

REVIEW ARTICLE

Technologies in dental education and the development of clinical competencies: a systematic review

Tecnologías de simulación en la educación odontológica y desarrollo de competencias clínicas: una revisión sistemática

Mónica Alexandra Cabrera Sánchez¹  
Alexandra del Rocío Valarezo Chumo¹  

¹ Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo, Ecuador.

How to cite: Cabrera, M. A., & Valarezo, A. del R. (2026). Technologies in dental education and the development of clinical competencies: a systematic review. *Revista San Gregorio*, 1(67),131-141.<http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v1i67.4146>

Received: 16-03-2026

Accepted: 03-09-2026

Published: 30-09-2026

ABSTRACT

The incorporation of haptic simulators, virtual reality, and three-dimensional resources has expanded the possibilities for preclinical training in dentistry by enabling repeated practice in controlled environments with immediate feedback. This article synthesizes the available evidence on the use of these technologies in dental education, with emphasis on the development of clinical competencies, their benefits, limitations, and potential for curricular integration. A systematic review was conducted and reported in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. The search was performed in PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar, considering publications from 2015 to 2025. Following the identification, screening, and eligibility process, 14 studies were included. Information was organized using a data extraction matrix and integrated through narrative and thematic synthesis. The evidence showed that simulation supports the development of psychomotor skills, technical abilities, spatial understanding, self-efficacy, communication, and preclinical learning. Haptic systems were particularly notable for reproducing tactile sensations and facilitating repeated practice. However, limitations were identified regarding costs, technological realism, methodological heterogeneity, curricular integration, and the limited evidence on transfer to real clinical performance. It is concluded that simulators are valuable complementary resources for dental education, but they do not replace clinical practice or faculty supervision. Their curricular incorporation requires pedagogical planning and stronger longitudinal and comparative evidence.

Keywords: Dental education; Simulation training; Virtual reality; Clinical competence; Haptic Simulation.

RESUMEN

La incorporación de simuladores hápticos, realidad virtual y recursos tridimensionales ha ampliado las posibilidades de entrenamiento preclínico en odontología, al permitir prácticas repetidas en entornos controlados y con retroalimentación inmediata. El artículo sistematiza la evidencia disponible sobre el uso de estas tecnologías en la formación odontológica, con énfasis en el desarrollo de competencias clínicas, sus beneficios, sus limitaciones y sus posibilidades de integración curricular. Se realizó una revisión sistemática reportada conforme a PRISMA 2020. La búsqueda se efectuó en PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar, considerando publicaciones entre 2015 y 2025. Tras el proceso de identificación, cribado y elegibilidad, se incluyeron 14 estudios. La información se organizó mediante una matriz de extracción y se integró a través de síntesis narrativa y temática. La evidencia mostró que la simulación favorece el entrenamiento de habilidades psicomotoras, destrezas técnicas, comprensión espacial, autoeficacia, comunicación y aprendizaje preclínico. Los sistemas hápticos destacaron por reproducir sensaciones táctiles y facilitar la práctica repetida. No obstante, se identificaron limitaciones relacionadas con costos, realismo tecnológico, heterogeneidad metodológica, integración curricular y escasa evidencia sobre transferencia al desempeño clínico real. Se concluye que los simuladores constituyen recursos complementarios valiosos para la formación odontológica, pero no sustituyen la práctica clínica ni la supervisión docente. Su incorporación curricular requiere planificación pedagógica y mayor evidencia longitudinal y comparativa.

Palabras clave: Educación dental; Entrenamiento por simulación; Realidad virtual; Competencia clínica; Simulación háptica.



INTRODUCCIÓN

Históricamente, la formación de profesionales en el área odontológica ha dependido de la experiencia clínica directa, del acompañamiento docente y del uso de modelos físicos, como cabezas fantoma, tipodontos y materiales manuales para el entrenamiento preclínico (Escudero et al., 2024). Aunque estos recursos han sido fundamentales para desarrollar destrezas psicomotoras iniciales, presentan limitaciones relacionadas con la retroalimentación inmediata, la repetición controlada de procedimientos, la evaluación objetiva del desempeño y la transición segura hacia la atención de pacientes reales. Por ello, la creciente complejidad de los procedimientos odontológicos exige estrategias formativas que permitan practicar, equivocarse, corregir y repetir sin comprometer la seguridad del paciente (Perry et al., 2015; Plessas, 2017).

En este escenario, la simulación clínica ha adquirido relevancia como alternativa pedagógica para fortalecer la enseñanza práctica. Higgins et al. (2020) reconocen que la simulación constituye una estrategia importante en la formación odontológica; sin embargo, también advierten vacíos en el registro de las actividades educativas, en la descripción de las estrategias docentes y en la evaluación de sus resultados. De manera complementaria, Li et al. (2021) señalan que los simuladores ofrecen posibilidades para mejorar el entrenamiento clínico, aunque su implementación todavía enfrenta desafíos vinculados con los costos, la integración curricular y la disponibilidad de evidencia comparativa suficiente.

La pandemia de COVID-19 aceleró la búsqueda de alternativas para sostener la formación clínica y preclínica, debido a la suspensión o reducción de prácticas presenciales. No obstante, esta situación no debe interpretarse únicamente como un factor que facilitó la incorporación de simuladores hápticos o virtuales, pues también profundizó brechas tecnológicas, especialmente en contextos latinoamericanos con limitaciones de conectividad, equipamiento, inversión institucional y capacitación docente. En esta línea, Gallo-Zapata et al. (2022), Muñoz Quispe et al. (2022) y Valenzuela-Ramos et al. (2023) coinciden en que la simulación puede apoyar la continuidad formativa, pero requiere condiciones materiales y pedagógicas que garanticen su uso efectivo y equitativo.

