, entre outros) para o ensino da endodontia. Conseguimos alcançar os nossos objetivos e analisar a influência das novas tecnologias no âmbito educacional, analisar o processo de ensino e aprendizagem pelos meios tecnológicos e analisar as vantagens e desvantagens na utilização de novas tecnologias.

No entanto, são necessárias mais pesquisas para realmente demonstrar a eficácia dessas tecnologias aplicadas em endodontia.

Bibliografia

7. Bibliografía

1. Adell, J. Más allá del instrumentalismo en tecnología educativa. En J. Gimeno (Ed.), *Cambiar los contenidos, cambiar la educación*. Morata. (2018). (pp. 116-128).
2. Huang T-K, Yang C-H, Hsieh Y-H, Wang J-C, Hung C-C. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *Kaohsiung J Med Sci*. 2018;34(4):243–8
3. Yeung AWK, Tosevska A, Klager E, et al. Virtual and Augmented Reality Applications in Medicine: Analysis of the Scientific Literature. *J Med Internet Res*. 2021;23(2)
4. Islas Torres, C. La implicación de las TIC en la educación: Alcances, Limitaciones y Prospectiva / The role of ICT in education: Applications, Limitations, and Future Trends. *RIDE revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, (2018). 8(15), 861–876.
5. Técnico, P. Ventajas y Desventajas de las TICS. *Actualidad Tecnológica*. (2020, May 30).
5. Electrónica, R., Nacional, U., & Duarte, E. S. (n.d.). Las tecnologías de información y comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Redalyc.org*. Retrieved December 29, 2022
6. Iedler, S. Getting beyond centralized technologies in higher education, Part 1". Montgomerie, C. y Seale, J. (Eds.). *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia*, (2007).
7. Mansoor, M., Azizi, S.M., Mirhosseini, F. et al. A study to investigate the effectiveness of the application of virtual reality technology in dental education. *BMC Med Educ* 22, 457 (2022)
8. Endodontia do Século XXI: As inovações tecnológicas e os novos desafios [Internet]. 2018 [cited 2023 Jan 20].
9. Endovita. Entrevista: “Novas Tendências em Endodontia e Planejamento de Tratamentos” [Internet]. *Dental Endovita*. 2017 [cited 2023 Jan 20].
10. Tecnología aplicada a endodoncia [Internet]. www.iztacala.unam.mx. [cited 2023 Jan 20].

11. Ren Q, Wang Y, Zheng Q, Ye L, Zhou X, Zhang L. Survey of student attitudes towards digital simulation technologies at a dental school in China. *Eur J Dent Educ* 2017;21:180-6.
12. Wang D, Li T, Zhang Y, Hou J. Survey on multisensory feedback virtual reality dental training systems. *Eur J Dent Educ* 2016;20:248-60.
13. Mankevich M. La importancia en odontología del uso de los simuladores en la enseñanza y aprendizaje. *Rev Simiykita* 2015;1:98-100.
14. Christiani JJ. La simulación en la enseñanza en odontología. Una herramienta de aprendizaje para la seguridad del paciente y la calidad de atención. *Revista Facultad de Odontología* 2016;9:69-72.
15. Elby R, Mahmoud B, Roy G. The need for virtual reality simulators in dental education: a review. *Saudi Dent J* 2017;29:41-7.
16. Koo S, Kim A, Donoff R, Karimbux N. An initial assessment of haptics in preclinical operative dentistry training. *J Investig Clin Dent* 2015;6:69-76.
17. Perry S, Burrow M, Leung W, Bridges S. Simulation and curriculum design: a global survey in dental education. *Aus Dent J* 2017;62:453-63.
18. Söderström T, Häll L, Nilsson T, Ahlqvist J. Computer simulation training in health care education: fuelling reflection-in-action? *Simulation & Gaming* 2014;45:805-28.
19. Tanzawa T, Futaki K, Kurabayashi H, Goto K, Yoshihama Y, Hasegawa T, et al. Medical emergency education using a robot patient in a dental setting. *Eur J Dent Educ* 2013;17:114-9.
20. Bakr M, Massey W, Alexander H. Students' evaluation of a 3DVR haptic device (Simodont). Does early exposure to haptic feedback during preclinical dental education enhance the development of psychomotor skills? *International Journal of Dental Clinics* 2014;6:1-7.
21. Bakr M, Massey W, Alexander H. Academic evaluation of the realism and validity of Simodont haptic 3D virtual reality dental training simulator. *International Journal of Dental Clinics* 2013;5:1-6.
22. Plessas A. Computerized virtual reality simulation in preclinical dentistry: can a computerized simulator replace the conventional phantom heads and human instruction? *Simul Healthc* 2017;12:332-8.
23. Perry S, Bridges SM, Burrow MF. A review of the use of simulation in dental education. *Simul Healthc* 2015;10:31-7.

