

# CAPÍTULO 7

## IMPLICACIONES PRÁCTICAS DE LA REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA EN EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DENTARIA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

### PRACTICAL IMPLICATIONS OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY IN THE STUDY OF DENTAL ANATOMY AND HISTOLOGY: A SCOPING REVIEW

**Jessica Samantha Calle Álvarez**

Universidad Católica de Cuenca

[jessica.calle.04@est.ucacue.edu.ec](mailto:jessica.calle.04@est.ucacue.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9276-8636>

Azogues, Ecuador

**Heydi Monserrath Calle Arévalo**

Universidad Católica de Cuenca

[heydi.calle.11@est.ucacue.edu.ec](mailto:heydi.calle.11@est.ucacue.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-3065-2849>

Azogues, Ecuador

**Angel Morocho Macas**

Universidad Católica de Cuenca

[amorcho@ucacue.edu.ec](mailto:amorcho@ucacue.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-2946-1284>

Azogues, Ecuador.



<https://doi.org/10.58995/lb.redlic.40.274>



## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad son múltiples las preocupaciones a las cuales se enfrentan las instituciones de educación superior y las carreras adscritas a las ciencias de la salud, como lo es la odontología, a pesar de que la tecnología y la investigación son esenciales para el avance científico, es necesario desarrollar métodos innovadores para estudiar estructuras biológicas complejas (1–3). A nivel mundial, la aceptación por las implicaciones prácticas que representa el uso de la realidad virtual (en adelante RV) y la realidad aumentada (en adelante RA) ha crecido rápidamente, con un mercado proyectado para pasar de 2.5 mil millones de dólares en 2022 a 9.5 mil millones al 2027, MarketsandMarkets (4).

A nivel global, la RV y la RA están avanzando rápidamente en el ámbito educativo, con universidades de renombre como Harvard y Stanford implementando estas tecnologías para la enseñanza médica y odontológica (12). En América Latina, RV y la RA están ganando relevancia en el sector salud, por ejemplo, Brasil y México lideran la adopción de estas tecnologías en medicina y odontología. En Brasil, la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz) ha implementado proyectos de RV en la enseñanza odontológica, lo cual, ha mejorado la formación de los profesionales (8), la precisión e incluso reduce la ansiedad de los pacientes durante los tratamientos (9). Así también, en Ecuador, aunque el uso de la RV y la RA en odontología está aún en una fase inicial, algunas instituciones de educación superior, como la Universidad Central del Ecuador, han comenzado a incorporar tecnologías inmersivas en sus programas de formación odontológica (10). Sin embargo, existen



desafíos significativos en cuanto a la adopción de estas tecnologías, principalmente por las limitaciones económicas y de infraestructura tecnológica.

Ahora bien, es evidente que, en la odontología y las ciencias biomédicas, el análisis microscópico del tejido dentario es clave para mejorar diagnósticos y tratamientos. Por ello, la combinación de técnicas tradicionales con RV y RA ofrece un gran potencial para transformar la visualización, aumentando la precisión y reduciendo riesgos (1,5). Estas tecnologías avanzadas permiten un análisis más detallado de las estructuras dentarias y tienen importantes implicaciones en el diagnóstico de patologías, la odontología regenerativa y el desarrollo de nuevos materiales (6,15), como, por ejemplo, herramientas como RV3D facilitan una exploración más detallada del tejido dental, superando las limitaciones de las técnicas tradicionales (6,7). Por lo tanto, es fundamental la unión entre la histología, anatomía y tecnologías como la RV y la RA en la evolución de la investigación biomédica, abriendo nuevas oportunidades para la educación y práctica odontológica (6,11).

En esta línea de ideas, se puede resaltar que los métodos tradicionales para enseñar anatomía e histología dentaria a menudo son limitados en profundidad y dinamismo (13). Posibilitando a que la RV y RA ofrezcan una experiencia educativa más interactiva e inmersiva que le permita superar estas limitaciones (7,13,14). Por lo tanto, la presente investigación pretende analizar críticamente la literatura sobre las implicaciones prácticas de la RV y la RA en el estudio de la anatomía e histología dentaria.



## 2. METODOLOGÍA

La metodología se enfocó en realizar una revisión de alcance exhaustiva y actualizada sobre el uso de realidad virtual (RV) y aumentada (RA) en el estudio de la anatomía e histología dentaria. Se partió de una búsqueda en bases de datos científicas como Scielo, Scopus y Web of Science. Las palabras claves utilizadas fueron: Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Histología dentaria, Anatomía dentaria.

### 2.1 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las implicaciones prácticas de la realidad virtual (RV) en el estudio de la anatomía e histología dentaria según los hallazgos reportados por los estudios analizados?
2. ¿Cuáles son las implicaciones prácticas de la realidad aumentada (RA) en el estudio de la anatomía e histología dentaria según los hallazgos reportados por los estudios analizados?
3. ¿Cuáles son las posibles oportunidades para investigaciones futuras según se reporta en los estudios analizados?

### 2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Se usaron criterios de inclusión como artículos originales, estudios que investigaron el uso de realidad virtual (RV) y aumentada (RA) en el contexto específico de la anatomía e histología dentaria, abordando aspectos metodológicos, aplicaciones prácticas, ventajas y limitaciones. Se excluyeron estudios que no se centran explícitamente en aplicaciones de RV o RA en



odontología, aquellos que carecían de rigor metodológico o aquellos que estuvieran fuera del alcance temporal especificado.