A pesar del crecimiento de la literatura sobre simuladores hápticos, realidad virtual, realidad aumentada y modelos 3D en odontología, persiste un vacío de conocimiento sobre la manera en que estas herramientas contribuyen al desarrollo de competencias clínicas, técnicas y transferibles en estudiantes de odontología (Guillén et al., 2026). Este vacío es más evidente en América Latina, donde la discusión no solo debe centrarse en la efectividad pedagógica, sino también en la viabilidad de implementación, la formación docente, la sostenibilidad económica y la articulación de estas tecnologías con los planes de estudio.

En función de lo anterior, esta revisión se orientó por la siguiente pregunta guía: ¿qué evidencia existe sobre el uso de simuladores hápticos, virtuales y 3D para el desarrollo de competencias clínicas en estudiantes de odontología? A partir de esta pregunta, el objetivo del estudio fue sistematizar la evidencia disponible sobre el uso de estas tecnologías en la formación odontológica, con énfasis en el desarrollo de competencias clínicas, sus beneficios, sus limitaciones y sus posibilidades de integración curricular.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura, reportada de acuerdo con las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021). La revisión se orientó a identificar y sintetizar la evidencia disponible sobre el uso de simuladores hápticos, virtuales y tridimensionales en la formación odontológica, con especial atención al desarrollo de competencias clínicas, habilidades psicomotoras y procesos de enseñanza-aprendizaje.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar, considerando publicaciones comprendidas entre 2015 y 2025. La estrategia combinó términos controlados y palabras clave en inglés y español relacionados con educación odontológica, simulación y competencias clínicas. Entre las combinaciones empleadas se incluyeron: “*dental education*” AND “*simulation training*” AND “*clinical competence*”; “*haptic simulators*” AND *dentistry*; “*virtual reality*” AND “*dental students*”; “*simulación clínica*” AND *odontología*; y “*simuladores hápticos*” AND “*competencias clínicas*”.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron publicaciones en español o inglés relacionadas directamente con el uso de tecnologías de simulación en la educación odontológica. Los documentos debían abordar al menos uno de los siguientes aspectos: desarrollo de competencias clínicas o psicomotoras, entrenamiento preclínico, retroalimentación del aprendizaje, simulación háptica, realidad virtual, realidad aumentada, simulación computarizada o utilización de modelos tridimensionales en procesos formativos. Asimismo, se consideraron documentos publicados entre 2015 y 2025 y con información suficiente para identificar la población o contexto educativo, la tecnología analizada y los principales resultados relacionados con la formación odontológica.

Se excluyeron registros duplicados, publicaciones no relacionadas directamente con odontología, estudios centrados exclusivamente en otras áreas de las ciencias de la salud, documentos sin respaldo académico identificable, trabajos cuyo texto completo no estuviera disponible y publicaciones que no aportaran información pertinente para responder la pregunta de investigación.

Proceso de selección de los estudios

Los registros recuperados fueron reunidos en Zotero v 10.0.1 y sometidos inicialmente a un proceso de identificación y eliminación de duplicados. Posteriormente se realizó el cribado mediante la revisión de títulos y resúmenes. Los documentos potencialmente elegibles fueron examinados a texto completo y contrastados con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

La selección fue realizada por dos revisores de manera independiente. Las discrepancias se resolvieron mediante consenso. Cuando un artículo fue excluido durante la fase de evaluación a texto completo, se registró el motivo de exclusión. El proceso completo de identificación, cribado, evaluación de elegibilidad e inclusión se presenta en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 1. Al finalizar el proceso se incluyeron 14 estudios en la síntesis.

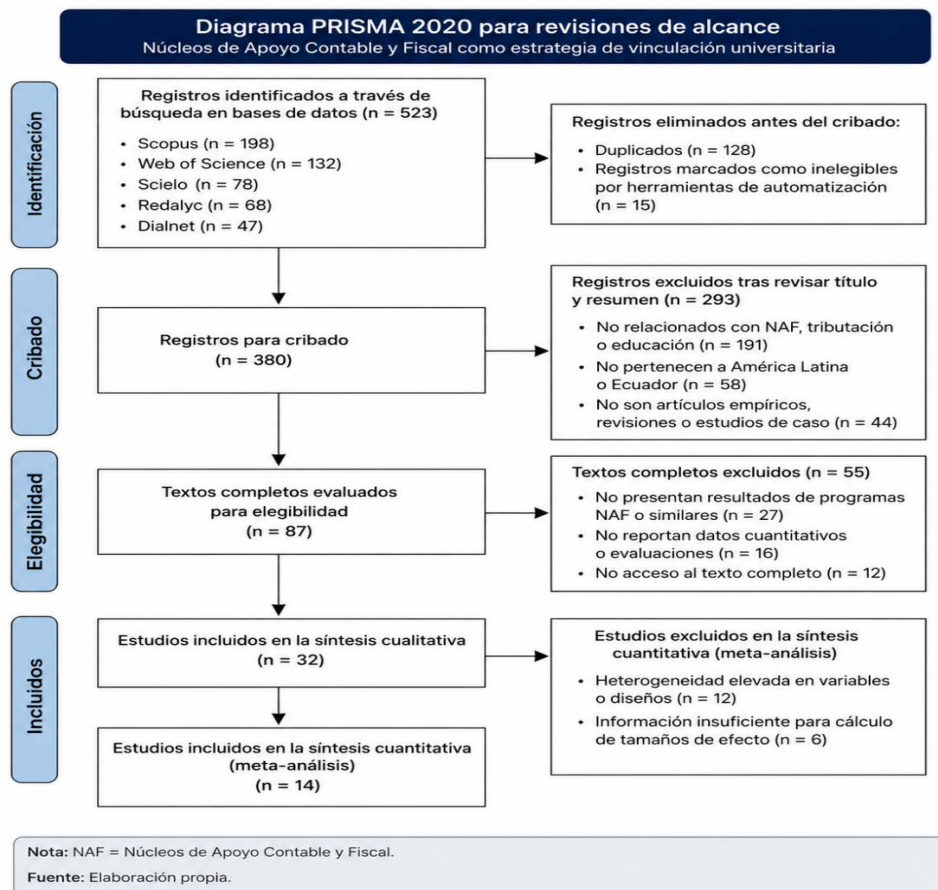


Figura 1. Diagrama PRISMA de selección de estudios.

