



## **BENEFICIOS DE LOS SIMULADORES DE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA EN LA FORMACIÓN DEL ESTOMATÓLOGO.**

**Autora Principal:** Yudanis Ramos Trujillo. Doctora en Estomatología. Profesor Asistente. Especialista de 1er grado en Estomatología General Integral. Máster en urgencias estomatológicas. UCIMED-FAR. Cuba. Correo: [yrtrujillo@nauta.cu](mailto:yrtrujillo@nauta.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4419-7234>

**Coautores:** Ela Virgen Casell Figueredo, Zaily Espinosa López, Sandra Igarza Barriel, Armando Adrian Abreu Benavides.

### **RESUMEN**

**Introducción:** La educación en las ciencias de la salud es un campo dinámico que exige desarrollo en avances tecnológicos y en herramientas educativas. Entre las prácticas innovadoras en el ámbito educativo se encuentra la utilización de la realidad virtual, siendo considerado como un recurso pedagógico efectivo que apoya el aprendizaje de los estudiantes. **Objetivo:** Describir los beneficios de los simuladores de realidad virtual inmersiva en la formación del estudiante de estomatología, evaluando críticamente la evidencia disponible. **Método:** Se realizó una revisión de literatura en la base de datos PubMed, Medline, EBSCO, Scielo, Science Direct y Google Académico, mediante combinaciones de texto y palabras en idioma español e inglés, desde el 2019. Se aplicó una estrategia de búsqueda estructurada con descriptores MeSH y se evaluó la calidad metodológica. **Desarrollo:** La búsqueda mostró diversos beneficios tales como: experiencia práctica sin riesgos, mejora de la precisión y habilidades técnicas, aprendizaje personalizado, motivación y grado de interés (engagement), retroalimentación inmediata (feedback inmediato), así como limitaciones y desafíos. **Conclusiones:** La Realidad Virtual Inmersiva (RVI) introduce un cambio transformador en la formación estomatológica, al proporcionar un entorno seguro, interactivo y controlado que complementa los métodos tradicionales. Los simuladores de realidad virtual inmersiva representan una herramienta prometedora en la formación estomatológica, aunque su implementación requiere estrategias integrales que consideren aspectos económicos, logísticos y de capacitación docente.

**Palabras clave:** simuladores, realidad virtual, enseñanza en odontología/estomatología, educación.

## **INTRODUCCIÓN**

Las tecnologías de la información y comunicación constituyen los medios por excelencia para apoyar los sistemas presenciales, siendo cada vez un componente más indispensable y complementario; así, los esquemas tradicionales se enriquecen, ofreciendo a estudiantes y docentes nuevas formas de enseñar y aprender <sup>1</sup>.

La educación en las ciencias de la salud es un campo dinámico que exige desarrollo en avances tecnológicos y en herramientas educativas. En este milenio la formación en odontología ha incorporado tecnologías que permiten la simulación y la digitalización que expanden los horizontes de exploración, por lo que la enseñanza ha debido adaptarse. Variadas innovaciones han sido introducidas en la formación del estomatólogo con el fin de mejorar la experiencia de aprendizaje y el desarrollo de habilidades <sup>2</sup>. Los escenarios de simulación son inherentes a la educación en odontología para capacitar a los estudiantes en un entorno seguro previamente a su desempeño en pacientes <sup>3</sup>.

La educación con la tecnología se puede acercar a los estudiantes a través de propuestas lúdicas en los distintos niveles y sistemas educativos actuales. Siendo los docentes agentes de cambio y generadores de pensamiento crítico del estudiante, al realizar sus programas de estudio, se deben reemplazar los conceptos memorísticos por enfoques que permitan al estudiante convertirse en un pensador independiente, capaz de tomar decisiones a través del ejercicio del razonamiento crítico, aportando así a la sociedad de manera más profunda y significativa <sup>1</sup>.

Entre las prácticas innovadoras en el ámbito educativo se encuentra la utilización de la realidad virtual, la cual se define como diversas secuencias multimedia que simulan la realidad de forma casi fidedigna, generado por seres humanos mediante el uso de las tecnologías de la información y comunicación, siendo requisito para su utilización un hardware específico. Actualmente, el uso de la realidad virtual en el campo pedagógico se encuentra en auge dado que se está incluyendo en distintos planes de estudios, siendo considerado como un recurso pedagógico efectivo que apoya el aprendizaje de los estudiantes <sup>4</sup>.