### **Proceso de búsqueda**

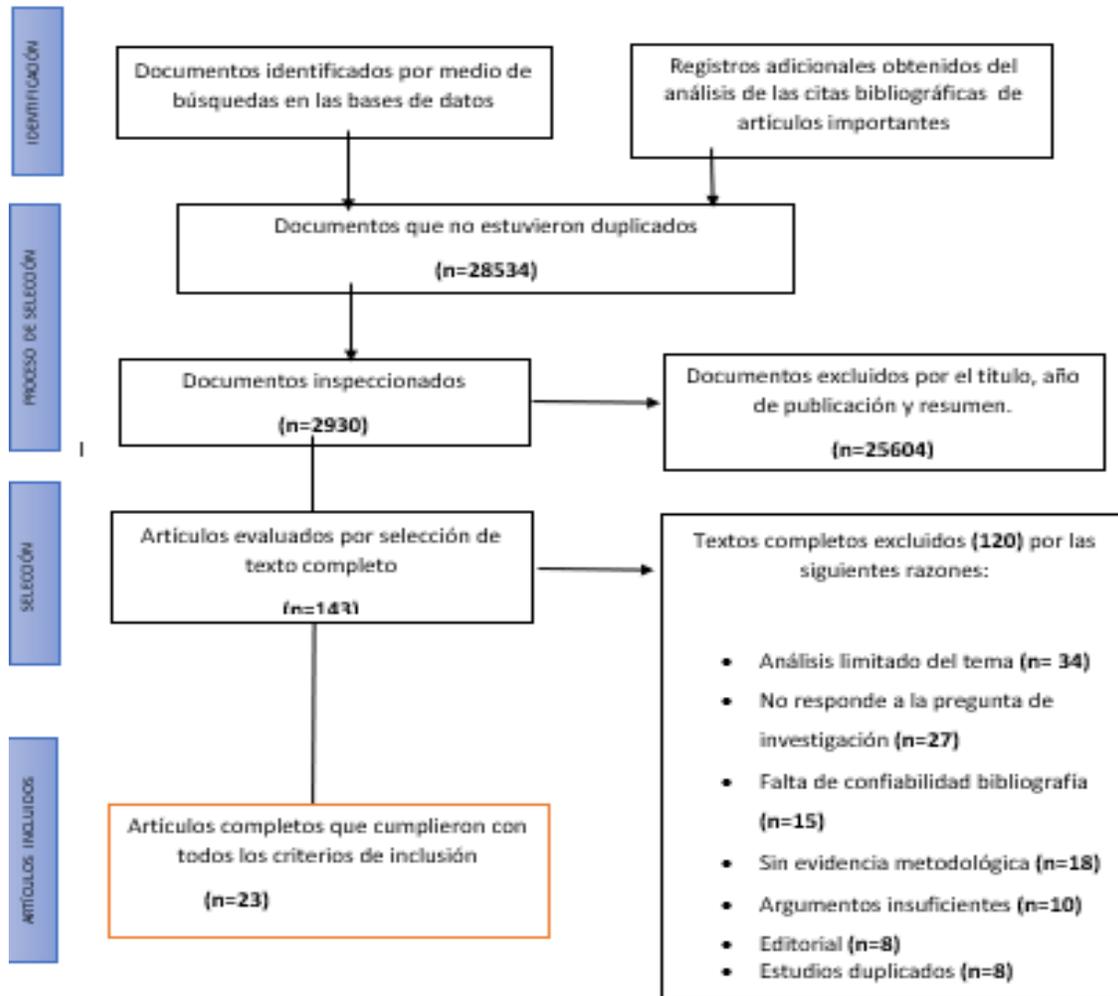
En primera instancia, se identificaron 28534 artículos, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión y eliminar duplicados, quedaron 143 manuscritos. Después de leer títulos y resumen de los documentos de acceso completo preseleccionados, se seleccionó para el estudio 23 artículos. Posteriormente, se realizó un análisis crítico de los datos extraídos para identificar patrones emergentes, tendencias y áreas de debate. La síntesis de resultados se enfocó en destacar las principales implicaciones prácticas de la RV y RA, incluyendo mejoras potenciales en la educación y aplicaciones clínicas. Además, se abordaron consideraciones éticas relacionadas con el uso de estas tecnologías en el ámbito dental y se propusieron recomendaciones para futuras investigaciones, asegurando así un enfoque integral y multidisciplinario que contribuya al avance del conocimiento en este campo emergente.

## **3. RESULTADOS**

A continuación, se evidenciará el diagrama de flujo del proceso de búsqueda que permitió la selección final de los 23 artículos:



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de revisión sistemática aplicando el método PRISMA.



### 3.1 Implicaciones prácticas de la realidad virtual RV y RA en el estudio de la anatomía e histología dentaria según los hallazgos reportados por los estudios analizados

En la Tabla 1, se puede evidenciar que varias investigaciones han indicado que la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) posee una gran relevancia en la educación odontológica y médica. Cabero et al. (4) señalan que existe una elevada aceptación de la RA dentro del aprendizaje



de la anatomía, dado que este tipo de tecnología enriquece la visualización compleja y disminuye la carga cognitiva, por otra parte, Andrade Mosqueda (8) destaca la capacidad para fortalecer la educación en la odontología a través de experiencias interactivas que promueven la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Grad et al. (10) constatan que los modelos impresos en 3D y cómo el empleo de la RA impulsa un mejor conocimiento de la anatomía dental y su aplicación clínica.

Asimismo, Joda et al. (12) establecen que, aunque la RV y la RA brindan grandes oportunidades de aprendizaje en odontología y cirugía, es indispensable que se realicen más estudios para instaurar sugerencias clínicas robustas. Mahrous et al. (16) recalcan que, pese a que ciertos estudiantes deciden trabajar con órganos dentales naturales, la RA muestra avances representativos en el futuro de la educación odontológica a pesar de las limitaciones existentes actuales. Zafar y Zachar (17) manifiestan que herramientas como el Holo Human desarrollan positivamente el aprendizaje de la anatomía dental, sin embargo, esto no quiere decir que se vaya a reemplazar por completo los métodos tradicionales.

Tauber et al. (18) exponen que la microscopía virtual favorece tanto a la enseñanza de la medicina general como a la histología dental, haciendo que los costos bajen y mejore la eficiencia. Fonseca et al. (19) abordan que el instruir con diapositivas virtuales puede reemplazar la microscopía convencional en la educación de patología oral, potenciando la participación y el tiempo. Lyroudia et al. (20) evidencian que la endodoncia se ha



beneficiado por la utilización de representaciones en 3D, permitiendo la comprensión de la anatomía dental interna.

Elgreatly et al. (21) resaltan que el uso de software de encerado digital es el que impulsa el aprendizaje de la anatomía dental, renovando las habilidades de diseño, sin embargo, no supe los métodos convencionales. Liu et al. (22) aluden que el uso de inteligencia artificial, RA y RV en proyectos de investigación odontológica fomenta el desarrollo de destrezas en los estudiantes y favorece la calidad de la enseñanza.

Por otro lado, Siddanna et al. (23) destacan que las técnicas de dibujo en 3D en el currículo de anatomía dental inducen a la cooperación interdisciplinaria y la creatividad, mientras que Patra et al. (24) enfatizan el interés de superar barreras tecnológicas y económicas para incorporar tecnologías innovadoras dentro de la enseñanza anatómica. Ullah et al.(25) sugieren al aprendizaje combinado como una táctica eficaz para la enseñanza de la anatomía dental.

Reyes-Perez et al. (26) recomiendan que una biblioteca digital dental con una visualización tridimensional posee gran impacto en la enseñanza, fundamentalmente en la época de la pandemia de COVID-19. Alsufyani et al. (27) resaltan que la simulación de la anatomía radiográfica panorámica a través de RV es la que favorece el rendimiento estudiantil, y Hankle et al. (28) sostienen que los test de capacidad receptiva se correlacionan con el rendimiento en ejercicios de anatomía dental.



