



**Universidad del
Rosario**



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

La simulación como puente: facilitadores y barreras en la transición preclínica a clínica en la educación odontológica. Una revisión sistemática

Autor

Diego Andrés Ramírez Forero

Director

Dr. John Alexander Vergel Guerrero

Magíster en educación para profesionales de la salud

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud – Facultad de Medicina

Maestría en educación para profesionales de la salud

Universidad del Rosario – Pontificia Universidad Javeriana

Bogotá - Colombia

2023

Tabla de contenido

1	<i>Resumen</i>	3
2	<i>Introducción</i>	5
3	<i>Marco teórico</i>	7
4	<i>Metodología</i>	10
4.1	Diseño.....	10
4.2	Estrategia de búsqueda	10
4.3	Criterios de inclusión, exclusión y elegibilidad.....	11
4.4	Riesgo de sesgo y evaluación de calidad.....	11
4.5	Extracción de datos.....	11
5	<i>Resultados</i>	12
6	<i>Discusión</i>	23
7	<i>Conclusiones</i>	29
8	<i>Conflicto de interés</i>	30
9	<i>Referencias</i>	30

Índice de Tablas y Figuras

<i>Tabla 1 Estrategia PICO</i>	12
<i>Figura 1 Diagrama de flujo de selección de estudios</i>	14
<i>Figura 2 Calidad de los estudios de Cohorte</i>	15
<i>Figura 3 Calidad de los estudios clínicos aleatorizados</i>	16
<i>Tabla 2 Características de los estudios</i>	17

Resumen

Introducción: La transición de la formación preclínica a la clínica es un desafío para los estudiantes de odontología, a menudo marcada por la ansiedad y la falta de confianza en la aplicación de conocimientos teóricos y habilidades prácticas. No es completamente claro cómo la simulación ayuda a los estudiantes en esta transición.

Objetivo: Identificar barreras y facilitadores en el aprendizaje basado en simulación durante la transición de la educación preclínica a la práctica real en odontología.

Métodos: Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando bases de datos como PUBMED, LILACS, COCHRANE LIBRARY, REDALYC, SCIELO y BVS hasta julio de 2023, aplicando conectores booleanos. Se incluyeron estudios en estudiantes de odontología que participaron en simulaciones de distintas complejidades y realidad virtual, excluyendo opiniones de expertos, experimentos en animales, in vitro y estudios no asistenciales. La calidad y el riesgo de sesgo se evaluaron utilizando herramientas del Cochrane y el Joanna Briggs Institute.

Resultados: De 6016 registros, se seleccionaron 38 artículos, abarcando 2943 estudiantes. Predominaron estudios de cohorte y ensayos clínicos aleatorizados, enfocándose en la eficacia de simulaciones de diferentes fidelidades. Los estudios de cohorte fueron metodológicamente sólidos, aunque con limitaciones en seguimiento y factores de confusión. Los ensayos clínicos mostraron variabilidad en el riesgo de sesgo. Se destacó el uso de simuladores para enseñar competencias esenciales, enfrentando barreras como limitaciones cognitivas y manuales de los estudiantes y restricciones técnicas. Como facilitadores, las simulaciones mejoraron la comprensión teórica, habilidades prácticas y la confianza.

Conclusiones: El aprendizaje basado en simulación es esencial en la educación odontológica, ayudando en la transición a la práctica clínica a pesar de ciertas barreras. Su implementación adecuada y mejora continua podrían aumentar significativamente la preparación de los estudiantes para la práctica clínica.

Palabras Clave: Estudiantes de Odontología, entrenamiento simulado, prácticas clínicas, proceso de aprendizaje.

Abstract

Introduction: The transition from preclinical to clinical training is a challenge for dental students, often marked by anxiety and a lack of confidence in applying theoretical knowledge and practical skills. It is not entirely clear how simulation aids students in this transition.

Aim: To identify barriers and facilitators in simulation-based learning during the transition from preclinical education to real clinical practice in dentistry.

Methods: A systematic literature review was conducted using databases such as PUBMED, LILACS, COCHRANE LIBRARY, REDALYC, SCIELO, and BVS until July 2023, applying Boolean connectors. Studies involving dental students who participated in simulations of various complexities and virtual reality were included, excluding expert opinions, animal experiments, in vitro studies, and non-clinical studies. Quality and risk of bias were assessed using tools from the Cochrane and Joanna Briggs Institute.

Results: From 6016 records, 38 articles were selected, covering 2943 students. Cohort studies and randomized clinical trials predominated, focusing on the efficacy of simulations of different fidelities. Cohort studies were methodologically solid, though with limitations in follow-up and confounding factors. Clinical trials showed variability in bias risk. The use

of simulators to teach essential competencies was highlighted, facing barriers such as cognitive and manual limitations of the students and technical restrictions. As facilitators, simulations improved theoretical understanding, practical skills, and confidence.

Conclusions: Simulation-based learning is essential in dental education, aiding the transition to clinical practice despite certain barriers. Its proper implementation and continuous improvement could significantly enhance student preparation for clinical practice.

Keywords: Dental Students, Simulated Training, Clinical Practices, Learning Process.

1 Introducción

La formación del profesional en odontología combina un aprendizaje teórico en el ciclo preclínico con actividades prácticas supervisadas en el periodo clínico. En esta fase clínica, se pone énfasis en la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes mediante prácticas con pacientes reales, siendo crucial para su futuro desempeño laboral (Nguyen et al., 2017). Sin embargo, la transición de la etapa preclínica a la clínica presenta desafíos.

Los estudiantes suelen enfrentar situaciones con pacientes con necesidades variadas que contrastan con su experiencia preclínica. A menudo, esto provoca que no se sientan preparados (Curtis et al., 2007; Nunez et al., 2012; Velayo et al., 2014), experimenten ansiedad, estrés (Naidu et al., 2002; Radcliffe & Lester, 2003; Dahan & Bedos, 2010), y enfrenten problemas de adaptación, socialización profesional y colaboración interprofesional al momento de enfrentarse a la práctica clínica, entre otros.

Estudios recientes corroboran estos desafíos. García-Huidobro y colaboradores (2022) señalan conflictos en la transición de los cursos preclínicos a las prácticas clínicas, relacionados con la alta demanda y organización que la carrera exige. Malau-Aduli y

colaboradores (2022) resaltan la necesidad de fortalecer la resiliencia y positividad en los estudiantes para superar los desafíos educativos y sociales de esta transición. A pesar de la importancia de la formación práctica, el acceso a contextos clínicos reales se ha limitado por motivos de seguridad del paciente (Bravo Zúñiga et al., 2018).

Frente a esto, el aprendizaje basado en simulación emerge como una solución. Esta modalidad recrea situaciones clínicas en un entorno seguro, preparando al estudiante para enfrentar la práctica real (Durham & Alden, 2008; Norman, 2012; Sanford, 2014). Se ha implementado con éxito en medicina (Kneebone et al., 2002; Rehder et al., 2016; ASGE Technology Committee et al., 2019) y en otras áreas como enfermería y fisioterapia, mejorando habilidades, confianza y reduciendo la ansiedad (Norman, 2012; Mori et al., 2015; M. A. Vincent et al., 2015). En odontología, la simulación ha demostrado ser efectiva para adquirir conocimientos y reducir la ansiedad (Hobo et al., 2017a; Miyoshi et al., 2017; Lone et al., 2019).