El objetivo de esta revisión es describir los beneficios de los simuladores de realidad virtual inmersiva en la formación del estudiante de estomatología, evaluando críticamente la evidencia disponible.

## **DESARROLLO**

### **Método**

El presente estudio está fundamentado a partir de una revisión de la literatura de libre acceso, utilizando las bases de datos bibliográficas PubMed, Medline, EBSCO, Scielo, Science Direct y Google Académico, mediante combinaciones de texto y palabras con los descriptores clave en español e inglés siguientes: simuladores (simulators), realidad virtual (virtual reality), enseñanza en odontología/estomatología (dental training), educación (education).

Se incluyeron artículos completos publicados en idioma español e inglés desde el 2019, limitando la búsqueda con el fin de recopilar la evidencia más reciente; que abarcaran estudios centrados en la aplicación de simuladores de realidad virtual inmersiva en el contexto educativo, en la educación médica y estomatológica/ odontológica. Se excluyeron artículos anteriores al 2019, estudios que no se centraran en el ámbito educativo, sin una metodología claramente descrita, o que estén aplicados a otras especialidades médicas sin relevancia para la estomatología; cartas al editor, editoriales o resúmenes de congresos sin datos completos, así como artículos cuyo texto completo no estuviera disponible.

El proceso de selección se llevó a cabo en dos fases: filtrado por título y resumen, los artículos identificados fueron evaluados inicialmente con base en su título y resumen y su relevancia, según el objetivo de la investigación; y la evaluación de texto completo para verificar que cumplían con todos los criterios de inclusión. Se revisaron 28 artículos y se seleccionaron 15 en la primera fase. En la segunda, no se excluyó ningún artículo, por lo que los 15 fueron incluidos en la revisión final. De estos, 12 correspondían a los últimos 5 años, lo que asegura la actualidad de la evidencia presentada.

La información de los artículos seleccionados fue sintetizada y organizada de manera narrativa. Los datos extraídos incluyeron: autor, año de publicación, objetivo principal del estudio, diseño metodológico, tipo de tecnología de realidad virtual, principales beneficios reportados en relación con la formación estomatológica, limitaciones o desafíos identificados asociados a la implementación de la realidad virtual, y las conclusiones principales del estudio.

Esta extracción permitió un análisis cualitativo y la síntesis de los hallazgos, se presentan en el apartado de "Desarrollo" del artículo, estructurados en secciones temáticas como "Ventajas", "Beneficios" y "Limitaciones y desafíos".

## **Resultados**

### **Realidad virtual**

La realidad virtual (RV) se describe como la combinación de múltiples tecnologías que permiten a los usuarios interactuar con entidades virtuales en tiempo real. Las características principales de la RV son la inmersión y la interacción. La inmersión es la sensación de presencia en un entorno virtual, mientras que la interacción es la capacidad de modificación por parte del usuario. Recientes avances en el campo de la tecnología tal como el Deep Learning y Artificial Neural Network han permitido el uso de herramientas digitales tales como la RV y la realidad aumentada (RA). El fin de estas herramientas es proporcionar una plataforma de corroboración entre la inteligencia artificial y el ser humano para mejorar el aprendizaje <sup>2</sup>. Las tecnologías inmersivas son aquellas que generan una imagen tridimensional, la cual da la sensación al usuario de estar dentro de un medioambiente o una imagen; estas son conocidas como realidad virtual (RV) y aumentada, las cuales representan una creciente área de investigación dentro del campo médico. La RV ha sido aplicada en diferentes escenarios clínicos, como simuladores quirúrgicos, tratamiento de fobias, autismo, manejo del dolor,

telemedicina y cirugías. En el contexto estomatológico, su aplicación se ha centrado principalmente en la formación preclínica de habilidades psicomotoras.