Extracción y organización de los datos

La información de los estudios seleccionados se sistematizó mediante una matriz de extracción elaborada para esta revisión. Para cada publicación se registraron, cuando estuvieron disponibles, las siguientes variables: autor y año de publicación, país, diseño del estudio, características de la población o contexto educativo, tamaño de la muestra, modalidad de simulación, área odontológica de aplicación, competencias evaluadas, instrumentos de medición, principales resultados y limitaciones reportadas.

Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

La calidad metodológica de los estudios incluidos fue valorada de manera crítica por los autores, considerando la claridad del diseño de investigación, la adecuación de la población y la muestra, la coherencia

entre objetivos, métodos y resultados, la pertinencia de los procedimientos de medición y la solidez de las conclusiones. Asimismo, se examinó la presencia de posibles fuentes de sesgo relacionadas con la selección de participantes, la interpretación de los resultados y las limitaciones reconocidas en cada estudio.

Síntesis de la evidencia

Los hallazgos fueron comparados atendiendo al tipo de tecnología, población estudiada, competencias clínicas evaluadas y dirección de los resultados. Posteriormente, la evidencia se organizó en tres ejes temáticos: simuladores en la práctica clínica odontológica; innovaciones tecnológicas aplicadas al aprendizaje clínico, y evidencia de efectividad y desafíos futuros.

RESULTADOS

La Tabla 1 sintetiza los principales aportes documentales utilizados en la discusión. Permite identificar de manera comparativa el tipo de tecnología analizada, el diseño reportado, las competencias abordadas, los hallazgos más relevantes y las limitaciones señaladas por los autores.

Tabla 1. Síntesis comparativa de la evidencia revisada sobre simuladores en educación odontológica

Autor/año	Modalidad de simulación	Diseño/contexto	Competencias abordadas	Resultados principales	Limitaciones señaladas
Perry et al. (2015)	Simulación tradicional, realidad virtual y retroalimentación háptica	Revisión internacional	Habilidades psicomotoras y entrenamiento preclínico	La realidad virtual con retroalimentación háptica favorece la práctica repetida y el aprendizaje sin presión temporal. La simulación virtual puede complementar las cabezas fantoma y la instrucción humana, pero no sustituirlas completamente. Reporta utilidad para la enseñanza de ortodoncia y una mejora percibida de las habilidades. Los estudiantes expuestos a SSC mostraron mejor desempeño en la evaluación clínica estructurada frente a la enseñanza tradicional. La simulación presentó mejores resultados que la enseñanza teórica en el entrenamiento para procedimientos bajo anestesia general. La combinación de enseñanza tradicional y simulación háptica fortaleció la confianza, la conciencia del proceso de aprendizaje y la práctica preclínica.	Costos, tiempo docente y disponibilidad de materiales específicos.
Plessas (2017)	Simuladores de realidad virtual preclínica	Revisión internacional	Destrezas técnicas y entrenamiento repetible		Requiere supervisión docente y mayor evidencia comparativa.
Sipiyaruk (2022)	Simulación basada en tecnología mejorada	Revisión de alcance en ortodoncia	Habilidades técnicas, confianza y aprendizaje clínico		Escasez de estudios longitudinales y limitada integración curricular.
Wu et al. (2024)	Simulación situacional (SSC)	Estudio comparativo con estudiantes de odontología	Comunicación, toma de decisiones y competencias no operativas		Necesidad de ampliar las muestras, los contextos educativos y el seguimiento temporal.
El Mouatarif et al. (2024)	Simulación de alta fidelidad	Estudio intervencional en contexto clínico odontológico	Conocimiento técnico, autoeficacia y seguridad del paciente		Resultados vinculados a un contexto y una intervención específicos.
Lee-Muñoz et al. (2023)	Simulación háptica	Estudio de intervención en formación odontológica	Autoeficacia, motricidad y autorregulación		Se requiere mayor evidencia sobre la transferencia de los aprendizajes a escenarios clínicos reales.

Autor/año	Modalidad de simulación	Diseño/contexto	Competencias abordadas	Resultados principales	Limitaciones señaladas
San Martín Galindo et al. (2015)	Role playing y simulación de casos	Estudio piloto en educación superior en salud	Comunicación, trabajo en equipo y habilidades transversales	Favorece el aprendizaje activo y la preparación para la interacción con pacientes.	No corresponde a una modalidad de simulación tecnológica; su alcance se concentra en competencias comunicativas.
Mohandas & Mohapatra (2025)	Aprendizaje basado en juegos	Revisión sistemática	Motivación, compromiso y aprendizaje activo	El aprendizaje basado en juegos puede incrementar la motivación y la participación de los estudiantes. Los recursos tridimensionales favorecen la visualización anatómica y la comprensión de procedimientos complejos.	No demuestra una superioridad consistente en la adquisición de habilidades clínicas específicas.
Poblete et al. (2020)	Modelos y recursos 3D	Revisión/análisis de recursos para educación dental	Comprensión espacial, anatomía dental y planificación	Identifica el potencial de los simuladores para apoyar la enseñanza y el entrenamiento en diferentes asignaturas odontológicas.	No todos los recursos 3D constituyen simuladores clínicos interactivos ni reproducen retroalimentación táctil.
Li et al. (2021)	Simuladores odontológicos diversos	Revisión internacional	Competencias clínicas e integración curricular	Los estudiantes valoraron la simulación para entrenamiento y retroalimentación, pero destacaron la necesidad de mejorar el realismo y la semejanza con los procedimientos clínicos.	Persisten costos elevados, dificultades de integración curricular y necesidad de estudios de efectividad. Estudio realizado en una sola institución y con un grupo reducido; los participantes señalaron limitaciones de realismo, percepción de profundidad y reproducción de instrumentos clínicos.
Daud et al. (2024)	Realidad virtual con simulación háptica (VRHS)	Estudio cualitativo exploratorio; grupos focales con estudiantes de tercer año de odontología	Destreza manual, evaluación, entrenamiento y aprendizaje preclínico en odontología restauradora	El grupo expuesto al simulador obtuvo una mayor proporción de preparaciones satisfactorias que el grupo sin exposición; las diferencias también fueron favorables en las evaluaciones manual y digital.	Alcance restringido a una muestra pequeña, un curso preclínico y una tarea específica de preparación cavitaria; se requiere cautela para generalizar los resultados a otras competencias clínicas.
Murbay et al. (2020)	Simulador dental de realidad virtual Simodont	Estudio comparativo; 32 estudiantes de segundo año en operatoria dental preclínica	Preparación cavitaria, destreza manual y desempeño operatorio		