Por último, Hattori et al. (29) especifican la efectividad de los simuladores hápticos para la formación dental, además Suh et al. (30) mencionan que las pruebas virtuales para la identificación dental en 3D genera satisfacción de los estudiantes y mejoran la evaluación. Dixon et al. (31) proponen que los simuladores de RV en la educación clínica son de gran relevancia, favoreciendo la retroalimentación, y Reymus et al. (32) finalizan que la RV presenta una herramienta esencial para ilustrar la anatomía del conducto radicular. Al-Zain et al. (33) señalan una correlación existente entre las habilidades didácticas y psicomotoras en estudiantes de odontología, en tanto que Siddanna et al. (34) recalcan el valor que tiene el arte en el desarrollo de las habilidades y destrezas para la identificación anatómica.

**Tabla 1.** Implicaciones prácticas sobre la RV y RA en la anatomía e histología dentaria.

Título	Autor	Implicaciones Prácticas
The Use of Augmented Reality in Medical Teaching Anatomy: Student's Acceptance and Motivation	Julio Cabero Almenara,I Julio Barroso Osuna,I Ángel Puentes Puente,II Ivanovvna Cruz Pichardo	La RA tiene alta aceptación y motivación dentro de la educación médica, ya que brinda una enseñanza inmersiva de la anatomía mejorando la visualización compleja en estudios médicos. Además, ha incrementado la participación de los estudiantes, creando resultados favorables, reduciendo la carga cognitiva, contextualizando la



		información y fomentando el desarrollo de habilidades (4).
Evaluación de la consolidación de conocimientos de la anatomía radicular mediante el uso de realidad aumentada por alumnos del posgrado de Endodoncia de la UNITEC	Carlos Fidelmar Andrade Mosqueda	La RA es la que potencia la educación odontológica mediante la aplicación de experiencias interactivas de enseñanza, asimismo promueve una correcta formación humanística, clínica, ética y enriquecen la consolidación de habilidades procedimentales y conocimientos. Por otra parte, los modelos constructivistas son los que han mejorado las habilidades para resolver problemas y han mejorado el pensamiento crítico. Los modelos constructivistas mejoran el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes. Los métodos tradicionales de enseñanza en anatomía dental se pueden mejorar con AR (8).
Application of HoloLens-based augmented reality and three-	Piotr Grad, Anna M. Przeklasa, Bierowiec Jan Witowski, Klaudia Proniewska, Krzysztof P.	El aprendizaje con RA promueve la mejora de la educación en anatomía dental, modelos de impresos en 3D, el



dimensional anatomical reference models in dental education	printed tooth	Malinowski, Grzegorz Tatoń	trabajo clínico a través de la reconstrucción exacta de la anatomía dental (10).
Augmented reality in medicine: A systematic review	and virtual dental	T. Joda, G.O. Galluccib, D. Wismeijerc, N.U. Zitzmanna	RV y RA posee educación odontológica y quirúrgica, no obstante, existen recomendaciones clínicas limitadas por el disminuido número de estudios existentes; sin embargo, el enfoque futuro de aplicaciones y estándares tecnológicos serán aprobados (12).
A comparison of pre-clinical instructional technologies:  Natural teeth, 3D models, 3D printing and augmented reality		AhmedMahrous, AmiraElgreatly Fang Qian MA,MPhil,PhD GalenB.Schneider	Existen estudiantes que prefieren dientes naturales por el mismo hecho de observar y conocer de cerca al mismo; sin embargo, la RA evidenciará futuros avances en la educación odontológica.  Dentro de las limitaciones se encuentra el bajo tamaño de muestra y la falta de evaluación de la puntuación de exámenes (16).
Evaluation of augmented reality application as a novel educational tool in dentistry	HoloHuman	Sobia Zafar, Joanna Zachar	El entrenamiento de anatomía dental mejora usando el HoloHuman gracias a su entorno de aprendizaje 3D, ésta es



		una herramienta complementaria para que los estudiantes disfruten de la visualización creativa de la misma, no es un reemplazo (17).
Evaluation of the effectiveness of the presentation of virtual Histology slides by students during classes. Are there any differences in approach between dentistry and general medicine students?	Zdenek Tauber, Katerina Cizkova, Radka Lichnovska, Helena Lacey, Bela Erdosova, Radovan Zizka, Vojtech Kamarad	Existen distintos enfoques en la enseñanza de medicina general e histología dental. La microscopía virtual beneficia en la mejora de la eficiencia en el aprendizaje y el ahorro de los costos (18).
Transition from glass to digital slide microscopy in the teaching of oral pathology in a Brazilian dental school	Felipe-Paiva Fonseca, Alan-Roger Santos-Silva, Márcio-Ajudarte Lopes, Oslei-Paes de Almeida, Pablo Agustin Vargas	La enseñanza con diapositivas virtuales mejora en patología oral, existe un alto interés en el aprendizaje de la cátedra, el tiempo es eficiente para estudiantes y docentes y puede que la microscopía convencional sea reemplazada completamente por las virtuales (19).
Virtual Endodontics: Three-Dimensional Tooth Volume Representations and their Pulp Cavity Access	Kleoniki Lyroudia, Georgios Mikrogeorgis, Panagiota Bakaloudi, Eleutherios Kechagias, DDS, Nikolaos Nikolaidis, DDS, PhD, and Ioannis Pitas, DDS, PhD	Dentro de la endodoncia se evidencia el estudio detallado de la anatomía interna del órgano dental con distintos ángulos de visión; y la perforación dental virtual apoya una herramienta educativa



---

		eficaz para esta área (20).
Students' perception of digital waxing software for dental anatomy education	Amira Elgreatly, Ahmed Mahrous, Wendy A. Clark, Ingeborg J. De Kok, Fang Qian, and Akimasa Tsujimoto	El encerado digital favorece en el aprendizaje de la anatomía dental, las aptitudes y habilidades de diseño virtual, el software hace que la comodidad de los estudiantes con las computadoras influya en la efectividad del encerado digital y claramente este programa no sustituye lo convencional es una herramienta adicional (21).
Analysis of approved dental teaching projects in the teaching practice research program in 8 dental schools of Taiwan from 2018 to 2023	Chia-Ming Liu, Ni-Yu Su, Yi-Tzu Chen, Chun-Pin Chiang, Chuan-Hang Yu	Para mejorar la calidad de la enseñanza dentro de la odontología se deben incluir proyectos de investigación innovadores, promoviendo las habilidades y destrezas de los estudiantes, para esto es indispensable implementar las tecnologías emergentes de inteligencia artificial como RV y RA (22).
Three-dimensional art drawing techniques in the dental anatomy curriculum	Geetha Siddanna, CathyB rry MF ElisabetaKarl	La creatividad y las habilidades de dibujo en la anatomía mejoran rápidamente, aplicando técnicas de dibujo