### **Ventajas**

Múltiples estudios y ensayos clínicos han demostrado que el entrenamiento con simuladores de realidad virtual mejora significativamente el rendimiento de las habilidades clínicas en el entorno clínico. La incorporación de estas tecnologías emergentes acentúa la importancia de aportar cohesión y profundidad sin precedentes a la formación médica. Su uso, además, cumple el objetivo de ofrecer una oportunidad de entrenamiento en un ambiente seguro y controlado, donde el estudiante puede repetir la práctica hasta el dominio de una habilidad. Más allá de la memorización del material, esto favorece que la curiosidad sea el catalizador de su experiencia educativa<sup>5</sup>.

El uso de la realidad virtual es relativamente nuevo, debido a que su contenido es flexible de acuerdo con la necesidad y la predilección de los estudiantes, ya que es reconocida como una forma de aprendizaje más atractiva, inspiradora e interactiva. Su inclusión ofrece la oportunidad a los educadores, gestores educativos y estudiantes de reformar la educación médica<sup>6</sup>.

El uso de simuladores virtuales permite aprovechar la tecnología disponible y utilizarla como una herramienta didáctica activa, que posibilita al estudiante realizar actividades de la disciplina profesional, de manera segura y controlada, interactuando en un entorno que simula la realidad, con elementos que colocan a los estudiantes en una situación que exige la movilización e integración de sus conocimientos y habilidades, con el fin de resolver y desarrollar las situaciones simuladas, comparable con lo que la práctica clínica en sí puede deparar. Además, los simuladores virtuales hápticos (SVH) proporcionan un entorno seguro en el desarrollo de habilidades motoras y permiten un entrenamiento con una mejor retroalimentación y controlado por tutores<sup>3</sup>. La simulación les brinda la oportunidad de enfrentarse a estas situaciones de manera gradual, reduciendo la ansiedad y aumentando su confianza antes de trabajar con pacientes reales<sup>7</sup>.

### **Beneficios**

-Aprendizaje significativo

La RV aviva un aprendizaje significativo, ya que involucra varios sentidos y permite que el estudiante explore conceptos complejos a través de la manipulación y la interacción. Algunos estudios insinúan que el aprendizaje inmersivo facilita la retención de conocimientos al activar redes neuronales que se asocian con experiencias de vida reales. Esta "presencia simulada" permite que el cerebro procese la información de forma más profunda, promoviendo una comprensión duradera de los temas abordados<sup>8</sup>.

-Fomenta una mentalidad analítica y adaptable.

Esta metodología de aprendizaje fomenta una mentalidad analítica y adaptable, ya que al situar a los estudiantes en situaciones que requieren una respuesta inmediata y

decisiones informadas, la RV los desafía a analizar, planificar y responder de manera activa, habilidades altamente valoradas en el ámbito laboral actual <sup>8</sup>.

-Experiencia práctica sin riesgos

La educación en odontología, desde sus inicios, ha utilizado escenarios de simulación para desarrollar habilidades motoras en estudiantes <sup>3</sup>. La educación dental difiere de cualquier otra forma de educación médica, ya que es una combinación de teoría, laboratorio y práctica clínica. El desafío en la educación dental surge del hecho de que la adquisición de conocimientos teóricos requiere imaginación espacial, y el entrenamiento centrado en el paciente en simulaciones tradicionales con maniqués no se asemeja a situaciones clínicas realistas. El entrenamiento preclínico y clínico es de suma importancia para desarrollar habilidades motoras finas que preparen a los estudiantes de odontología para ejercer la profesión dental. Muchas de las habilidades competenciales requeridas en la educación dental son difíciles de adquirir y requieren entrenamiento repetido y práctica prolongada <sup>9, 10</sup>.

Moussa y col. <sup>9</sup> en su revisión mostraron que la realidad virtual mejoró significativamente la adquisición de habilidades manuales dentales y en menor medida, la retención del conocimiento teórico, a pesar que pocos estudios reportaron periodos de seguimiento más largos y diferencias insignificantes entre los grupos virtual y tradicional. Sin embargo, Koolivand et al <sup>10</sup>, plantea que la mejora en el rendimiento académico de los estudiantes fue evidente tanto en los niveles de conocimiento teórico como en los de habilidades prácticas.