A pesar de que la literatura ha documentado que la simulación favorece el aprendizaje de ciertos procedimientos y habilidades en odontología, no se tiene claro el rol que tiene el aprendizaje basado en simulación para un consenso sobre las utilidades del aprendizaje basado en simulación en la transición de ciclo preclínico al clínico en la formación de estudiantes de odontología. Esta investigación se planteó como objetivo analizar las barreras y facilitadores del aprendizaje basado en simulación en la transición entre la preclínica y la práctica con pacientes reales en la educación profesional en odontología.

2 Marco teórico

La teoría de la transición psicológica, aplicada a la odontología, es un marco conceptual utilizado para comprender y analizar los procesos de cambio y adaptación que los profesionales de este campo experimentan a lo largo de su carrera. Esta teoría se enfoca en momentos de transición significativos en la vida profesional, como el comienzo de la práctica clínica, y examina cómo estos cambios impactan en la identidad profesional, las relaciones laborales, el bienestar emocional y la competencia clínica. Se busca entender cómo los estudiantes se adaptan a nuevas responsabilidades, desafíos y demandas, y cómo estos procesos de transición pueden afectar su bienestar y desempeño en el entorno clínico (Malau-Aduli et al., 2020).

Los períodos de transición son eventos significativos para el desarrollo personal y profesional de los estudiantes, quienes inicialmente desarrollan habilidades y competencias en entornos preclínicos de simulación antes de enfrentar un contexto real en la clínica. La transición se describe como un proceso en el que el estudiante desarrolla respuestas conductuales a un nuevo entorno de experiencias, asociado con diferentes tipos de emociones y estados de ánimo, que pueden generar estrés (Atherley et al., 2016).

Según Malau-Adili et al., (2020), "La exploración de la experiencia de transición de los estudiantes de preclínica a clínica, basada en esta teoría, se centra en la evaluación cognitiva positiva desde una perspectiva de desarrollo. Este enfoque busca identificar oportunidades de crecimiento para los estudiantes a medida que responden a los desafíos de la transición. Esto podría ayudar en la evaluación y garantía de calidad de los programas de formación, incluyendo la identificación y mejora de los desafíos que enfrentan los estudiantes durante esta fase de estudio, facilitando así una transición más fluida" (p. 2).

Según la adaptación de la teoría de socialización organizacional (TSO), realizada por Atherley et al. (2016) para aplicarla al contexto de la transición en la educación médica. La TSO identifica tres etapas clave en el desarrollo de conocimientos, habilidades y comportamientos necesarios para el éxito en un nuevo entorno laboral. La primera fase enfatiza cualidades de los recién llegados que contribuyen a un desempeño exitoso, como la motivación, resaltando la importancia de comportamientos como la búsqueda de información y la retroalimentación para facilitar la transición. Esta fase también integra esfuerzos de socialización organizacional, como la orientación formal y la creación de expectativas realistas para los recién llegados. La segunda fase se centra en factores adaptativos clave, como la autoeficacia, la claridad de roles y la comprensión de la estructura organizativa, que determinan en gran medida la capacidad de adaptación del recién llegado a su nuevo rol. La tercera fase describe los resultados experimentados por el recién llegado, como la rotación, la satisfacción laboral, el rendimiento y el compromiso laboral, como consecuencia de los factores acumulativos presentes en las fases anteriores.

Esto se refleja en el proceso de formación de los alumnos, quienes enfrentan la transformación de sus roles e identidades profesionales al ingresar a un nuevo contexto clínico, que implica mayores responsabilidades y oportunidades de aprendizaje experiencial. Este proceso es motivador, pero a la vez genera estrés y ansiedad, al enfrentar la socialización interprofesional, la carga laboral, el contacto con el paciente y la aplicación de conocimientos y habilidades en proceso de mejora (Monrouxe et al., 2017; Malau-Aduli et al., 2020).

La transición en la educación universitaria en la formación clínica está implícita en los planes de estudio, los cuales evidencian los períodos preclínicos previamente

enfrentados por los estudiantes. Estos pueden presentar vacíos en la preparación adecuada para afrontar los retos en la práctica real. La literatura reciente ha revelado una serie de desafíos emocionales que los estudiantes enfrentan al ingresar a espacios clínicos, mostrando niveles más altos de estrés y ansiedad que pueden estar relacionados con la inhibición del aprendizaje. Se ha demostrado que los conocimientos y habilidades de la formación preclínica no predicen adecuadamente el desempeño en la transición a los años clínicos. Por lo tanto, promover conocimientos adecuados para la transición no es suficiente para apoyar a los estudiantes durante este período; se requiere desarrollar el dominio de las tareas y al mismo tiempo tener claridad en su papel profesional (Atherley et al., 2016), considerando que las experiencias negativas reportadas en la transición están relacionadas con procesos de socialización y carga laboral (Godefrooij et al., 2010).

El entorno clínico es fundamentalmente diferente del entorno académico. En los centros asistenciales, el aprendizaje incluye la rutina de trabajo, que a menudo es impredecible, por lo que los estudiantes deben adaptarse a un entorno cambiante donde inicialmente no son los principales participantes. Esto desafía su capacidad para desarrollar un sentido de pertenencia, fomentar su conocimiento e integrarse plenamente (Roberts et al., 2018). Además, surgen realidades frecuentemente contradictorias entre lo enseñado y lo que sucede en el entorno real. Esto, sumado a la aplicación de conocimientos teóricos, la actitud profesional y la colaboración interprofesional, lleva a los estudiantes a identificar brechas significativas entre lo aprendido en el aula y lo que ocurre en la práctica real (Monrouxe et al., 2017), lo que les causa desorientación y dificultades para desarrollar su propia identidad profesional.

Por tanto, es importante identificar tempranamente posibles barreras durante esta transición en el proceso de socialización y aplicación del conocimiento. La integración gradual del conocimiento clínico y fundamental, el establecimiento claro de objetivos de aprendizaje, la clarificación de roles tanto para estudiantes como para educadores, la exposición clínica en los años preclínicos, el desarrollo de programas de tutoría clínica y apoyo cercano a pares, y la creación de programas de acompañamiento en la transición son aspectos cruciales (Malau-Aduli et al., 2020).

3 Metodología

3.1 *Diseño*

Esta revisión sistemática de la literatura se realizó de acuerdo con los lineamientos exigidos para las revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA 2020) para asegurar su rigor (Page et al., 2021).

3.2 *Estrategia de búsqueda*

Se hicieron búsquedas en PUBMED, COCHRANE LIBRARY, REDALYC, LILACS, SCIELO, BVS, para recopilar estudios publicados entre el 2013 y el 2023. Se utilizaron términos de exploración determinados desde la estrategia PICO, acrónimo en inglés para paciente, población, problema, intervención, comparación, control y resultados (ver Tabla 1). Las palabras claves podían encontrarse en cualquier parte del documento (título, resumen o texto). Posteriormente se plantearon ecuaciones de búsqueda haciendo uso de los conectores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”). La información de los artículos incluidos se registró en una hoja de cálculo en Excel®. Luego, se ordenaron las referencias de los artículos para organizar y extraer los documentos completos para su revisión.