---



---

		artístico y promoviendo la cooperación entre experiencias interdisciplinarias (23).
Integration of innovative educational technologies in anatomy teaching: new normal in anatomy education	Apurba Patra · Adil Asghar · Priti Chaudhary. Kumar Satish Ravi	Es fundamental la incorporación de la tecnología innovadora en la educación de la anatomía. Existen desafíos grandes como el uso correcto de la tecnología avanzada, las barreras de costos, la desigualdad de acceso y la capacitación tanto de docentes como estudiantes (24).
Assessment of blended learning for teaching dental anatomy to dentistry students	Rizwan Ullah, Faraz Siddiqui, Samira Adnan Azam S. Afzal MBBS, MHPE4 Muhammad Sohail Zafar	El aprendizaje combinado (AC) crea gran satisfacción en los resultados del aprendizaje en anatomía dental, por eso se incentiva el uso progresivo de AC en el plan de estudios odontológicos (25).
Computer-aided design files as a learning tool in dental anatomy	Elisandra Reyes-Perez, MPhil Kendall Latshaw, Luiz Meirelles, Gabriela A. Weiss	Una biblioteca digital dental con visualización en 3D mejora reconociblemente en la enseñanza de la anatomía, tiene un impacto positivo en las calificaciones y

---



		resultados observados en los estudiantes. El aprendizaje odontológico con esta biblioteca digital ha sido indispensable durante la pandemia de la COVID-19 (26).
Virtual reality simulation of panoramic radiographic anatomy for dental students	Noura Alsufyani, Sarah Alnamlah, SarahMutai, Raseel Alageel Mayson AlQarni, AreejBukhari, Maram Alhajri, Abdulrahman AlSubaie, Meshari Alabdulkarim, Asma'a Faden	La RV es una gran herramienta positiva para el aprendizaje radiográfico dental, mejorando la participación y el rendimiento de los estudiantes; para esto se deberá incluir el software de RV para alcanzar resultados favorables. Con esto se mejorará la identificación de puntos de referencias anatómicos en radiografías panorámicas (27).
Perceptual ability tests correlate to performance on a rudimentary dental anatomy laboratory exercise	Jennifer L. Hankle. Caroline K. Carrico TerenceA.Imbery	Los resultados de las pruebas de capacidad receptivas están relacionados directamente con el rendimiento del ejercicio de los tallados en cera; con esto se identifica a ciertos estudiantes que necesitarán mayor orientación y apoyo con respecto a sus destrezas manuales. Es indispensable capacitar a



---

		los docentes para mayor confiabilidad (28).
Effect of the haptic 3D virtual reality dental training simulator on assessment of tooth preparation	Akitaka Hattoria, Kenichi Tonamib, Jun Tsurutac, Masayuki Hideshimad, Yasuyuki Kimurab, Hiroshi Nittab, Kouji Araki	Los simuladores hápticos desarrollan una formación dental adecuada con RV, por eso los programas educativos tienen que aplicar y considerar las características esenciales de los simuladores obteniendo resultados óptimos (29).
The effectiveness of a 3D virtual tooth identification test as an assessment tool for a dental anatomy course	Esther Suh   Elisabeta Karl   Vidya Ramaswamy   Hera Kim- Berman	La prueba dental virtual 3D para cursos de anatomía dental, mejora la educación odontológica, la integración tecnológica y la evaluación remota, además destaca su importancia con respecto a la satisfacción del usuario (30).
Re-defining the virtual reality dental simulator: Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback	Jonathan Dixon   Ashley Towers   Nicolas Martin   James Field	El simulador de RV es indispensable para la educación dental mediante la comparación clínica, éste mejora la autenticidad del proceso de retroalimentación a través de impresiones 3D para la evaluación. También destaca la importancia de mejorar la competencia clínica (31).

---



---

Virtual reality: an effective tool for teaching root canal anatomy to undergraduate dental students a preliminary study	M. Reymus,A.Liebermann & C. Diegritz	Los estudiantes de la carrera de odontología se inclinan por la RV para la educación de la anatomía dental, sabiendo que este tipo de IA mejora la comprensión usando experiencias interactivas. Por ejemplo, con la RV se podrá visualizar la anatomía del conducto radicular de manera precisa y efectiva (32).
Dental students didactic and psychomotor skills performance in dental anatomy and preclinical operative dentistry courses in a Saudi Governmental School	Afnan O. Al-Zain ,1 Adel M. Abdel-Azim, 2 and Hisham I. Othman	Existe una correlación entre habilidades psicomotoras y didácticas en los cursos odontológicos; además se encuentra el impacto de género en el desempeño educativo odontológico (33).
The Use of Fine Arts to Enhance Visualization and Describing Skills in a First-Year Dental Anatomy Course: A Qualitative Study	Geetha Siddanna , Bradley Smith , Andrea Mantesso and Elisabeta Karl	Para mejorar las destrezas y habilidades anatómicas de los estudiantes de odontología son esenciales los talleres de arte; no obstante, se necesita explorar el rol del arte dentro de la odontología (34).

---



### **3.2 Posibles oportunidades para investigaciones futuras según se reporta en los estudios analizados**

En la Tabla 2, se puede evidenciar numerosos estudios que han explorado la implementación de la realidad virtual (RV) y aumentada (RA) en la enseñanza de la anatomía, histología y otras áreas odontológicas, resaltando el impacto e influencia en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. Cabero et al. (4) sugieren que investigaciones futuras exploren la incorporación de estas nuevas tecnologías en la educación odontológica, examinando así el impacto en los resultados académicos en los diferentes niveles de formación. Andrade M. enfatiza la importancia de investigar la aplicación de la RA en otras áreas odontológicas y su influencia para la retención de los conocimientos académicos.

Grad et al. (10) destacan la importancia de comparar y contrastar la efectividad de los modelos 3D frente a la RA empleando un sistema Hololens dentro de la formación odontológica, sugiriendo también un análisis cualitativo de las experiencias educativas. Por otro lado, Joda et al. (12) plantean la necesidad de crear normas tecnológicas para los dispositivos de RV y RA en odontología, mientras que Mahrous et al. (16) consideran que la RA tiene el potencial de fortalecer e impulsar la enseñanza significativa en este campo y crear líneas de investigación innovadoras para futuras investigaciones.