De Toro <sup>7</sup> en su estudio probó la aplicación en un grupo de 8 estudiantes de medicina de sexto curso, en 16 médicos residentes de la especialidad de medicina de familia y en 4 de Reumatología con un nivel de satisfacción de la experiencia de 5 sobre una puntuación de 5 puntos en el 100% de los usuarios. Los estudiantes consideraron que la experiencia es relevante para su práctica clínica, y que habían mejorado considerablemente sus habilidades clínicas. Además, los médicos residentes se sintieron más seguros y confiados para enfrentarse a la situación clínica real después de la simulación virtual.

Fernández-Sagredo y col. <sup>3</sup> con un total de 127 individuos que se ofrecieron como voluntarios para participar en su estudio: el 60% eran estudiantes de odontología de cuarto, quinto y sexto año; el 10%, odontólogos locales, y el 30%, odontólogos y académicos de la facultad. Todos calificaron positivamente ( $\geq 5$  en la escala tipo Likert) su experiencia con el SVH, entre un 77% y un 81% de ellos.

Simodont es un simulador dental háptico y de realidad virtual que se ha convertido en una herramienta prometedora para la formación preclínica de los estudiantes de odontología. Entre sus características se encuentran que permite la formación de destrezas manuales en procedimientos clínicos como: el reflejo de espejo, la eliminación de caries dental, restauración de cavidades, preparaciones de coronas y tallados para prótesis fija. Además, el sistema utiliza un sensor de fuerza para una sensación de alta fidelidad, también permite a los usuarios seleccionar perfiles de pacientes virtuales, realizar el diagnóstico, planificación del tratamiento y proporcionar una evaluación automática <sup>11</sup>.

### -Visualización 3D interactiva

La llegada de nuevas tecnologías al campo de la odontología, tales como la adquisición de imágenes tridimensionales, dispone de nuevos recursos para utilizar en la educación mediante el uso de realidad virtual (RV). Esto ha permitido el surgimiento de nuevos tipos de experiencias de aprendizaje que facilitan a los estudiantes explorar vistas tridimensionales <sup>2</sup>. La realidad virtual inmersiva (RVI) es una forma de RA en la que el usuario interactúa con un entorno digital 3D recreado a través de grabaciones reales de 360 grados <sup>9</sup>.

Los simuladores permiten explorar en tres dimensiones, lo que facilita la comprensión de la estructura dental, la oclusión y las relaciones entre los dientes. Los estudiantes pueden, por ejemplo, rotar, ampliar y analizar cada diente desde diferentes ángulos, superando las limitaciones de los modelos físicos tradicionales.

### -Aprendizaje personalizado

La personalización es otro beneficio importante de la RV en educación, porque consiente al aprendiz formarse a su ritmo y según las insuficiencias o necesidades. En contextos de educación inclusiva, la RV ha demostrado ser particularmente efectiva al adaptarse a las diversas capacidades de los aprendices, proporcionando un entorno de aprendizaje accesible y sin prejuicios. Esta flexibilidad en la enseñanza contribuye a que cada estudiante tenga el control de su experiencia de aprendizaje, lo que promueve la autoconfianza y la motivación intrínseca, aspectos esenciales para una lucubración efectiva y perdurable <sup>8</sup>. Es decir, los sistemas de RV pueden adaptarse al ritmo de aprendizaje de cada estudiante, ofreciendo ejercicios y desafíos acordes a su nivel. Permite repetir procedimientos hasta dominarlos.

### -Reducción de costos

La RV puede eliminar muchas limitaciones de la educación tradicional. Esta tecnología permite a los estudiantes practicar en un entorno de muy bajo riesgo, reduciendo costos a largo plazo. Además, la tecnología de RV reduce la necesidad de los estudiantes de un profesor (el profesor es un facilitador y observador), hace que el proceso de aprendizaje sea más estandarizado <sup>10</sup>; aunque Moussa<sup>9</sup> plantea, que el papel del profesor y las instrucciones verbales no pueden descartarse.