3.3 *Criterios de inclusión, exclusión y elegibilidad*

Para los estudios que se identificaron en la revisión preliminar, se utilizaron los siguientes criterios de selección: publicaciones con metodología de series de casos, reporte de un caso, casos y controles, cohorte, ensayos clínicos aleatorizados controlados (ECCA), revisiones sistemáticas y metaanálisis. Considerando que el enfoque principal de esta revisión sistemática está dirigido a las acciones implementadas para los estudiantes de odontología, se incluyeron aquellos estudios realizados con estudiantes de pregrado y posgrados clínico de odontología, que hayan hecho uso de simulación de alta, mediana o baja complejidad en odontología o realidad virtual. Se excluyeron estudios de opiniones de expertos, experimentos en animales e in vitro, en estudiantes de odontología de posgrado que no se estén formando en el área asistencial y artículos o investigaciones que no se encuentren disponibles en su totalidad porque limitaba el análisis de la investigación.

3.4 *Riesgo de sesgo y evaluación de calidad*

La evaluación de la calidad metodológica de los ensayos clínicos se efectuó utilizando la herramienta de riesgo de sesgo de Cochrane y para estudios de cohortes, se usó las listas de verificación de la Joanna Briggs Institute (JBI) para cada tipo de estudio.

3.5 *Extracción de datos*

Los datos se extrajeron manualmente en una tabla de Microsoft Excel® con las siguientes especificaciones: Publicación (título, autor, año, lugar del estudio); metodología (diseño, tamaño de la muestra); indicadores de proceso (tipo de simulación, objetivo de aprendizaje, competencias o habilidades, barreras y facilitadores). Los resultados se describieron haciendo uso de tablas de resumen por medio de las cuales se presentarán las

características de los estudios, adicionalmente, los hallazgos fueron descritos con una orientación cualitativa, para establecer deducciones, conclusiones y tendencias a partir de los estudios examinados.

Tabla 1

Estrategia PICO

Población	Intervención	Comparación	Resultados
Estudiantes de Odontología Educación en Odontología	Entrenamiento Simulado Formación mediante simulación	Prácticas Clínicas	Pensamiento Habilidades técnicas Conocimiento Proceso de aprendizaje
Students, Dental Dental Students Education, Dental	Simulation training Interactive Learning	Clinical Clerkship	Thinking Thinking Skill Thought Learning processes

Fuente: Elaboración propia.

4 Resultados

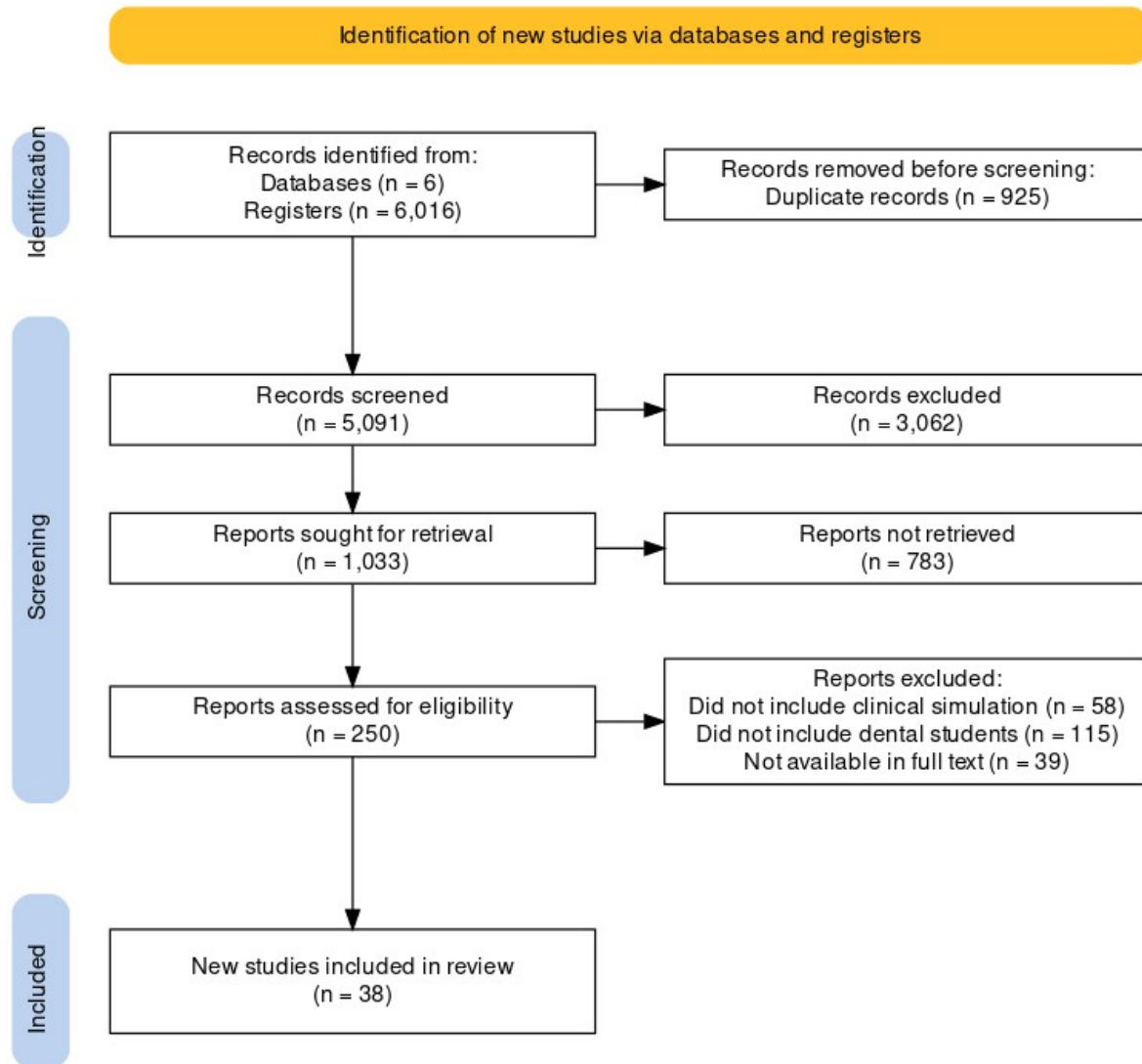
La exploración en las bases de datos proyectó un resultado total de 6016 registros. En la primera selección, se descartaron 925 documentos duplicados. A continuación, se seleccionaron aquellos enunciados que se ajustaban al tema de investigación. Para las publicaciones cuyos títulos no eran concluyentes, se procedió a la lectura del resumen. En este proceso se excluyeron 3062 registros. Luego, se descartaron las series de casos, los reportes de un caso, las opiniones de expertos, los experimentos en animales e in vitro. Posteriormente, se eliminaron 212 publicaciones que no cumplían con los demás criterios de inclusión para la investigación, quedando finalmente 38 artículos (Figura 1). Estos

cumplieron con los criterios de selección y aportaron datos para 2943 individuos en formación profesional en odontología (Tabla 2).