Zafar y Zachar (17) plantean que se evalúe la eficacia de la RA en comparación de métodos convencionales en la enseñanza de anatomía, con un enfoque particular al conocimiento y los posibles efectos adversos que se



tengan. Tauber et al. (18) sugieren investigar diferencias motivacionales entre los estudiantes de odontología y medicina en el uso de herramientas innovadoras como la microscopía virtual; mientras que Fonseca et al. (19) recomiendan la creación y desarrollo de plataformas digitales que reemplacen métodos tradicionales en el estudio de la patología oral.

Lyroudia et al. (20) proponen el uso de herramientas tecnológicas avanzadas en endodoncia, incluyendo simulaciones virtuales para mejorar la precisión educativa. Elgreatly et al. (21) destacan la importancia de la utilización de un software de modelado digital para fortalecer la comprensión de la anatomía dental, sugiriendo así que se incluya en el currículo educativo. Liu et al. (22) recomiendan la integración de tecnologías como la IA, la RV y la RA en la educación odontológica, impulsando así métodos innovadores para la enseñanza.

Finalmente, el estudio de Siddanna et al. (24) ha destacado el valor de integrar técnicas de dibujo tridimensional y simulaciones táctiles para mejorar y enriquecer la enseñanza de la anatomía dental. Asimismo, recomiendan la implementación de actividades colaborativas que promuevan la resolución de problemas dentro de un ambiente educativo caracterizado por su alto nivel de complejidad.



**Tabla 2.** Propuestas de futuras investigaciones sobre la RV y RA en la anatomía e histología dental que reportan los estudios

Título	Autor	Propuestas para futuras investigaciones
The Use of Augmented Reality in Medical Teaching: Student's Acceptance and Motivation	Julio Cabero Almenara,I Julio Barroso Osuna,I Ángel Puentes Puente,II Ivanovvna Cruz Pichardo	Es fundamental explorar cómo la realidad aumentada (RA) puede ser implementada en la odontología para mejorar la formación educativa en esta área, Además, es importante analizar cómo la RA influye en la motivación de los estudiantes de odontología y en los resultados obtenidos de su aprendizaje. También es fundamental evaluar la efectividad de la integración de la RA en diferentes niveles educativos dentro del campo odontológico (4).
Evaluación de la consolidación de conocimientos de la anatomía radicular mediante el uso de realidad aumentada por alumnos del posgrado de Endodoncia de la UNITEC	Carlos Fidelmar Andrade Mosqueda	Explorar AR en otras especialidades dentales para la mejora educativa. Investigar el impacto de AR en la retención de conocimientos en la educación odontológica. Investigar cómo la RA puede ser implementada en las diferentes especialidades odontológicas para



		potenciar la educación en este campo. Además, se debe examinar el efecto de la RA en la asimilación del conocimiento a lo largo de la educación de pregrado para comprender cómo esta tecnología puede contribuir a un aprendizaje garantizado (8).
Application of HoloLens-based augmented reality and three-dimensional printed anatomical tooth reference models in dental education	Piotr Grad, Anna M. Przeklasa, Bierowiec Jan Witowski, Klaudia Proniewska, Krzysztof P. Malinowski, Grzegorz Tatoń	Analizar la eficacia de los modelos tridimensionales en comparación de la AR basada en HoloLens en la formación de la educación odontológica. Por otro lado, es importante realizar una evaluación cualitativa exhaustiva sobre las vivencias una evaluación cualitativa de los participantes en el campo educativo odontológico (10).
Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review	T. Joda, G.O. Gallucci, D. Wismeijerc, N.U. Zitzmanna	Definir normas tecnológicas que proporcionen un alto nivel de datos en los diferentes dispositivos que se aplican la AR/VR (12).
A comparison of pre-clinical instructional technologies:	Ahmed Mahrous, Amira Elgreatly Fang	Capacidad de la RA para potenciar la tecnología educativa en odontología



Natural teeth, 3D models, 3D printing and augmented reality	QianMA,MPhil,PhD GalenB.Schneider	y su aplicación en investigaciones futuras (16).
Evaluation of HoloHuman augmented reality application as a novel educational tool in dentistry	Sobia Zafar, Jessica Joanna Zachar	Evaluar la eficacia de la realidad aumentada en la educación odontológica frente a los métodos tradicionales, así como también se debe analizar su influencia en la retención y aplicación del conocimiento sobre materias como anatomía dental. Finalmente, es importante investigar los efectos adversos que esta tecnología genera en la formación odontológica (17).
Evaluation of the effectiveness of the presentation of virtual Histology slides by students during classes. Are there any differences in approach between dentistry and general medicine students?	Zdenek Tauber, Katerina Cizkova, Radka Lichnovska, Helena Lacey, Bela Erdosova, Radovan Zizka, Vojtech Kamarad	Investigar las diferencias en la motivación entre los estudiantes de odontología y los de medicina general, así también evaluar cómo las presentaciones realizadas por los estudiantes influyen en los resultados de aprendizaje en histología. Además, examinar la eficiencia de la microscopía virtual en diversas especialidades médicas y odontológicas (18).
Transition from glass to digital slide microscopy in the	Felipe-Paiva Fonseca, Alan-Roger Santos-Silva , Márcio-Ajudarte Lopes ,	Plataformas digitales que permita el acceso libre a



teaching of oral pathology in a Brazilian dental school	Oslei-Paes de Almeida , Pablo Agustin Vargas	estudiantes y el reemplazo completo de Base de datos web para acceso de estudiantes, pruebas digitales y microscopía tradicional por el uso completo de las diapositivas virtuales. (19)
Virtual Endodontics: Three-Dimensional Tooth Volume Representations and their Pulp Cavity Access	Kleoniki Lyroudia, Georgios Mikrogeorgis, Panagiota Bakaloudi, Eleutherios Kechagias, DDS, Nikolaos Nikolaidis, DDS, PhD, and Ioannis Pitas, DDS, PhD	Defectos y anomalías ayudados de herramientas tecnológicas educativas en endodoncia, además se podría potenciar la utilización de herramientas y aplicaciones en RV en el campo endodóntico. (20)
Students' perception of digital waxing software for dental anatomy education	Amira Elgreatly, Ahmed Mahrous, Wendy A. Clark, Ingeborg J. De Kok, Fang Qian, and Akimasa Tsujimoto	Posible utilización de la RA en la tecnología de enseñanza dental para investigaciones futuras; analizar cómo el software de modelado digital influye en conceptos avanzados de anatomía dental. Indagar la incorporación de habilidades del diseño digital en los programas y planes de estudio educativos de odontología. (21)
Analysis of approved dental teaching projects in the teaching practice research	Chia-Ming Liu, Ni-Yu Su, Yi-Tzu Chen, Chun-Pin Chiang , Chuan-Hang Yu	Integración de IA y VRAR en la educación odontológica para avances. Comparación de resultados de