Disminuye la necesidad de materiales físicos, como modelos dentales o maniqués, que pueden ser costosos. Reduce el uso de recursos como instrumental y materiales de práctica.<sup>10</sup>

### -Preparación para situaciones reales

La adquisición de habilidades psicomotoras por parte de los estudiantes de odontología es el núcleo y la competencia principal de la odontología operatoria preclínica, y es el área a la que se dedica la mayor parte del tiempo de enseñanza preclínica. A nivel mundial, los planes de estudio de odontología asignan más tiempo para practicar y mejorar las habilidades psicomotoras que para la enseñanza didáctica o teórica. Recientemente, ha habido avances en la tecnología de realidad virtual, háptica y robótica en la simulación dental, que proporcionan condiciones de práctica más óptimas

para facilitar la transición del laboratorio de simulación basado en modelos tradicionales a la clínica. Estas tecnologías ayudan a crear un entorno en el que los usuarios pueden practicar procedimientos clínicos en las diferentes disciplinas de la odontología. Por ejemplo, en Japón, se desarrolló un robot paciente que puede proporcionar simulaciones de la vida real, como toser, mover el cuello, empujar la lengua y la secreción salival, lo que se encontró que mejora las habilidades dentales y la gestión de emergencias dentales en un entorno clínico. Además, la simulación de realidad virtual ofrece la posibilidad de crear un entorno digital para que los usuarios realicen diversos ejercicios, como la preparación de cavidades (proporcionando múltiples imágenes ampliadas), la excavación de caries (preparación de cavidades) y las técnicas de fotocurado <sup>12</sup>.

La capacidad de practicar procedimientos indefinidamente en un entorno seguro y controlado sin el riesgo de dañar a un paciente vivo es una ventaja importante del entrenamiento basado en háptica. El uso de la tecnología háptica en la educación dental ha demostrado mejorar las habilidades motoras de los estudiantes y aumentar su confianza al realizar procedimientos en un entorno clínico <sup>13</sup>.

#### -Evaluación objetiva

La RV aumenta la capacidad de los estudiantes de odontología para la autoevaluación y el autoaprendizaje, no tiene limitaciones relacionadas con el marco de tiempo de práctica en los laboratorios dentales y proporciona una oportunidad infinita y sin límites de tiempo para la práctica y el aprendizaje <sup>10</sup>. Los sistemas de RV pueden registrar y analizar el desempeño del estudiante, proporcionando métricas precisas sobre su precisión, tiempo de respuesta y técnica. Facilita la identificación de áreas de mejora.

Koolivand et al <sup>10</sup> compararon en su estudio los enfoques educativos convencionales con la educación basada en realidad virtual. Una revisión exhaustiva de los estudios indicó que, en comparación con los enfoques de aprendizaje convencionales, la educación basada en realidad virtual desempeña un papel efectivo en la mejora del nivel de conocimiento teórico y las habilidades prácticas de los estudiantes de odontología.

#### -Acceso a tecnología avanzada

Los estudiantes se familiarizan con herramientas tecnológicas que cada vez son más comunes en la práctica odontológica moderna.

#### -Motivación (engagement)

Un elemento clave de los procesos académicos de los estudiantes es el nivel de compromiso con sus estudios, que está mediado por elementos intrínsecos y extrínsecos que hacen posible el éxito o no en la actividad académica. <sup>14</sup>

La naturaleza interactiva y envolvente de la RV hace que el aprendizaje sea más atractivo y motivador para los estudiantes. En este contexto, "engagement" se refiere al grado de interés, participación y motivación que los estudiantes experimentan al utilizar los simuladores de realidad virtual inmersiva en su aprendizaje. La tecnología de realidad virtual hace que el proceso de aprendizaje sea más atractivo, interactivo y

envolvente, lo que captura la atención de los estudiantes y los mantiene más comprometidos con el material que están estudiando. Esto contrasta con métodos tradicionales de enseñanza, que pueden resultar menos dinámicos o estimulantes. En resumen, los estudiantes están más conectados emocional y cognitivamente con el proceso de aprendizaje, lo que puede mejorar su retención de información y su disposición a participar activamente.

#### - Retroalimentación inmediata (Feedback inmediato)

Los sistemas de simulación suelen proporcionar retroalimentación inmediata y detallada a los participantes sobre su desempeño. Esto les permite identificar áreas de mejora y perfeccionar sus habilidades en tiempo real, lo que acelera el proceso de aprendizaje <sup>7</sup>.