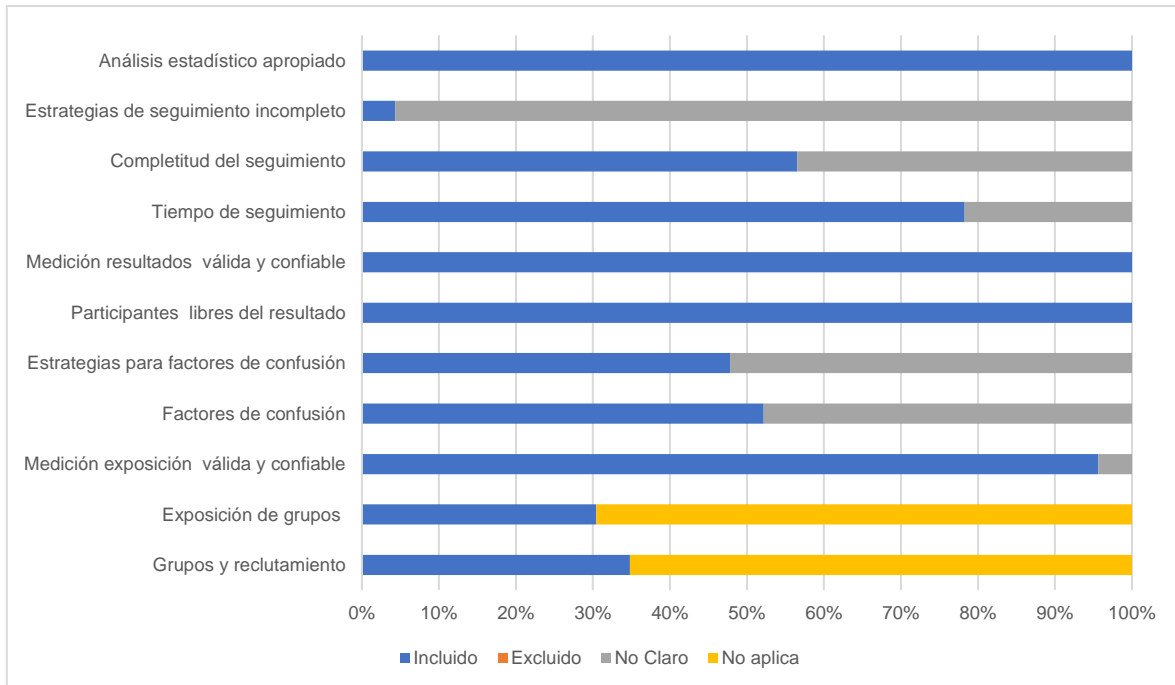
Con respecto a metodología utilizada en las investigaciones se evidencio que prevalecieron los estudios de cohorte (60,5%; n=23) seguido de los estudios clínicos aleatorizados (39.5%; n=15). La evaluación de la calidad de la literatura de los estudios de cohorte determinó que en el 100% (n=23) de las investigaciones los grupos de participantes estaban libres del resultado al momento de la exposición, se utilizó un análisis estadístico apropiado y los resultados se midieron de forma válida y fiable; mientras que, en el 95.6% (n=22) de los estudios midieron la exposición de forma válida y fiable. En el 78.2% (n=18) de este tipo de estudios informaron el tiempo de seguimiento y fue suficiente para que ocurrieran los resultados; por el contrario, el 56,2% (n=13) y el 52,1% (n=12) completaron el seguimiento y se identificaron los factores de confusión respectivamente; en el 47,8% (n=11) de las investigaciones se instauraron estrategias para hacer frente a los factores de confusión. Finalmente, solo en el 34.7% (n=8) de este tipo de estudios los grupos fueron similares y reclutados de la misma población y el 30,4% (n=7) de los casos se midieron las exposiciones de manera similar para asignar a las personas a grupos expuestos y no expuesto (Figura 2).

Figura 1

Diagrama de flujo de selección de estudios

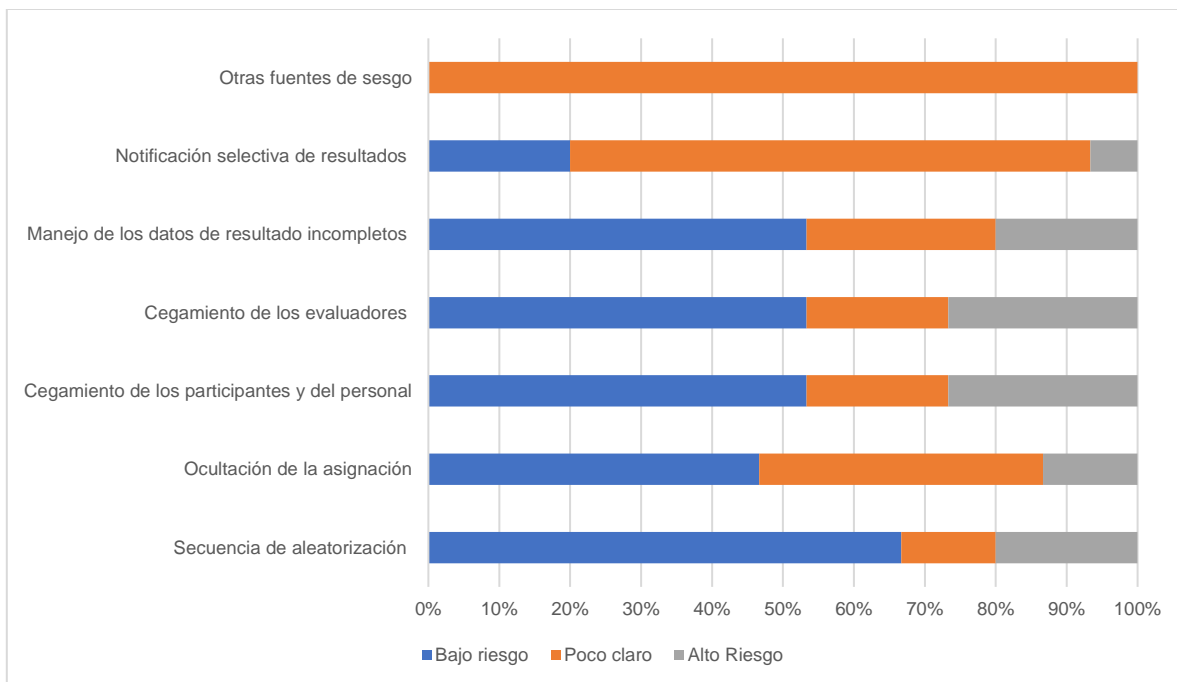


Fuente: Creado en la herramienta PRISMA2020 (Haddaway et al., 2022)

Figura 2**Calidad de los estudios de Cohorte**

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la calidad de la literatura de los estudios clínicos aleatorizados se comprobó que el 66,6% (n=10) de los estudios presentaron bajo riesgo de sesgo en la secuencia de aleatorización, así mismo, el 53,3% (n=8) tuvieron bajo riesgo de sesgo en el cegamiento de los participantes, de los evaluadores y en el manejo de los datos de resultados incompletos, en el caso de ocultación de la asignación se documentó un riesgo bajo de sesgo en el 46,6% (n=7), por el contrario, en lo que respecta a la notificación selectiva de resultados y otras fuentes de sesgo se identificó que el riesgo no fue claro con un 73,3% (n=11) y 100% (n=15) respectivamente (Figura 3).