<p>program in 8 dental schools of Taiwan from 2018 to 2023</p>	<p>investigación de enseñanza odontológica entre diferentes escuelas.</p>
	<p>La fusión de tecnologías como la RV y RA en la educación odontológica para fomentar el avance científico y tecnológico en esta área, Realizar un análisis en comparación de las enseñanzas de distintas escuelas. (22)</p>
<p>Three-dimensional art drawing techniques in the dental anatomy curriculum</p>	<p>Geetha Siddanna, Cathy Barry MF., Elisabeta Karl Desarrollar dinámicas grupales para potenciar la comunicación y la resolución de problemas a través de técnicas de dibujo. Explorar enfoques adicionales en 3D para facilitar la representación de distintas formas dentales. (23)</p>
<p>Integration of innovative educational technologies in anatomy teaching: new normal in anatomy education</p>	<p>Apurba Patra · Adil Asghar · Priti Chaudhary. Kumar Satish Ravi Integración de IA en las estrategias para mejorar la enseñanza de anatomía para la eficiencia del aprendizaje. Análisis de la influencia de la realidad virtual en la formación de la anatómica.(24)</p>
<p>Assessment of blended learning for teaching dental anatomy to dentistry students</p>	<p>Rizwan Ullah, Faraz Siddiqui ,Samira Adnan Azam S. Afzal MBBS, MHPE4 Muhammad Sohail Zafar Analizar los efectos a largo plazo en el comportamiento y los resultados del aprendizaje. Examinar las variaciones en la</p>



---

			participación y el rendimiento de los estudiantes en entornos de aprendizaje mixto. (25)
Computer-aided design files as a learning tool in dental anatomy	Elisandra Reyes-Perez , MPhil Kendall Latshaw, Luiz Meirelles, Gabriela A. Weiss		Analizar el impacto de las herramientas digitales en la educación odontológica más allá de los cursos de anatomía. Evaluar la eficacia de las bibliotecas digitales en distintas especialidades dentro del campo médico. (26)
Virtual reality simulation of panoramic radiographic anatomy for dental students	Noura Alsufyani, SarahAlnamlah, SarahMutai, RaseelAlageel Mayson Al Qarni, Areej Bukhari, MaramAlhajri, AbdulrahmanALSubaie, Meshari Alabdulkarim, Asma'aFaden		Comparar la eficacia entre los cursos avanzados y cursos tempranos en VR y aprendizaje basado en conferencias; Incluir a participantes con más experiencia para evaluar el conocimiento y analizar los resultados que se obtienen; Analizar la justificación de las respuestas incorrectas en estudiantes de odontología de diferentes niveles. (27)
Perceptual ability tests correlate to performance on a rudimentary dental anatomy laboratory exercise	Jennifer L. Hankle. Caroline K. Carrico TerenceA.Imbery		Enfrentar los desafíos asociados con los ajustes del profesorado en la formación odontológica para investigaciones futuras. (28)

---



Effect of the haptic 3D virtual reality dental training simulator on assessment of tooth preparation	Akitaka Hattoria, Kenichi Tonamib, Jun Tsurutac, Masayuki Hideshimad, Yasuyuki Kimurab, Hiroshi Nittab, Kouji Araki	Examina cómo la incorporación de simuladores hápticos en el plan de estudios educativo puede optimizar su eficiencia.(29)
The effectiveness of a 3D virtual tooth identification test as an assessment tool for a dental anatomy course	Esther Suh   Elisabeta Karl   Vidya Ramaswamy   Hera Kim- Berman	Investiga métodos tecnológicos para la educación dental; Examinar diferentes estrategias para aumentar mejorar la satisfacción del usuario con evaluaciones virtuales.(30)
Re-defining the virtual reality dental simulator: Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback	Jonathan Dixon   Ashley Towers   Nicolas Martin   James Field	Analizar la validez de la retroalimentación proporcionada por simuladores de realidad virtual en comparación con la de tutores clínicos tradicionales, así como examinar la capacidad predictiva de estos simuladores al comparar el rendimiento de los estudiantes. Además, evaluar el impacto de la retroalimentación de los simuladores de realidad virtual en el desempeño clínico de los estudiantes. (31)
Virtual reality: an effective tool for teaching root	M. Reymus ,A.Liebermann & C. Diegritz	Comparar la eficacia de la realidad virtual con los métodos convencionales en la enseñanza de anatomía dental, evaluar



<p>canal anatomy to undergraduate dental students a preliminary study</p>	<p>el desempeño clínico tras la implementación de diferentes métodos de capacitación en educación odontológica, y determinar el valor añadido que ofrece la realidad virtual frente a las técnicas de enseñanza tradicionales. (32)</p>
<p>Dental students didactic and psychomotor skills performance in dental anatomy and preclinical operative dentistry courses in a Saudi Governmental School</p>	<p>Afnan O. Al-Zain ,1 Adel M. Abdel-Azim, 2 and Hisham I. Othman  Anonimizar los nombres de los estudiantes para evitar sesgos en investigaciones futuras, mientras se investiga la calidad educativa, las tareas de aprendizaje psicomotor y los factores ambientales. Además, comparar los aspectos de aprendizaje entre diferentes escuelas de odontología en un estudio multicéntrico. (33)</p>
<p>The Use of Fine Arts to Enhance Visualization and Describing Skills in a First-Year Dental Anatomy Course: A Qualitative Study</p>	<p>Geetha Siddanna , Bradley Smith , Andrea Mantesso and Elisabeta Karl  La influencia del arte en el desarrollo de las diversas habilidades de visualización en los estudiantes de odontología.(34)</p>

## 4. DISCUSIÓN

Con respecto a las similitudes entre la RV y la RA diversos estudios coinciden en que tanto la RV como la RA han revolucionado la enseñanza en



odontología. Ambas tecnologías permiten una visualización detallada de las estructuras anatómicas, proporcionando una experiencia inmersiva que facilita el aprendizaje y la retención de conocimientos. Según Cabero et al. (4) y Andrade Mosqueda (8), tanto la RV como la RA favorecen una comprensión más profunda de las estructuras dentales. En particular, la RA, mediante la superposición de imágenes digitales en el entorno real, ha demostrado ser eficaz para entender estructuras dentales complejas, como mencionan Grad et al. (10) al utilizar modelos impresos en 3D combinados con tecnología HoloLens.