Autor/año	Modalidad de simulación	Diseño/contexto	Competencias abordadas	Resultados principales	Limitaciones señaladas
Bandiaky et al. (2024)	Simuladores hápticos con realidad virtual/aumentada	Revisión sistemática; 23 estudios y 1.303 participantes	Habilidades motoras, destreza manual, desempeño preclínico y percepción estudiantil	La revisión encontró mejoras en la adquisición de habilidades motoras en varias especialidades odontológicas y una valoración favorable de los sistemas hápticos por parte de los participantes. La realidad virtual mostró resultados favorables frente a métodos convencionales en conocimiento, desempeño, confianza y habilidades psicomotoras.	La heterogeneidad de diseños, poblaciones, simuladores e intervenciones impidió realizar una síntesis cuantitativa; los estudios presentaron riesgo de sesgo entre bajo y moderado. La evidencia no respalda la sustitución completa de los métodos tradicionales; los autores proponen la realidad virtual como una estrategia complementaria dentro del currículo.
Algarni et al. (2024)	Simulación mediante realidad virtual	Revisión sistemática; 16 estudios incluidos	Conocimientos, desempeño, confianza, participación y habilidades psicomotoras		

DISCUSIÓN

Simuladores en la práctica clínica odontológica

Los simuladores brindan un espacio seguro y controlado para que los futuros odontólogos practiquen, mejoren y reciban retroalimentación en tiempo real sin comprometer la seguridad del paciente. Asimismo, permiten la personalización del proceso y la repetición de los procedimientos, aspecto clave en el aprendizaje y consolidación del conocimiento y destreza clínica.

Sipiyaruk (2022) señala que la simulación basada en tecnología mejorada es una herramienta eficaz para la enseñanza de la ortodoncia, al reportar una mejora en las habilidades técnicas y la confianza de los estudiantes. No obstante, se menciona la necesidad de mayor investigación sobre el impacto, la relación a largo plazo en la formación clínica y la implementación curricular.

En esta línea, la revisión sistemática llevada a cabo por Mohandas & Mohapatra (2025) investiga el efecto del aprendizaje basado en juegos (GBL) en la formación odontológica; si bien los resultados apoyan la idea del aumento de la motivación, el compromiso del estudiante y su experiencia de aprendizaje más activa, los autores no pueden justificar en sus conclusiones finales que el GBL sea más efectivo para adquirir habilidades clínicas específicas en comparación con estrategias tradicionales. Esto indica que es necesario más investigación comparativa antes de que el GBL pueda considerarse una solución prometedora para el desarrollo de competencias clínicas.

Raina et al. (2021), afirman que el uso de tecnologías como la realidad virtual, los simuladores hápticos y los robots educativos, aumentan las posibilidades de un proceso educativo coherente con el Perfil profesional y garantiza un bajo riesgo para los pacientes, sin embargo, es necesario que se continúe adaptando e innovando a fin de conseguir la integración de las tecnologías en los modelos de enseñanza-aprendizaje.

Wu et al. (2024) también analizan el impacto de la enseñanza mediante la simulación situacional (SSC) en la formación odontológica y demuestran que esta metodología mejora las competencias clínicas no operativas de los estudiantes, incluida la comunicación con los pacientes y la toma de decisiones clínicas. Además, el análisis indica que los alumnos que realizaron sesiones de SSC también lograron un mejor desempeño en el Examen Clínico Objetivo Estructurado en comparación con aquellos que solo recibieron instrucción tradicional, de la misma manera subrayan que la introducción de SSC en la educación odontológica no solo beneficia la preparación educativa de los estudiantes, sino que también contribuye al desarrollo de la autoconfianza y las habilidades interpersonales en un entorno clínico.

En este sentido, El Mouatarif et al. (2024) realizaron un estudio similar, en el que propusieron una intervención para evaluar la eficacia de la simulación en el proceso de aprendizaje del tratamiento odontológico bajo anestesia general. Los resultados mostraron que los estudiantes que asistieron a las sesiones de simulación obtuvieron un rendimiento significativamente mejor en comparación con los que solo habían asistido a clases

teóricas. Además, resaltan que no es solo la adquisición del conocimiento técnico lo que se mejora, sino también su “autoeficacia clínica” y la seguridad del paciente. La combinación de este estudio con el presente enfatiza nuevamente la necesidad de implementar estas metodologías en el plan de estudios de odontología.

Perry et al. (2015) mencionan que la incorporación de tecnologías ha permitido pasar del uso de simuladores tradicionales a la incorporación de la realidad virtual. En este proceso se han fortalecido las habilidades psicomotoras donde la retroalimentación háptica combinada con la simulación de realidad virtual constituye un entorno en el que los estudiantes de odontología realizan procedimientos sin limitaciones de tiempo y contribuyen a la reducción de errores. Sin embargo, los autores también reconocen algunos desafíos del uso de los simuladores, entre estos han considerado el alto costo, tiempo del profesorado, disponibilidad de material específico para la odontología.