24. Steinberg AD, Bashook PG, Drummond J, Ashrafi S, Zefran M. Assessment of faculty perception of content validity of PerioSim, a haptic 3D virtual reality dental training simulator. *J Dent Educ* 2007;17:1574-82.
25. Kamaura D, Carvalho G, Lage-Marques J, Antoniazzi J. Avaliação do desempenho dos alunos de graduação durante a prática da técnica endodôntica. *Rev ABENO*. 2003;3(1):33-40.
26. Sousa S, Martins A, Noites R, Cardoso M, e Paulo M. Modelo endodôntico para ensino em pré-clínico. (2016, 24 octubre). Ordem dos Médicos Dentistas.
27. Sá C., Cardoso M., Cantão I. Martins M., Paulo M. Comparação de modelos em pré-clínico para a prática de endodontia. Volume 3, 2013.
28. Weschenfelder, V. Radiopacidade de dentes artificiais para treinamento pré-clínico de endodontia. (2019, 7 noviembre).
29. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009; 6(7): 1-6
30. Joda T, Gallucci GO, Wismeijer D, Zitzmann NU. Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review. *Comput Biol Med*. 2019;108:93-100.
31. Perry S, Burrow MF, Leung WK, Bridges SM. Simulation and curriculum design: a global survey in dental education. *Aust Dent J*. 2017;62(4):453-63
32. Genaro LE, Capote TS de O. Use of Virtual Reality in Dentistry: Literature Review. *OdoVtos – Int J Dent Sci*. 2020;2(23):233-8.
33. Corrêa CG, Machado MA de AM, Ranzini E, Tori R, Nunes F de LS. Virtual reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. *J Appl Oral Sci*. 2017;25(4):357-66.
34. Steinberg AD, Bashook PG, Drummond J, Ashrafi S, Zefran M. Evaluación de la percepción del profesorado sobre la validez del contenido de PerioSim, un simulador de entrenamiento dental de realidad virtual háptico-3D. 2007;71(12)
35. Huellas I. Prototipo de simulación de cirugía ortognática mediante un dispositivo háptico de realidad virtual.

36. Kirkpatrick DL , Kirkpatrick JD (2009) *Evaluación de programas de capacitación: los cuatro niveles* . San Francisco : Berrett-Koehler Publishers.
37. Lu J, Yang X, Zhao W, Lin J. Effect analysis of a virtual simulation experimental platform in teaching pulpotomy. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):760.
38. Chen Y, Deng J, Li B. Curriculum setting and students' feedback of pre-clinical training in different dental schools in China-A national-wide survey. *Eur J Dent Educ*. 2022;26(1):28–35.
39. Ge G, Jin W-L, Liu S-F. Evaluation of modified scene simulation teaching of endodontics in pre -clinical practice. *Revista de estomatologia de Shanghai*.. 2018;27(1):110–2.
40. Chevalier V, Dessert M, Fouillen KJ, Lennon S, Duncan HF. Preclinical 3D-printed laboratory simulation of deep caries and the exposed pulp reduced student anxiety and stress, while increasing confidence and
41. Reymus M, Stawarczyk B, Winkler A, Ludwig J, Kess S, Krastl G, et al. A critical evaluation of the material properties and clinical suitability of in-house printed and commercial tooth replicas for endodontic training. *Int Endod J*. 2020;53(10):1446–54.
42. Hanafi A, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Perception of a modular 3D print model in undergraduate endodontic education. *Int Endod J*. 2020;53(7):1007–16
43. Reymus M, Liebermann A, Diegritz C. Virtual reality: an effective tool for teaching root canal anatomy to undergraduate dental students - a preliminary study. *Int Endod J*. 2020;53(11):1581–7.
44. Tchorz JP, Brandl M, Ganter PA, Karygianni L, Polydorou O, Vach K, et al. Pre-clinical endodontic training with artificial instead of extracted human teeth: does the type of exercise have an influence on clinical endodontic outcomes? *Int Endod J*. 2015;48(9):888–93.
45. Bogoni TN, De Oliveira Feijo G, Scarparo RK, Pinho MS. Endodontic simulator for training the access to the pulp chamber and root canal preparation tasks. En: 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE; 2016. p. 523–5.
46. Li M, Liu Y-H. A virtual endodontics testbed for training root canal skills.

En: IEEE International Conference on Robotics and Automation,
Proceedings ICRA '04 2004. IEEE; 2004.