Figura 3***Calidad de los estudios clínicos aleatorizados***

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la literatura mostró que, en el ciclo preclínico de formación de estudiantes de odontología, se utilizan simuladores de baja fidelidad (Mirrosistant y modelos dentognáticos), de fidelidad intermedia (modelos de simulación de anestesia dental (DASM) y sistemas de entrenamiento dental con maniqués de medio cuerpo) y de alta fidelidad que integran realidad virtual (VirTeaSy Implant Pro, Laerdal SimMan, Simodont Dental Trainer, sistema interactivo de estimulación de pacientes basado en robots (SIMROID), SIMtoCARE Dente) (Tabla 2). En cuanto a las competencias en la formación odontológica, los estudios documentaron que el aprendizaje basado en simulación se enfoca

en la adquisición de conocimientos, razonamiento clínico, destrezas prácticas y habilidades motoras para la evaluación de la cavidad oral, inducción de anestesia, manejo del espejo, prostodoncia, tratamiento de conductos, extracciones y cirugías dentales, y colocación de implantes. Asimismo, se incluye la adquisición de competencias de comunicación con el paciente para explicar planes de tratamiento, procedimientos específicos y riesgos asociados, así como habilidades conductuales tales como el trabajo en equipo, la confianza y la toma de decisiones clínicas.

Tabla 2

Características de los estudios

N°	Autores	Título	Año	País	Muestra	Tipo de estudio	Fidelidad
1	Reyes-Acuca et al.	Learning of the mental nerve block technique with dental anaesthesia simulation models builds motor skills and confidence in dental students	2020	México	n= 44	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia
2	Chu et al.	Mirror training device improves dental students' performance on virtual simulation dental training system	2023	China	n= 72	Estudio Clínico Aleatorizado	Baja y alta
3	Petre et al.	Modular Digital and 3D-Printed Dental Models with Applicability in Dental Education	2023	Rumania	n= 205	Estudio de cohorte	Alta
4	Yoshida et al.	Osteotomy training for dental students using three-dimensional simulation software and maxillofacial three-dimensional-printed models	2022	Japón	n= 24	Estudio de cohorte	Baja y alta
5	Fernández-Sagredo et al.	Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional	2020	Chile	n= 127	Estudio de cohorte	Alta

6	López-Cabrera et al.	Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students	2017	México	n= 20	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia
7	Prasad et al.	Predoctoral Dental Students' Perceptions of Dental Implant Training: Effect of Preclinical Simulation and Clinical Experience	2017	Estados Unidos	n= 128	Estudio Clínico Aleatorizado	Alta
8	Pang et al.	Preliminary User Evaluation of a New Dental Technology Virtual Simulation System: Development and Validation Study	2022	China	n= 36	Estudio de cohorte	Alta
9	Lukas et al.	Prep-Along Facilitated Posterior Crown Preparation in the Preclinical Dental Setting: A Multimedia Approach	2019	Estados Unidos	n= 285	Estudio de cohorte	Baja
10	Newby et al.	Simulation of medical emergencies in dental practice: development and evaluation of an undergraduate training programme: Simulation of medical emergencies	2010	Australia	n= 52	Estudio de cohorte	Alta
11	Diaz-Vilela et al.	Student perception of early simulation in dentistry	2021	Perú	n= 121	Estudio de cohorte	Baja
12	Ren et al.	Survey of student attitudes towards digital simulation technologies at a dental school in China	2017	China	n= 389	Estudio de cohorte	Alta
13	De Boer et al.	The Effect of Variations in Force Feedback in a Virtual Reality Environment on the Performance and Satisfaction of Dental Students	2019	Países Bajos	n= 126	Estudio de cohorte	Alta
14	Reymus et al.	3D-printed model for hands-on training in dental traumatology	2018	Alemania	n= 32	Estudio de cohorte	Alta
15	Koo et al.	An initial assessment of haptics in preclinical operative dentistry training	2015	EEUU	n= 34	Estudio de cohorte	Alta

16	Codeço et al.	Assessing clinical simulation as a learning tool when training motivation skills in Periodontology— Students' perceptions	2020	Portugal	n= 51	Estudio de cohorte	Baja y alta
17	Vincent et al.	Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry	2020	Francia	n= 88	Estudio Clínico Aleatorizado	Alta
18	Seki et al.	Dental Hygiene Learning Outcomes Obtained Through Computer-Assisted Simulation Modules	2020	Japón	n= 29	Estudio de cohorte	Intermedia
19	Zafar et al.	Dental trauma simulation training using a novel 3D printed tooth model	2020	Australia	n= 73	Estudio de cohorte	Baja y alta
20	Cesare et al.	Desenvolvimento e avaliação do uso de um objeto virtual de aprendizagem com simulação virtual sobre alginato	2022	Brasil	n= 64	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia
21	Abe et al.	Educational effects using a robot patient simulation system for development of clinical attitude	2018	Japón	n= 10	Estudio de cohorte	Intermedia y alta
22	Lemaster et al.	Effect of a Simulation Exercise on Restorative Identification Skills of First Year Dental Hygiene Students	2016	Estados Unidos	n= 48	Estudio Clínico Aleatorizado	Baja
23	Wenzel et al.	Effect of computer-assisted-learning and simulation clinics on dental students' cognitive and performance skills: panoramic image errors related to patient's head position	2020	Dinamarca	n= 70	Estudio Clínico Aleatorizado	Baja
24	Mitchell et al.	Effect on Dental Hygiene Students of a Substance Use Simulation Conducted with Nursing Students	2018	Estados Unidos	n= 67	Estudio de cohorte	Baja
25	Philip et al.	Effectiveness and Student Perceptions of Haptic Virtual Reality Simulation Training as an Instructional Tool in Pre-Clinical Paediatric Dentistry: A Pilot	2023	Qatar	n= 14	Estudio Clínico Aleatorizado	Alta

Pedagogical Study							
26	Hobo et al.	Effects of an interactive simulation material for clinical dentistry on knowledge acquisition and memory retention in dental residents	2017	Tokio	n= 64	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia
27	Lin et al.	Evaluation of a digital game for teaching behavioral aspects of clinical communication in dentistry	2023	China	n= 70	Estudio de cohorte	Alta
28	Zhan et al.	Evaluation of a dynamic navigation system for training students in dental implant placement	2021	China	n= 6	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia
29	Seki et al.	Evaluation of simulation learning materials use to fill the gap in Japanese dental English education	2016	Tokio	n= 19	Estudio de cohorte	Intermedia
30	Roy et al..	High-fidelity simulation in training dental students for medical life-threatening emergency	2018	Francia	n= 42	Estudio de cohorte	Alta
31	Bilich et al.	High-Fidelity Simulation: Preparing Dental Hygiene Students for Managing Medical Emergencies	2015	Estados Unidos	n= 46	Estudio de cohorte	Alta
32	Collaço et al.	Immersion and haptic feedback impacts on dental anesthesia technical skills virtual reality training	2021	Francia	n= 163	Estudio Clínico Aleatorizado	Alta
33	Urbankova A.	Impact of Computerized Dental Simulation Training on Preclinical Operative Dentistry Examination Scores	2010	Estados Unidos	n= 79	Estudio Clínico Aleatorizado	Alta
34	Patel et al.	Impact of simulated patients on students' self-assessment of competency in practice of geriatric dentistry	2020	Estados Unidos	n= 64	Estudio de cohorte	Intermedia
35	Merino-Parra et al.	Impact of Two Distinct Dental Anesthesia Simulation Models on the Perception of Learning by Students	2020	Estados Unidos	n= 36	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia
36	Weiner et al.	Implementation of a Web-Based Patient	2016	Estados Unidos	n= 67	Estudio de cohorte	Baja

37	Tang et al.	Simulation Program to Teach Dental Students in Oral Surgery Improving the quality of preclinical simulation training for dental students using a new digital real-time evaluation system	2021	China	n= 73	Estudio Clínico Aleatorizado	Intermedia y alta
38	Rhienmora et al.	Intelligent dental training simulator with objective skill assessment and feedback	2011	Tailandia	n= 5	Estudio de cohorte	Intermedia

Fuente:

Elaboración

propia

En cuanto a las barreras que el aprendizaje basado en simulación impone a los estudiantes de odontología durante su ciclo preclínico de formación, la literatura documenta aspectos cognitivos como el desconocimiento sobre el manejo de los instrumentos, los procedimientos y técnicas quirúrgicas, así como dificultades en el manejo de simuladores y entornos digitales en inglés, y variaciones en las habilidades manuales entre los estudiantes.