Otra similitud significativa es la mejora en la precisión y las habilidades de los estudiantes. Aunque se requiere más investigación para establecer recomendaciones clínicas definitivas, Joda et al. (12) indican que estas tecnologías han mostrado beneficios en la enseñanza odontológica y quirúrgica. Zafar y Zachar (17) también señalan que la herramienta Holo Human contribuye al aprendizaje de la anatomía dental, aunque no sustituye completamente los métodos tradicionales.

A pesar de los beneficios comunes, existen diferencias importantes en la implementación de la RV y la RA. De acuerdo con Tauber et al. (18), la RV ha demostrado ser más efectiva en la enseñanza de la histología dental, ya que permite a los estudiantes manipular imágenes en un entorno completamente virtual, lo que disminuye la necesidad de microscopios físicos y los costos asociados. En contraste, Fonseca et al. (19) señalan que la RA facilita una transición más fluida entre el aprendizaje tradicional y el digital,



ya que incorpora elementos virtuales en el entorno real sin reemplazar completamente las técnicas convencionales.

En cuanto a la eficiencia, la RA presenta ciertas ventajas sobre la RV en términos de accesibilidad y costo. Según Alsufyani et al. (27), la RA puede utilizarse a través de dispositivos más económicos, como teléfonos móviles, mientras que la RV requiere hardware especializado, lo que limita su adopción en instituciones con menos recursos.

La literatura sugiere áreas de oportunidad y retos para futuras investigaciones. Mahrous et al. (16) señalan que, aunque algunos estudiantes prefieren trabajar con dientes naturales, la RA tiene un futuro prometedor en la mejora de la enseñanza odontológica, especialmente en la educación preclínica. Asimismo, estudios como los de Siddanna et al. (34) y Patra et al. (24) subrayan la necesidad de investigar los efectos a largo plazo de estas tecnologías en la retención del conocimiento y el desempeño clínico.

Un reto importante identificado en varios estudios es la necesidad de superar barreras tecnológicas y económicas para integrar de manera más amplia estas tecnologías. Liu et al. (22) destacan que la desigualdad en el acceso a estos recursos sigue siendo un obstáculo considerable en la educación dental, lo que demanda esfuerzos adicionales para hacer estas herramientas más accesibles en diversas regiones.

Finalmente, tanto la RV como la RA ofrecen múltiples beneficios en la enseñanza de la anatomía e histología dentaria, al mejorar la precisión, la visualización y la comprensión de estructuras complejas. No obstante, las



diferencias en términos de costos, accesibilidad y métodos de implementación sugieren que ambas tecnologías tienen roles complementarios en la educación dental. Es fundamental continuar investigando para optimizar el uso de estas herramientas y establecer estándares claros que permitan una integración más efectiva en la práctica educativa y clínica.

## **5. CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores indican no tener conflictos de interés.

## **6. AGRADECIMIENTO**

El estudio forma parte del componente teórico del proyecto “Conocimiento, Actitudes y Prácticas Sobre Salud Bucal Aplicando HU-DBI En Estudiantes de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues Durante Julio-2023 Julio-2024.” correspondiente a la XIV convocatoria de Proyectos de Investigación: Las 5P del Desarrollo.

## **7. CONCLUSIONES**

Los hallazgos derivados de esta investigación corroboran los efectos ventajosos que las tecnologías de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) ejercen en la educación dental. Estas herramientas innovadoras han demostrado una eficacia significativa a la hora de facilitar una visualización compleja y en tiempo real de configuraciones anatómicas complejas, lo que promueve una mejor comprensión y una mejor retención de la información



entre los estudiantes. Además, las capacidades inmersivas inherentes a la realidad virtual y la realidad aumentada fomentan un enfoque de aprendizaje más participativo y experimental, lo que contribuye al avance de las competencias clínicas en un entorno seguro y regulado.

Además, se ha demostrado empíricamente que las implementaciones pragmáticas de la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR) en la pedagogía de la anatomía e histología dentales mejoran notablemente la precisión en las prácticas de diagnóstico y la formación clínica. En concreto, la realidad virtual se ha distinguido por reproducir intrincados procedimientos endodónticos, lo que permite examinar las microestructuras de los tejidos dentales desde diversos puntos de vista. Por el contrario, la realidad aumentada ha simplificado la incorporación de modelos tridimensionales en los flujos de trabajo clínicos, lo que ha aumentado la comprensión y la utilización del conocimiento anatómico en los entornos quirúrgicos.

Sin embargo, a pesar de las aparentes ventajas, la integración de estas tecnologías avanzadas tropieza con obstáculos considerables, principalmente en lo que respecta a la accesibilidad y las implicaciones financieras. Los impedimentos económicos y tecnológicos limitan su aceptación en ciertas instituciones educativas, lo que subraya la necesidad imperiosa de investigar marcos más rentables que faciliten un acceso más amplio a estas tecnologías innovadoras. En consecuencia, es imperativo persistir en la investigación de metodologías que puedan mitigar estas restricciones a fin de lograr una ejecución más amplia y equitativa.



En este contexto, las perspectivas de futuras investigaciones son abundantes. En concreto, es necesario evaluar la eficacia duradera de la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR) para retener los conocimientos de los estudiantes y su rendimiento clínico. Además, es necesario formular estándares tecnológicos para garantizar una aplicación coherente de estas innovaciones en la educación dental. Además, la fusión de la inteligencia artificial (IA) con la realidad virtual y la realidad aumentada constituye un ámbito prometedor para seguir mejorando las prácticas pedagógicas y las aplicaciones clínicas.



## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Idrovo-Iñiguez EP, Moscoso-Bernal SA. Realidad virtual en el desarrollo de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de odontología. CIENCIOMETRÍA [Internet]. 2022 Aug 15;8(4):243–66. Available from: <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/851>
2. Campos-Granados J, Ramirez-villalobos S, Pereira-Chaves J. Aportes de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza y el aprendizaje de la Biología para la potenciación de habilidades en participantes de Olimpiadas Costarricenses de Ciencias Biológicas (OLICOCIBI). Biografía. 2021;
3. Naranjo A, Gómez E, García MCD, Fernández A. Entorno virtual de Biología para Bioingenieros. In 2014.
4. Cabero J, Osuna JB, Puente AP, Pichardo IC. La “realidad aumentada” para aumentar la formación en la enseñanza de la medicina. Rev Cuba Educ Medica Super [Internet]. 2018;32(4):56–69. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412018000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412018000400007)
5. Lerma García L, Rivas Porrás D, Adame Gallegos JR, Ledezma Millán F, López De La Torre HA, Ortiz Palomino CE. Realidad Virtual como técnica de enseñanza en Educación Superior: perspectiva del usuario. Enseñanza Teach Rev Interuniv Didáctica [Internet]. 2020 Nov 27;38(1):111–23. Available from: <https://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/et2020381111123>