San Martín Galindo et al. (2015) destacan la relevancia del Role Playing (RP) en el ámbito docente, esta metodología representa una simulación de casos de la vida real y contribuye al desarrollo de habilidades no clínicas para los alumnos de odontología, como la comunicación y el trabajo en equipo. De acuerdo con los hallazgos, el método del RP fomenta el aprendizaje activo ya que somete a los estudiantes a situaciones clínicas simuladas en las que deben comunicarse con pacientes y otros colegas en un entorno seguro. Asimismo, los resultados de la investigación de opinión revelaron que la mayoría de los estudiantes encuestados apreciaban el uso regular del RP, lo que sugiere que dicha estrategia es un complemento de la docencia para preparar a los futuros odontólogos de manera más efectiva.

En el ámbito de la formación de profesionales sanitarios, la incorporación de estrategias digitales e interactivas también ha sido asociada con mejoras en la confianza, la competencia profesional y la capacidad para desenvolverse en entornos mediados por tecnologías (Andraus Quintero, y otros, 2025)

Finalmente, Lee-Muñoz et al. (2023) investigaron el impacto de la simulación háptica en la autoeficacia académica de los odontólogos en formación y concluyeron que tal intervención no solo mejora la habilidad motriz de los estudiantes, sino también su percepción de confianza y autorregulación, ellos establecen que, la combinación de la enseñanza tradicional y la simulación logra que los estudiantes sean más conscientes sobre la complejidad de los procesos odontológicos, desafiando sus propias estrategias de aprendizaje y fortaleciendo su práctica clínica.

Innovaciones tecnológicas aplicadas al aprendizaje clínico

Grandez Gómez (2021) exploró el origen histórico de los simuladores en la educación odontológica y su influencia en el desarrollo competencial de los estudiantes de grado. A través de la revisión documental, la autora definió cuatro etapas en la integración de prácticas simuladas al currículo que fueron influenciadas por la era tecnológica y educativa, las cuales estuvieron determinadas por los impactos tecnológicos de cada época y las necesidades de estudio. Los resultados de su investigación revelaron que el uso de simuladores en la formación preclínica durante la universidad influye significativamente en el desarrollo de las competencias de los estudiantes de odontología, además, el tipo de simulador utilizado tiene relación directa con las competencias clínicas obtenidas.

Asimismo, Coro Montanet et al. (2015) abordan la integración de innovadores simuladores hápticos con entornos tridimensionales en la formación odontológica, los autores analizan la incorporación eficaz de las nuevas tecnologías al programa educativo de tal forma que los estudiantes tengan la oportunidad de entrenarse en la realización de actividades prácticas antes de trabajar con los verdaderos pacientes. Al mismo tiempo, el estudio de caso pone de manifiesto que es imperativo cambiar el enfoque de la docencia en la educación dental con el fin de adoptar herramientas modernas que tienen como fin facilitar un aprendizaje experiencial y efectivo.

Del mismo modo, Plessas (2017) evalúa el uso de los simuladores de realidad virtual en la educación de preclínica; si bien estos simuladores pueden sustituir parcialmente, pero no completamente, las cabezas-fantasma y la instrucción humana, son muy beneficiosos para el entrenamiento repetible e interactivo de los estudiantes, mejorando sus habilidades técnicas, también se señala que los estudiantes deben ser supervisados por un instructor para obtener la formación adecuada.

Tapia Peralta et al. (2023) abordan cómo la digitalización y las tecnologías emergentes han reformulado la configuración de los procesos de aprendizaje en el ámbito educativo. Los autores plantean que integrar simuladores virtuales, plataformas en línea e insumos interactivos son esenciales para avanzar hacia una educación inclusiva e innovadora.

También se menciona la necesidad de formación continua de los docentes y de políticas de educación ajustadas para evitar las barreras tecnológicas y garantizar la calidad del aprendizaje en un entorno global y digital; al respecto, Escobar-Taípe et al. (2023) reflexionan sobre el impacto de la digitalización en la formación odontológica, es de destacar que las tecnologías emergentes como los simuladores virtuales y el escaneo laser 3D han revolucionado la enseñanza de la odontología.

Cabrera Sánchez et al. (2022), argumentan que los talleres de odontología conservadora al integrar las asignaturas de Operatoria Dental y Endodoncia permiten desarrollar habilidades cognitivas, procedimentales y

actitudinales. Este enfoque metodológico, desde el punto de vista profesional clínico, responde a la necesidad de preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos clínicos que surgen en la actualidad desde una perspectiva de atención al paciente para mejorar la calidad de la atención.

Además de lo anterior, Mendoza Macías & Pico Coronel (2024), analizan el impacto de usar simuladores clínicos en la educación odontológica para el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes, esto permite entender que con el uso de simuladores los estudiantes desarrollan habilidades motoras y habilidades en el dominio emocional.

Muñoz Quispe et al. (2022), analizaron el uso de los simuladores en la formación odontológica, considerando en particular el contexto del trabajo durante la pandemia del COVID-19, los encierros y las restricciones impuestas profundizaron los desafíos que enfrentan los estudiantes en el desarrollo de habilidades preclínicas y clínicas. Los autores consideran que los simuladores, incluidos los tradicionales y los más avanzados como hápticos, robóticos o de realidad aumentada, serían útiles para desarrollar habilidades cognitivas y motoras en un entorno seguro y controlado, a su vez proponen la inversión en simuladores para las universidades donde se imparte la formación odontológica.

En esta tendencia, Tiol-Carrillo (2021) examina las tecnologías digitales utilizadas en la educación odontológica durante la pandemia, señalando a los simuladores virtuales, la realidad aumentada y las diferentes plataformas de aprendizaje en línea como estrategias valiosas, estas tecnologías no solo abordan las debilidades de la educación presencial, sino que también facilitan la transición a soluciones más innovadoras y flexibles, lo que significa un avance hacia un modelo educativo híbrido y digital.