Los factores relacionados con los simuladores o dispositivos incluyen limitaciones para simular las características reales de las piezas o cavidades orales, dado que la dureza de los materiales difiere de la realidad. Además, algunos simuladores se restringen a ciertas posiciones o escenarios, omitiendo aquellos que están presentes en la práctica clínica real. Por ejemplo, el Mirrosistant solo tiene dos ángulos de reflexión (vertical y de orientación), siendo incapaz de simular otros ángulos presentes en procedimientos clínicos. En casos donde se utiliza realidad virtual, se identificó que problemas de orientación espacial en 3D dificultan el desarrollo de habilidades psicomotoras en los estudiantes. Además, se observaron aspectos conductuales como el aumento de estrés, ansiedad y presión al enfrentar evaluaciones en escenarios simulados, y la limitación de la interacción directa con pacientes en estos entornos controlados.

Por otro lado, la literatura informa que el aprendizaje basado en simulación es un facilitador para la comprensión de la fisiología del dolor, la farmacología, la instrumentación de anestesia dental, la gestión de emergencias y procedimientos como técnicas quirúrgicas y la colocación de implantes. También contribuye a la destreza manual y a las habilidades prácticas relacionadas con la percepción de dirección, distancia y punto de apoyo dental, así como a la identificación y registro de las condiciones dentales.

Además, permite a los estudiantes aclarar dudas teóricas y sobre destrezas, favoreciendo la adquisición de experiencia y confianza, y les permite conocer sus sentimientos, como por ejemplo en un escenario quirúrgico dental, donde el estudiante percibe sus sensaciones durante la operación dental y su grado de entrenamiento. La simulación clínica digital beneficia a los educadores al permitirles desarrollar módulos de aprendizaje interactivos sin necesidad de experiencia en tecnología.

5 Discusión

A pesar de que los estudios existentes han señalado los beneficios de la simulación en la enseñanza de odontología, existe una falta evidente de acuerdo en cuanto al papel que desempeña la simulación durante la transición crucial del ciclo preclínico al clínico. Esta falta de consenso en la investigación destaca la necesidad urgente de comprender cómo la simulación puede favorecer o dificultar dicha transición. Para abordar esta brecha en la literatura, la presente revisión sistemática se centró en identificar las barreras y facilitadores del aprendizaje basado en simulación en el paso de la formación preclínica a la práctica clínica real con pacientes en la educación en odontología.

En esta revisión de literatura se ha constatado que la simulación clínica desempeña un papel fundamental en la fase preclínica de la formación de estudiantes de odontología. Este hallazgo concuerda con las afirmaciones de Al-Elq (2010), quien sostiene que proporcionar aprendizaje experiencial mediante escenarios que replican la realidad clínica, utilizando simuladores de distintos niveles, facilita el aprendizaje de conocimientos necesarios para llevar a cabo planes de tratamiento y adquirir habilidades motoras, de comunicación y conductuales.

Esta práctica de competencias estandarizadas preclínicas en simuladores ha demostrado ser beneficiosa para que la transición preclínica-clínica fluya de mejor manera, ya que diversos tipos de simulación contribuyen significativamente a mejorar la competencia clínica y preparan a los estudiantes para afrontar con confianza y destreza los desafíos clínicos con pacientes reales.

No obstante, en esta revisión también se encontraron algunas barreras para aprender competencias clínicas usando simuladores en la fase preclínica de la formación. Por ejemplo, problemas relacionados con habilidades psicomotoras y conductuales, como altos niveles de estrés y ansiedad. Asimismo, se señalaron limitaciones de los simuladores para representar a pacientes reales porque no lograban reproducir fielmente algunas características dentales, como la dureza. Estas falencias de los simuladores han sido identificadas también por otros autores, como Haji et al. (2021), quienes observaron que, durante el periodo preclínico, los estudiantes presentaban carencias teóricas en cuanto a uso de instrumentos y aplicación de procedimientos clínicos.

Es relevante resaltar, desde una perspectiva positiva, el impacto de la simulación en la transición de los estudiantes de odontología de la fase preclínica a la clínica. Diversos autores, como Lemaster et al. (2016), Weiner et al. (2016), Mitchell et al. (2018), Lukas et al. (2019), Wenzel et al. (2020), y Díaz-Vilela et al. (2021), han empleado distintos enfoques de simulación durante la etapa preclínica. Estas estrategias han permitido no solo demostrar técnicas clínicas apropiadas, sino también evaluar y tomar decisiones relacionadas con diagnóstico, pronóstico y tratamiento. Esta metodología ha posibilitado a los estudiantes analizar su experiencia de manera reflexiva y reconocer posibles errores cometidos en un entorno controlado antes de ingresar a la práctica clínica real.

Autores como Rhienmora et al. (2011), Seki et al. (2016), López-Cabrera et al. (2017), Hobo et al. (2017b), Merino-Parra Dds et al. (2019), Reyes-Acuca et al. (2020), Seki et al. (2020), Zhan et al., Patel et al. (2020, 2021), Cesare et al. (2022) respaldan los hallazgos documentados en esta revisión al destacar la importancia de la implementación de diversos tipos de fidelidad en la simulación durante la fase preclínica. Esta estrategia tiene como objetivo acercar al estudiante a una experiencia más realista, perfeccionar habilidades psicomotoras para mejorar destrezas clínicas en procedimientos básicos de odontología, proporcionar práctica con módulos interactivos de conversación con pacientes simulados para mejorar las habilidades de comunicación, y fortalecer la confianza y la toma de decisiones.

Conversando con otros autores como Abe et al. (2018), Zafar et al. (2020), Tang et al. (2021), Yoshida et al. (2022), Chu et al. (2023) resaltan como esta estrategia en la fase preclínica permite obtener habilidades motrices fundamentales. Estas incluyen la destreza en la operación del espejo, el entrenamiento en el tratamiento de conductos, el manejo de trauma dentoalveolar, cirugías orales, extracciones dentales complejas, así como el manejo eficiente del tiempo y la percepción de dirección, distancia, operación y puntos de apoyo dental, resaltando la importancia de comprender la percepción y adaptación de los estudiantes a estas tecnologías, indicando un interés compartido en la mejora continua de la calidad educativa y la excelencia clínica en odontología, garantizando una formación práctica en la preclínica de alta calidad, y también, contribuyendo al constante mejoramiento de la atención al paciente por parte de los profesionales en la fase clínica.