6. Díaz-López L, Tarango J, Refugio Romo-González J. Realidad Virtual en procesos de aprendizaje en estudiantes universitarios: motivación e interés para despertar vocaciones científicas. *Cuad Doc Multimed.* 2020;31:e68958.
7. Kanwal L, Gulzar M, Idrees W, Ikram F, Sukhia RH, Fida M. The application of virtual reality and augmented reality in dentistry - a literature review. *J Pak Med Assoc.* 2024;74(4 4):S126–31.
8. Andrade Mosqueda CF. Evaluación de la consolidación de conocimientos de la anatomía radicular mediante el uso de realidad aumentada por alumnos del posgrado de Endodoncia de la UNITEC. *RIDE Rev Iberoam para la Investig y el Desarro Educ.* 2020;11(21).
9. Genaro LE, Capote TS de O. Use of Virtual Reality in Dentistry: Literature Review. *Odovtos - Int J Dent Sci [Internet].* 2020 Jun 1;2(23):233–8. Available from: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/Odontos/article/view/42111>
10. Grad P, Przeklasa-Bierowiec AM, Malinowski KP, Witowski J, Proniewska K, Tatoń G. Application of HoloLens-based augmented reality and three-dimensional printed anatomical tooth reference models in dental education. *Anat Sci Educ.* 2023;16(4):743–55.
11. Grandez Gomez KE. Simuladores en odontología y la formación de habilidades clínicas. *Odontol Sanmarquina.* 2021;24(3):261–7.
12. Joda T, Gallucci GO, Wismeijer D, Zitzmann NU. Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review. *Comput Biol Med [Internet].* 2019;108(March):93–100. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2019.03.012>



13. Moussa R, Alghazaly A, Althagafi N, Eshky R, Borzangy S. Effectiveness of Virtual Reality and Interactive Simulators on Dental Education Outcomes: Systematic Review. *Eur J Dent*. 2022;16(1):14–31.
14. Bianchi A, Blasina F, Borda K, Castillo E, De María M, Fiol V, et al. Glucocorticoides prenatales. *CONSENSO Arch Pediatr Urug* [Internet]. 2018;89(3):179–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.31134/AP.89.3.5>
15. Li J, Long X, Wang X, Fang F, Lv X, Zhang D, et al. Radiology indispensable for tracking COVID-19. *Diagn Interv Imaging* [Internet]. 2021;102(2):69–75. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2020.11.008>
16. Mahrous A, Elgreatly A, Qian F, Schneider GB. A comparison of pre-clinical instructional technologies: Natural teeth, 3D models, 3D printing, and augmented reality. *J Dent Educ*. 2021;85(11):1795–801.
17. Zafar S, Zachar JJ. Evaluation of HoloHuman augmented reality application as a novel educational tool in dentistry. *Eur J Dent Educ*. 2020;24(2):259–65.
18. Tauber Z, Cizkova K, Lichnovska R, Lacey H, Erdosova B, Zizka R, et al. Evaluation of the effectiveness of the presentation of virtual histology slides by students during classes. Are there any differences in approach between dentistry and general medicine students? *Eur J Dent Educ*. 2019;23(2):119–26.
19. Fonseca FP, Santos-Silva AR, Lopes MA, de Almeida OP, Vargas PA. Transition from glass to digital slide microscopy in the teaching of oral pathology in a Brazilian dental school. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015;20(1):e17–22.



20. Lyroudia K, Mikrogeorgis G, Bakaloudi P, Kechagias E, Nikolaidis N, Pitas I. Virtual endodontics: Three-dimensional tooth volume representations and their pulp cavity access. *J Endod*. 2002;28(8):599–602.
21. Elgreatly A, Mahrous A, Clark WA, De Kok IJ, Qian F, Tsujimoto A. Students' perception of digital waxing software for dental anatomy education. *J Oral Sci*. 2022;64(2):178–80.
22. Liu CM, Su NY, Chen YT, Chiang CP, Yu CH. Analysis of approved dental teaching projects in the teaching practice research program in 8 dental schools of Taiwan from 2018 to 2023. *J Dent Sci*. 2024;19(2):1083–6.
23. Siddanna G, Barry C, Karl E. Three-dimensional art drawing techniques in the dental anatomy curriculum. *J Dent Educ*. 2023;87(S3):1870–2.
24. Patra A, Asghar A, Chaudhary P, Ravi KS. Integration of innovative educational technologies in anatomy teaching: new normal in anatomy education. *Surg Radiol Anat* [Internet]. 2022;44(1):25–32. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02868-6>
25. Ullah R, Siddiqui F, Adnan S, Afzal AS, Sohail Zafar M. Assessment of blended learning for teaching dental anatomy to dentistry students. *J Dent Educ*. 2021;85(7):1301–8.
26. Reyes-Perez E, Latshaw K, Meirelles L, Weiss GA. Computer-aided design files as a learning tool in dental anatomy. *J Dent Educ*. 2024;(November 2023):4–6.
27. Alsufyani N, Alnamlah S, Mutaieb S, Alageel R, AlQarni M, Bukhari A, et al. Virtual reality simulation of panoramic radiographic anatomy for dental students. *J Dent Educ*. 2023;87(8):1200–9.



- 28.Hankle JL, Imbery TA, Carrico CK. Perceptual ability tests correlate to performance on a rudimentary dental anatomy laboratory exercise. *J Dent Educ.* 2021;85(6):821–7.
- 29.Hattori A, Tonami K ichi, Tsuruta J, Hideshima M, Kimura Y, Nitta H, et al. Effect of the haptic 3D virtual reality dental training simulator on assessment of tooth preparation. *J Dent Sci [Internet].* 2022;17(1):514–20. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.06.022>
- 30.Suh E, Karl E, Ramaswamy V, Kim-Berman H. The effectiveness of a 3D virtual tooth identification test as an assessment tool for a dental anatomy course. *Eur J Dent Educ.* 2022;26(2):232–8.
- 31.Dixon J, Towers A, Martin N, Field J. Re-defining the virtual reality dental simulator: Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback. *Eur J Dent Educ.* 2021;25(1):108–16.
- 32.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.
- 33.Al-Zain AO, Abdel-Azim AM, Othman HI. Dental Students' Didactic and Psychomotor Skills Performance in Dental Anatomy and Preclinical Operative Dentistry Courses in a Saudi Governmental School. *Int J Dent.* 2021;2021.
- 34.Siddanna G, Smith B, Mantesso A, Ramaswamy V, de Peralta T, Karl E. The Use of Fine Arts to Enhance Visualization and Describing Skills in a First-Year Dental Anatomy Course: A Qualitative Study. *Oral.* 2023;4(1):1–8.