Desde una mirada más amplia, Valenzuela-Ramos et al. (2023) analizan el impacto de la educación virtual en la formación anatómica humana y dental durante el bloqueo por COVID-19, ellos consideran que, aunque la adaptación a la enseñanza virtual permitió la continuidad académica, también produjo limitaciones como el acceso decreciente a la tecnología, entre otras, además, enfatizan la importancia de la introducción de tecnología de simulación para complementar la educación práctica y promover el aprendizaje efectivo de los estudiantes en línea. Kaluschke et al. (2023) revisaron en detalle el papel de ciertos parámetros de simulación de realidad virtual, como la estereopsis 3D y la alineación de la mano del usuario con las herramientas virtuales y describen la efectividad de la educación y la precisión de evaluación de las habilidades.

Además, Poblete et al. (2020), refieren que los recursos educativos basados en tecnologías 3D podrían ser implementados en la formación dental, así mismo muestran las áreas anatómicas en las cuales los recursos 3D, incluida la anatomía dental, planificación quirúrgica y la simulación de procedimientos complejos, mejoran la visualización, comprensión espacial y experiencias prácticas de los estudiantes, por lo tanto, fortalecen los métodos tradicionales de enseñanza.

Otro estudio integral sobre la situación actual y las perspectivas futuras de los simuladores en la educación odontológica fue realizado por Li et al. (2021), los autores analizan el impacto de la tecnología basada en simuladores en el desarrollo de competencias clínicas, así como los retos relacionados con su implementación, los costos y la integración curricular. En este sentido resaltan la eficiencia de los simuladores para la enseñanza en determinadas asignaturas, sin embargo, se requieren más estudios que fortalezcan la eficacia tecnológica y su aplicación en la formación odontológica.

Ortega et al. (2010), analizan las tendencias tecnológicas en el campo de la educación odontológica. Los autores comparan las estrategias de simulación tradicional con la simulación por computadoras, esto es, simuladores hápticos y realidad virtual e indican que estas tecnologías han permitido aprender en un ambiente seguro. Consideran importante la transición entre la simulación tradicional y la simulación mediante computadoras para mejorar la formación de odontólogos u otros especialistas, además, hacen hincapié en el hecho de que estas tecnologías deben integrarse en los planes educativos.

Finalmente, Fernández-Sagredo et al. (2020) y Córdova Limaylla et al. (2022) coinciden en la utilidad de la simulación háptica como complemento del entrenamiento preclínico; sin embargo, mientras el primero enfatiza la experiencia y percepción del estudiante, el segundo centra su análisis en la capacidad tecnológica de reproducir estímulos táctiles vinculados con la práctica odontológica.

Evidencia de efectividad y desafíos futuros

Gallo-Zapata et al. (2022) revisaron cómo la pandemia de COVID-19 afectó la educación odontológica especialmente en la formación clínica de los estudiantes, dado que la actividad clínica se suspendió a nivel regional, se propuso la adopción de simuladores como una solución para el mantenimiento de habilidades y competencias clínicas sin comprometer la seguridad del paciente y de los estudiantes, es de entender que la repetibilidad de los procedimientos desarrolló la autoconfianza y eliminó los errores en la práctica clínica.

Iyer et al. (2020) también se refirieron a la afectación de la pandemia en la educación dental en los Estados Unidos, así queda señalado que el rápido desarrollo de tecnologías digitales implementadas, tales como enseñanza virtual y simuladores, permitió que la educación clínica continuara.

Miquel-Luco (2024) e Ikeda-Artacho (2025) coinciden en señalar el carácter transformador de la simulación en la educación odontológica, aunque desde perspectivas complementarias. Por su parte, Escalona-Contreras et al. (2021), evidencian el impacto de la tecnología de impresión 3D en la reconstrucción mandibular, considerándola una innovación fundamental en la odontología moderna, también resaltan que se puede desarrollar modelos anatómicos detallados gracias a esta tecnología, ayudando a optimizar el control quirúrgico, mejorando los resultados clínicos y su aplicación en la enseñanza de la odontología, lo que permite a los futuros profesionales practicar en modelos realísticos.

De igual forma, en la investigación de Andrade-Lotero (2012), se afirma que un adecuado diseño de los materiales educativos multimedia debe optimizar la carga cognitiva, y se debe estructurar los simuladores odontológicos para evitar la sobrecarga cognitiva y promover el aprendizaje significativo.

No obstante, aunque los resultados muestren la mejora de la calidad de aprendizaje, algunos de los problemas a considerar son el alto precio de los dispositivos, la necesidad de capacitar a los profesores y la poca integración en los programas educativos de estas herramientas; a pesar de los retos, la tendencia del uso de simuladores en la educación superior indica que la inversión en tecnología será un requisito para la enseñanza odontológica en el futuro.

Por tanto, la aplicación de tecnologías innovadoras en la enseñanza de la odontología mejora no solo el aprendizaje y la adquisición de habilidades sino también la seguridad del paciente al reducir los errores durante la práctica clínica. Es así que, la combinación de simuladores hápticos, realidad virtual y evaluación estructurada permiten un enfoque educativo más dinámico, interactivo y eficaz. Sin embargo, es necesario estudiar más a fondo la integración de estas herramientas en el currículo odontológico y desarrollar estrategias para superar las barreras económicas y tecnológicas que limitan su implementación.

CONCLUSIONES

La evidencia revisada muestra que los simuladores hápticos, virtuales y 3D constituyen recursos complementarios relevantes para la formación odontológica. Su uso favorece el entrenamiento repetido en entornos controlados, el desarrollo de habilidades psicomotoras y técnicas, la comprensión espacial, la retroalimentación del aprendizaje y, en algunos estudios, una mayor confianza y mejor desempeño preclínico. Los simuladores hápticos destacan por su capacidad para reproducir sensaciones táctiles asociadas con procedimientos clínicos, mientras que la realidad virtual y los modelos 3D amplían las posibilidades de visualización, práctica y aprendizaje experiencial.