La retroalimentación tiene un rol clave en el aprendizaje, ya sea dada por una persona experta o por un equipo especializado. Mejora sin duda el aprendizaje y la adquisición de destreza manual y habilidades motoras. Sin embargo, aún está en debate cuál es la mejor forma de proveerla. Se puede obtener de varias formas: intrínseca, extrínseca, unimodal o multimodal; y se puede dar «en la acción» (durante el entrenamiento) y/o «después de la acción» (al final del entrenamiento).

El entrenamiento preclínico en un simulador virtual, en comparación con el entrenamiento tradicional que refiere al uso de modelos con dientes humanos extraídos o con dientes artificiales, siendo el más conocido el typodont, que ofrece procedimientos irreversibles, ofrece al estudiante diversas ventajas, como entrenar en un ambiente seguro sin riesgo de contraer alguna enfermedad, un horario más flexible, poder repetir los ejercicios cuantas veces necesite hasta lograr el objetivo, prescindir del gasto de cualquier material consumible en el transcurso de su entrenamiento, reduce el tiempo requerido para la adquisición de una destreza manual específica, combina teoría con práctica, así como brindar una evaluación del desempeño del estudiante en tiempo real y de modo objetivo (retroalimentación en tiempo real) <sup>15</sup>.

Lévano<sup>15</sup> en su estudio encontró que la retroalimentación remota tuvo mayor efecto que la presencial en la adquisición de destreza, a pesar de que la literatura reporta que el proceso de enseñanza-aprendizaje en los escenarios presenciales favorece el trabajo cooperativo interpersonal.

#### Limitaciones y desafíos

Sin embargo, la aplicación de RV en la formación también conlleva innegables retos.

#### -Costo asociado

El costo asociado a los equipos y la infraestructura tecnológica necesaria, que no siempre es posible obtener por las instituciones educativas.

#### -Capacitación de profesores

Para integrar efectivamente esta tecnología en sus prácticas pedagógicas es fundamental la capacitación de los profesores. Los docentes deben comprender el uso técnico de la RV, y cómo diseñar actividades y evaluaciones que maximicen su potencial pedagógico.<sup>8</sup>

## -Implicaciones éticas y efectos adversos

Constituyen una preocupación relevante, ya que el uso extenso de RV consigue generar efectos adversos en la salud física y mental de los aprendices, como la fatiga ocular y el agotamiento mental <sup>8</sup>. De Toro, et al <sup>7</sup> plantean, además: tropiezos, mareos, dolores de cabeza. En su estudio dos participantes (7,1% de los usuarios), sufrieron sensación de mareo con el uso de las gafas de realidad virtual, que se resolvió al realizar la actividad sentados en una silla. No obstante, estos malestares han ido desapareciendo con la mejora de la calidad de las gafas de RV que actualmente están en el mercado.

Otros factores han influido, como la limitada visibilidad de la RV en los medios, así como el desconocimiento entre los docentes sobre sus beneficios y sobre cómo implementarla en el aula. Esta combinación de obstáculos ha creado un panorama desafiante para su integración en el sector educativo.

En educación, en específico, se están llevando a cabo iniciativas para reducir las barreras de costo y acrecentar el camino a la formación para usar esta tecnología. Conforme la RV se torna más viable y su implementación se facilita, los docentes tienen la oportunidad de enriquecer las experiencias de aprendizaje, proporcionando a los estudiantes entornos seguros donde practicar y experimentar con temas complejos. Con un soporte apropiado, la RV podría contribuir a cerrar la brecha tecnológica en la educación y establecerse como un recurso fundamental en la formación de competencias técnicas y prácticas en diversas áreas del saber <sup>8</sup>.