En la fase preclínica una de las estrategias que permitió al estudiante comprender el contexto de la interacción clínica odontólogo-paciente fue la combinación de maniqués de cuerpo completo o parcial con computadoras para llevar a cabo intervenciones que controlan las respuestas fisiológicas, permitiendo aumentar la motivación y autoeficacia para aprender aspectos de comportamiento en la comunicación clínica (diagnóstico, explicaciones sobre el tratamiento, un procedimiento quirúrgico y sus riesgos) mediante la profundización en el conocimiento, la optimización de habilidades prácticas quirúrgicas, atención de urgencias, prostodoncia, sitios de punción de agujas en anestesia, evaluación y manipulación de las paredes de la cavidad oral, preparación de dientes y manipulación de estructuras anatómicas específicas por medio de la visualización de detalles en 3D que ofrecen este tipo de simuladores, tal como lo plantean Newby et al. (2010), Urbankova (2010), Bilich et al. (2015), Koo et al. (2015), Prasad & Bansal (2017), Ren et al. (2017), Reymus et al. (2018), Roy et al. (2018), De Boer et al. (2019), Fernández-Sagredo et al. (2020), Vincent et al. (2020), Collaço et al. (2021), Pang et al. (2022), Petre et al. (2023), Philip et al. (2023), Lin & Yang (2023), demostrando que los estudiantes a través de este tipo de estrategias percibieron adquirir mayor experiencia, que facilitaba el autoaprendizaje, mejoraba su confianza y desarrollaba habilidades conductuales asociadas al trabajo en equipo.

Lo descrito anteriormente concuerda con los resultados de esta revisión, donde se destaca que la integración de la realidad virtual, la retroalimentación interactiva y la enseñanza mediada por la tecnología son aspectos cruciales del proceso de enseñanza-

aprendizaje en las prácticas de simulación en odontología. Esta tendencia refleja el creciente interés en implementar herramientas tecnológicas avanzadas en la educación odontológica, con el objetivo de elevar la calidad de la atención sanitaria y mejorar el desempeño profesional de los futuros odontólogos.

Lo anteriormente expuesto confirma los significativos beneficios que conlleva la integración de los diferentes tipos de fidelidad en simulación durante la fase preclínica, contribuyendo así al aprendizaje efectivo de los estudiantes previo a la transición a la fase clínica. Sin embargo, aunque los simuladores ofrecen numerosos beneficios, es esencial considerar que también poseen desventajas. Por lo tanto, su efectividad puede variar, ya que, mientras pueden facilitar una transición menos traumática de la fase preclínica a la clínica para algunos estudiantes, para otros podría resultar lo contrario. Esta variabilidad parece depender de la fidelidad del simulador y de la manera en que se utilice, lo que influye en la capacidad del estudiante para adquirir las competencias clínicas necesarias para un desempeño exitoso en la fase clínica.

Como señala Codeço et al. (2020), se presentan desafíos que incluyen la falta de conocimiento de los estudiantes sobre las técnicas, su nivel de destreza en el manejo de simuladores de alta fidelidad, las limitaciones inherentes a los simuladores de baja fidelidad y las barreras lingüísticas de algunos estudiantes para comprender el idioma inglés. Estas deficiencias resaltan la necesidad de abordar aspectos específicos relacionadas con los retos del manejo de cada simulador con el fin de maximizar los beneficios de esta estrategia en el ámbito de la educación en odontología.

En cuanto a las limitaciones de este estudio, existió la posibilidad de omitir artículos pertinentes a pesar de haber realizado una búsqueda exhaustiva en varias fuentes. Además, la inclusión de estudios con diversas metodologías y que abordan distintas preguntas de investigación dificultó la comparación de sus resultados. Por otra parte, en la búsqueda no se encontró estudios específicos del tema tratado en Colombia, siendo probable que la conclusión de este ejercicio investigativo no sea completamente transferible a los pregrados de odontología en Colombia, por esta razón, este estudio, abre la posibilidad de plantear investigaciones en Colombia enfocadas en cómo el uso de los simuladores en la fase preclínica influye en la transición a la fase clínica de los estudiantes, complementándose con nuevas líneas de investigación asociadas con la aplicación de diferentes metodologías investigativas que permitan conocer experiencias reales en las facultades de odontología de Colombia, sobre la percepción y experiencias de transición de la fase preclínica-clínica de los estudiantes.

Este primer ejercicio investigativo juega un papel crucial al abordar y resolver problemáticas inherentes al campo educativo y práctico de la transición de la preclínica a la clínica en estudiantes de odontología. Al analizar de manera exhaustiva los estudios existentes, la revisión permite identificar no solo los avances y beneficios obtenidos a través de la simulación clínica, sino también las barreras y desafíos que persisten.

Esta comprensión integral de la investigación existente proporciona una sólida base para el desarrollo de estrategias efectivas destinadas a abordar las deficiencias identificadas. Entre estas deficiencias se incluyen la falta de conocimiento de los estudiantes sobre técnicas específicas, limitaciones en el manejo de simuladores de alta fidelidad y los

desafíos asociados a los simuladores de baja fidelidad. Estos factores contribuyen a que, para algunos estudiantes, el proceso de transición de la preclínica a la clínica sea más complejo y traumático, dado que carecen de confianza y no han adquirido competencias clínicas sólidas.

En última instancia, esta revisión determina que la incorporación de simuladores en la fase preclínica de un programa de odontología no garantiza automáticamente una transición sin problemas a la fase clínica para sus estudiantes. Es esencial que los programas de pregrado monitoreen de cerca cómo los simuladores están contribuyendo al logro de las competencias de los estudiantes, ya que este resultado no es uniforme y varía según el contexto de cada programa.

6 Conclusiones

El aprendizaje basado en simulación clínica de baja, intermedia y alta fidelidad aporta a la adquisición de habilidades cognitivas, motrices, de comunicación y conductuales en el ciclo preclínico de estudiante de odontología, sin embargo, existen barreras asociadas al conocimiento del estudiante, al manejo de un segundo idioma, al nivel de destreza en el manejo del simulador y al estado de estrés y ansiedad que generan estos escenarios simulados.

El uso de simuladores desempeña un papel fundamental al facilitar la transición del estudiante de la fase preclínica a la clínica, permitiéndole abordar los desafíos clínicos con mayor confianza y seguridad. No obstante, es crucial llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la pertinencia y eficacia de los simuladores en diversas actividades académicas dentro de la fase preclínica. De esta evaluación depende la capacidad del estudiante para adquirir habilidades y destrezas, al tiempo que se reduce su nivel de estrés y

ansiedad. Este enfoque contribuye a garantizar la ejecución de tratamientos óptimos y seguros para los pacientes en la fase clínica.