Por lo tanto, estas tecnologías, aunque no sustituyen la enseñanza clínica tradicional ni la supervisión docente, deberían integrarse de manera complementaria al currículo. Persisten limitaciones relacionadas con los costos, el realismo de algunas plataformas, la heterogeneidad metodológica de los estudios y la escasez de evidencia longitudinal sobre la transferencia de las competencias adquiridas a escenarios clínicos reales. En consecuencia, su incorporación curricular debe acompañarse de criterios pedagógicos claros y de nuevas investigaciones que permitan valorar con mayor precisión su efectividad en la formación clínica odontológica.

REFERENCIAS

- Algarni, Y. A., Saini, R. S., Vaddamanu, S. K., Quadri, S. A., Gurumurthy, V., Vyas, R., Baba, S. M., Avetisyan, A., Mosaddad, S. A., & Heboyan, A. (2024). The impact of virtual reality simulation on dental education: A systematic review of learning outcomes and student engagement. *Journal of Dental Education*, 88(11), 1549-1562. <https://doi.org/10.1002/jdd.136>
- Andrade-Lotero, L. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10), 75-92. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896005>
- Andraus Quintero, C. E., Vega Mendoza, D. L., Esquivel García, R., Mendoza Véliz, D. K., Espinel Zambrano, P. M., & Arteaga Biones, L. A. (2025). The impact of social media on healthcare professionals' branding. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 5, 1539. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20251539>
- Bandiaky, O. N., Lopez, S., Hamon, L., Clouet, R., Soueidan, A., & Le Guehennec, L. (2024). Impact of haptic simulators in preclinical dental education: A systematic review. *Journal of Dental Education*, 88(3), 366-379. <https://doi.org/10.1002/jdd.13426>
- Cabrera Sánchez, M. A., Valarezo, A., Casanova, I., y Quintero, T. (2022). Estrategia de integración curricular una mirada desde los talleres de odontología conservadora. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(1), 139-156. <https://www.doi.org/10.36390/telos241.09>
- Córdova Limaylla, N. E., Santander Rengifo, F. M., y Cayo Rojas, C. F. (2022). Simuladores hápticos en la educación odontológica virtual. *Revista Cubana de Investigación Biomédica*, 41, 1-4. <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/2097>

- Coro Montanet, G., Suárez García, A., Gómez Sánchez, M., y Gómez Polo, F. (2015). Didáctica de la Introducción y Uso de Simuladores Hápticos con Entornos 3D en la Docencia Odontológica. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: Aprendizaje experiencial*. Villaviciosa, Odón. <https://abacus.universidadeuropea.com/rest/api/core/bitstreams/ce5453c1-71cc-4506-9c57-190c47f253bb/content>
- Daud, A., Matoug-Elwerfelli, M., Khalid, A., & Ali, K. (2024). The impact of virtual reality haptic simulators in pre-clinical restorative dentistry: A qualitative enquiry into dental students' perceptions. *BMC Oral Health*, 24, 988. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04704-w>
- El Mouatarif, F., Bennour, Z., Al Jalil, Z., Chahbouni, M., Mouhaoui, M., & Elarabi, S. (2024). High-Fidelity Simulation in Dental Treatment under General Anesthesia: An Interventional Study. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(6), 72-76. <http://dx.doi.org/10.24018/ejedu.2024.5.6.890>
- Escalona-Contreras, N., Merino-Kutscher, P., & Cartes-Velásquez, R. (2021). Uso de técnicas de impresión 3D en la reconstrucción mandibular. Una revisión breve. *CES Odontológica*, 34(2), 159-172. <https://doi.org/10.21615/cesodon.5939>
- Escobar-Taípe, A. M., Rivera-Marcatinco, M., Veliz-Vicharra, S., y Mattos-Vela, M. (2023). La digitalización en la formación odontológica. *Revista Facultad de Odontología: Universidad de Antioquia*, 35(1), 62-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9400190>
- Escudero Bermello, A. I., Borroto Cruz, E. R., & Díaz Contino, C. G. (2024). La formación médica desde la perspectiva hipocrática. *Educación Médica Superior*, 38. <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/4291>
- Fernández-Sagredo, M., Barrios-Penna, C., Torres-Martínez, P., Sáez-Espinoza, R., y Fonseca-Molina, J. (2020). Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 23(2), 89-94. <https://dx.doi.org/10.33588/fem.232.1045>
- Gallo-Zapata, W., Contreras-Pulache, H., y Díaz-Soriano, A. M. (2022). Uso de los simuladores en odontología pospandemia. *Odontología Sanmarquina*, 25(1), 1-8. <https://doi.org/10.15381/os.v25i1.22077>
- Grandez Gómez, K. E. (2021). Simuladores en odontología y la formación de habilidades clínicas: un diálogo permanente. *Odontología Sanmarquina*, 24(3), 261-267. <http://dx.doi.org/10.15381/os.v24i3.20717>
- Guillén Santana, E.S., Romero Cedeño, E.L., Borroto Cruz, E.R., Díaz Contino, C.G. (2026). Uso de simuladores hápticos en la carrera de odontología. *Educación Médica Superior*, 40. <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/5271>
- Higgins, D., Hayes, M., Taylor, J., & Wallace, J. (2020). A scoping review of simulation-based dental education. *MedEdPublish*, 9(36), 1-16. <https://doi.org/10.15694/mep.2020.000036.1>
- Ikeda-Artacho, M. C. (2025). Aplicación de la simulación háptica en la educación odontológica. *Revista Methodo*, 10(1), 12-14. [https://doi.org/10.22529/me.2025.10\(1\)03](https://doi.org/10.22529/me.2025.10(1)03)
- Iyer, P., Aziz, K., y Ojcius, D. (2020). Impact of COVID-19 on dental education in the United States. *Journal of Dental Education*, 84(6), 718-722. <https://doi.org/10.1002/jdd.12163>
- Kaluschke, M., Su Yin, M., Haddawy, P., Suebnukarn, S., y Zachmann, G. (2023). The effect of 3D stereopsis and hand-tool alignment on learning effectiveness and skill transfer of a VR-based simulator for dental training. *PLoS ONE*, 1-26. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.16251>
- Kolb, D. A. (1984). *Aprendizaje experiencial: La experiencia como fuente de aprendizaje y desarrollo*. Prentice Hall.
- Lee-Muñoz, X., Vergara-Núñez, C., Mejía-Díaz, V., Garrido-Varela, S., Álvarez-Bustamante, S., & Díaz-Pollak, S. (2023). Efecto de la simulación háptica en la autoeficacia académica de odontólogos en formación. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 16(1), 30-33. <https://doi.org/10.4067/S2452-55882023000100030>
- Li, Y., Ye, H., Ye, F., Liu, Y., Lv, L., Zhang, P., . . . Zhou, Y. (2021). The Current Situation and Future Prospects of Simulators in Dental Education. *Journal of Medical Internet Research*, 23(4), 1-17. <https://doi.org/10.2196/23635>
- Mendoza Macías, K. C., y Pico Coronel, J. N. (2024). Use of clinical simulators and development of professional skills in dental students: systematic review. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 4, 1-7. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024.554>
- Miquel-Luco, M. (2024). Impacto de la simulación clínica en la educación en odontología: Una reflexión actualizada. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Mé*, 49(4), 74-77. <https://doi.org/10.11565/arsmed.v49i4.2096>
- Mohandas, R., & Mohapatra, S. (2025). All Work and No Play Makes Jack a Dull Boy - A Systematic Review on Effectiveness of Game-based Learning in Dental Education. *Digital Education Review*(46), 77-88. <https://doi.org/10.1344/der.2025.46.77-88>