## CONCLUSIONES

La Realidad Virtual Inmersiva (RVI) introduce un cambio transformador en la formación estomatológica, al proporcionar un entorno seguro, interactivo y controlado que complementa los métodos tradicionales. Sus beneficios principales incluyen: práctica repetitiva sin riesgos para el paciente, mejora significativa de la precisión, habilidades técnicas y psicomotoras, aprendizaje personalizado y retroalimentación inmediata, mayor motivación y compromiso y desarrollo de un pensamiento analítico. No obstante, su implementación enfrenta desafíos como: altos costos iniciales, necesidad de capacitación docente para su uso pedagógico óptimo, posibles efectos adversos que se reducen con los avances tecnológicos. Los simuladores de RVI son una herramienta educativa de gran valor con el potencial de transformar la formación preclínica en estomatología. Para una implementación exitosa, se recomienda que las instituciones desarrollen estrategias integrales que aborden los aspectos económicos, logísticos y de formación del profesorado, asegurando así que esta tecnología innovadora cumpla su propósito de elevar la competencia y la confianza de los futuros estomatólogos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Idrovo-Iñiguez EP, Moscoso-Bernal SA. Realidad virtual en el desarrollo de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de odontología. Rev Interdiscip de Humanid Educ Cienc y Tecnol. 2022; VIII(4). Edición Especial. <https://doi.org/10.35381/cm.v8i4.851>

2. González H, Moreno Y, D'Andrea M. Realidad virtual inmersiva como complemento en la educación odontológica: un proceso de implementación para la docencia médica. *Educ Méd.* 2024;25(5). <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2024.100931>
3. Fernández-Sagredo M, Barrios-Penna C, Torres-Martínez P, Sáez-Espinoza R, Fonseca-Molina J. Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional. *FEM Rev Fund Educ Méd.* 2020;23(2):89-94. <https://doi.org/10.33588/fem.232.1045>
4. Campos Soto MN, Navas-Parejo MR, Moreno Guerrero AJ. Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad Rev Educ.* 2020;15(1):47-60. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.04>
5. Mejía Mejía GP, López Cabrera MV, Hernandez-Rangel E, Cerano Fuentes JL. Diseño de un modelo de evaluación mediante la integración de tecnología inmersiva y a distancia. *Educ Méd.* 2019;20(3):140-145. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.02.009>
6. Barja-Ore J, Liñan-Bermúdez A, Mayta-Tovalino F. Visibilidad, impacto y colaboración en la producción científica sobre la realidad virtual en la educación médica (2017-2022). *Educ Méd.* 2023;24:100831. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100831>
7. De Toro Santos J, Turrión AI, Collado MA, San José Méndez MC, Rilo Antelo R, Juanes Méndez JA. Utilidad de la realidad virtual en la formación médica: manejo clínico de un paciente con monoartritis de rodilla. *Reumatol Clin.* 2024;20(10):555-559. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2024.08.002>
8. Morales E. La realidad virtual como estrategia educativa. *Cód Cient Rev Invest.* 2024;5(12):1893-1915. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/641>
9. 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(01):14-31. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731837>
10. Koolivand H, Shoreshi MM, Faramani RS, Borji M, Mansoory MS, Moradpoor H, et al. Comparison of the effectiveness of virtual reality-based education and conventional teaching methods in dental education: a systematic review. *BMC Med Educ.* 2024;24:8. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04954-2>
11. Grandez Gomez KE. Simuladores en odontología y la formación de habilidades clínicas: un diálogo permanente. *Odontol Sanmarquina.* 2021;24(3):261-8. <https://dx.doi.org/10.15381/os.v24i3.20717>
12. Farag A, Hashem D. Impact of the Haptic Virtual Reality Simulator on Dental Students' Psychomotor Skills in Preclinical Operative Dentistry. *Clin Pract.* 2022;12(1):17-26. <https://doi.org/10.3390/clinpract12010003>

13. Patil S, Bhandi S, Awan KH, Licari FW, Blasio MD, Ronsivalle V, et al. Effectiveness of haptic feedback devices in preclinical training of dental students-a systematic review. BMC Oral Health. 2023;23:739. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03410-3>
14. Sarmiento Martínez AM, Moreno Acero ID, Morón Castro C. Engagement Académico: un elemento clave en la educación virtual. Praxis. 2022;18(1):140-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3695>
15. Lévano L, Sandro A, Quenta S, Edgar J, Trevejo-Bocanegra AP. Efeito do feedback remoto versus feedback presencial no processo de aquisição de destreza manual em um simulador de realidade virtual háptica: um estudo piloto. Rev Estomatol Herediana. 2023;33(3):217-24. <https://doi.org/10.20453/reh.v33i3.4940>