- Muñoz Quispe, M. E., Cahuana Vilchez, J. E., y Mendoza Condor, M. J. (2022). Simulación en Odontología: ¿Opción o necesidad? *Revista Estomatológica Herediana*, 32(1), 107-109. <https://doi.org/10.20453/reh.v32i1.4192>
- Murbay, S., Neelakantan, P., Chang, J. W. W., & Yeung, S. (2020). Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. *European Journal of Dental Education*, 24(1), 5-16. <https://doi.org/10.1111/eje.12453>
- Ortega, A. I., Casanova, I. I., Pertuz B, R. A., y Cárdenas G, E. M. (2010). Tendencias tecnológicas: simulación en la formación odontológica. *Ciencia Odontológica*, 7(2), 116-128. <http://redalyc.org/pdf/2052/205219754003.pdf>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recresp.2021.06.016>
- Perry, S., Bridges, S. M., & Burrow, M. F. (2015). A Review of the Use of Simulation in Dental Education. *Society for Simulation in Healthcare*, 00(00), 1-7. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000059>
- Plessas, A. (2017). Computerized Virtual Reality Simulation in Preclinical Dentistry: Can a Computerized Simulator Replace the Conventional Phantom Heads and Human Instruction? *Simulation in Healthcare Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 12(5), 332-338. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000250>
- Poblete, P., McAleer, S., y Mason, A. G. (2020). 3D Technology Development and Dental Education: What Topics Are Best Suited for 3D Learning Resources? *Dentistry Journal*, 8(95), 1-13. <https://doi.org/10.3390/dj8030095>
- Raina, K., Poojary, D., Shetty, P., Khalid, I., Rashmi, S, K., . . . Gorantla, V. R. (2021). Simulation Based Training in Dental Education-A Review. *Multicultural Education*, 7(5), 238-243. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4770607>
- San Martín Galindo, L., Cabrera-Martinez, J. J., Abalos-Labruzzi, C., & Gómez-Galán, J. (2015). Group Methodologies and Simulations for the Development of Transversal Skills: A Pilot Study on Health Sciences Higher Education. *International Journal of Educational Excellence*, 1(1), 93-109. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1605.06658>
- Sipiyaruk, K. (2022). Technology-enhanced simulation-based learning in orthodontic education: A scoping review. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 28(3), 1-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/2177-6709.28.3.e2321354.oar>
- Tapia Peralta, S. R., Santín Castillo, N. J., Carrión Cango, J. d., y Cabrera Pinta, S. P. (2023). Revolucionando el aprendizaje: desafíos y oportunidades en la era digital. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 9620-9631. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6858
- Tiol-Carrillo, A. (2021). Aplicación de las tecnologías en la educación en odontología durante la pandemia por COVID-19. *Revista ADM*, 78(3), 155-161. <https://dx.doi.org/10.35366/100073>
- Valenzuela-Ramos, M. R., Chenet-Zuta, M., Canales-Sermeño, G. U., Chacaltana-Limaco, R. D., Hernández-Huaripaucar, E. M., y Solano-García, C. G. (2023). Impacto de la enseñanza-aprendizaje virtual en anatomía humana y dental durante el confinamiento por la COVID-19: una revisión sistemática. *Avances en Odontoestomatología*, 39(5), 249-259. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852023000500007
- Wu, J.-H., Lin, P. C., Lee, K.-T., Liu, H.-L., Lu, P.-Y., & Lee, C. Y. (2024). La enseñanza mediante simulación situacional mejora de manera efectiva la competencia clínica no operativa de los estudiantes de odontología y el desempeño en exámenes clínicos estructurados objetivos. *BMC Medical Education*, 24(533), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05546-4>

Conflicts of Interest:

The authors declare no conflicts of interest.

Author Contributions:

The authors were responsible for all aspects of the study, including conceptualization, methodology, analysis, and writing.

Disclaimer/Publisher's Note:

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the authors and individual contributors and not of Revista San Gregorio or the editors. Revista San Gregorio and/or the editors disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.