7 Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

8 Referencias

- Abe, S., Noguchi, N., Matsuka, Y., Shinohara, C., Kimura, T., Oka, K., Okura, K., Rodis, O. M. M., & Kawano, F. (2018). Educational effects using a robot patient simulation system for development of clinical attitude. *European Journal of Dental Education*, 22(3), e327-e336. <https://doi.org/10.1111/eje.12298>
- Al-Elq, A. H. (2010). Simulation-based medical teaching and learning. *Journal of Family and Community Medicine*, 17(1), 35-40. <https://doi.org/10.4103/1319-1683.68787>
- ASGE Technology Committee, Goodman, A. J., Melson, J., Aslanian, H. R., Bhutani, M. S., Krishnan, K., Lichtenstein, D. R., Navaneethan, U., Pannala, R., Parsi, M. A., Schulman, A. R., Sethi, A., Sullivan, S. A., Thosani, N., Trikudanathan, G., Trindade, A. J., Watson, R. R., & Maple, J. T. (2019). Endoscopic simulators. *Gastrointestinal Endoscopy*, 90(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.10.037>
- Bilich, L. A., Jackson, S. C., Bray, B. S., & Willson, M. N. (2015). High-Fidelity Simulation: Preparing Dental Hygiene Students for Managing Medical Emergencies. *Journal of Dental Education*, 79(9), 1074-1081. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2015.79.9.tb06001.x>

- Bravo Zúñiga, B., González Peñafiel, A., & Valle Flores, J. A. (2018). Ambientes y diseño de escenarios en el aprendizaje basados en simulación. *Conrado*, 14(61), 184-190. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442018000100029&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Cesare, F. D., Araújo, G. S., Tubelo, R. A., Rodrigues, S. B., Leitune, V. C. B., & Collares, F. M. (2022). Desenvolvimento e avaliação do uso de um objeto virtual de aprendizagem com simulação virtual sobre alginato. *Revista da ABENO*, 22(2), 1949. <https://doi.org/10.30979/revabeno.v22i2.1949>
- Chu, F., Zheng, J., Wang, Q., Lu, X., Chen, Y., Zhong, Y., Li, Y., Shi, J., Jiang, Y., Zhang, W., Liu, L., & Sun, W. (2023). Mirror training device improves dental students' performance on virtual simulation dental training system. *BMC Medical Education*, 23(1), 315. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04300-6>
- Codeço, A., Dias Coutinho, V. R., Pereira-Lopes, O., Faria-Almeida, R., & Santos Resende, M. (2020). Assessing clinical simulation as a learning tool when training motivation skills in Periodontology—Students' perceptions. *European Journal of Dental Education*, 24(4), 644-649. <https://doi.org/10.1111/eje.12544>
- Collaço, E., Kira, E., Sallaberry, L. H., Queiroz, A. C. M., Machado, M. A. A. M., Crivello Jr, O., & Tori, R. (2021). Immersion and haptic feedback impacts on dental anesthesia technical skills virtual reality training. *Journal of Dental Education*, 85(4), 589-598. <https://doi.org/10.1002/jdd.12503>
- Curtis, D., Lind, S., Brear, S., & Finzen, F. (2007). The correlation of student performance in preclinical and clinical prosthodontic assessments. *Journal of Dental Education*, 71(3). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17389571/>

- Dahan, H., & Bedos, C. (2010). A typology of dental students according to their experience of stress: A qualitative study. *Journal of Dental Education*, 74(2). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20145064/>
- De Boer, I. R., Lagerweij, M. D., Wesselink, P. R., & Vervoorn, J. M. (2019). The Effect of Variations in Force Feedback in a Virtual Reality Environment on the Performance and Satisfaction of Dental Students. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 14(3), 169-174. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000370>
- Diaz-Vilela, A., Salazar-Reyna, C., Kinoshita-Rivas, H., Programa de Odontología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Caballero-García, S., & Coordinación de Innovación y Evaluación, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (2021). Student perception of early simulation in dentistry. *Journal of Oral Research*, 10(2), 1-9. <https://doi.org/10.17126/joralres.2021.023>
- Durham, C. F., & Alden, K. R. (2008). Enhancing Patient Safety in Nursing Education Through Patient Simulation. En R. G. Hughes (Ed.), *Patient Safety and Quality: An Evidence-Based Handbook for Nurses*. Agency for Healthcare Research and Quality (US). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2628/>
- Fernández-Sagredo, M., Barrios-Penna, C., Torres-Martínez, P., Sáez-Espinoza, R., & Fonseca-Molina, J. (2020). Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: Estudio descriptivo observacional. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 23(2), 89. <https://doi.org/10.33588/fem.232.1045>

- García-Huidobro, R., Véliz, C., Cantarutti, C., Mellado, B., García-Huidobro, R., Véliz, C., Cantarutti, C., & Mellado, B. (2022). Transición entre Cursos Preclínicos y Clínicos de Odontología: Análisis de las Dificultades y Recomendaciones. *International journal of odontostomatology*, *16*(1), 132-139. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2022000100132>
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, *18*(2), e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
- Haji, Z., Arif, A., Jamal, S., & Ghafoor, R. (2021). Augmented reality in clinical dental training and education. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, *71*(Suppl 1)(1), S42-S48.
- Hobo, K., Noritake, K., Sunaga, M., Miyoshi, T., Cao, R., Nitta, H., Kabasawa, Y., & Kinoshita, A. (2017a). Effects of an interactive simulation material for clinical dentistry on knowledge acquisition and memory retention in dental residents. *Journal of Medical and Dental Sciences*, *64*(4), 43-52. <https://doi.org/10.11480/jmds.640401>
- Hobo, K., Noritake, K., Sunaga, M., Miyoshi, T., Cao, R., Nitta, H., Kabasawa, Y., & Kinoshita, A. (2017b). Effects of an interactive simulation material for clinical dentistry on knowledge acquisition and memory retention in dental residents. *J Med Dent Sci*.

- Kneebone, R., Kidd, J., Nestel, D., Asvall, S., Paraskeva, P., & Darzi, A. (2002). An innovative model for teaching and learning clinical procedures. *Medical Education*, 36(7), 628-634. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2002.01261.x>
- Koo, S., Kim, A., Donoff, R. B., & Karimbux, N. Y. (2015). An initial assessment of haptics in preclinical operative dentistry training. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 6(1), 69-76. <https://doi.org/10.1111/jicd.12065>
- Lemaster, M., Flores, J. M., & Blacketer, M. S. (2016). Effect of a Simulation Exercise on Restorative Identification Skills of First Year Dental Hygiene Students. *Journal of Dental Hygiene: JDH*, 90(1), 46-51.
- Lin, C.-S., & Yang, C.-C. (2023). Evaluation of a digital game for teaching behavioral aspects of clinical communication in dentistry. *BMC Medical Education*, 23(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04040-7>
- Lone, M., Vagg, T., Theocharopoulos, A., Cryan, J. F., Mckenna, J. P., Downer, E. J., & Toulouse, A. (2019). Development and Assessment of a Three-Dimensional Tooth Morphology Quiz for Dental Students. *Anatomical Sciences Education*, 12(3), 284-299. <https://doi.org/10.1002/ase.1815>
- López-Cabrera, C., Hernández-Rivas, E. J., Komabayashi, T., Galindo-Reyes, E. L., Tallabs-López, D., & Cerda-Cristerna, B. I. (2017). Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students. *European Journal of Dental Education*, 21(4), e142-e147. <https://doi.org/10.1111/eje.12237>
- Lukas, R. W., Hardy, S. F., Johnson, G. M., & Brownstein, S. A. (2019). Prep-Along Facilitated Posterior Crown Preparation in the Preclinical Dental Setting: A

- Multimedia Approach. *MedEdPORTAL*, 10822.
https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.10822
- Malau-Aduli, B. S., Lee, A., Alele, F., Adu, M., Drovandi, A., & Jones, K. (2022). Preclinical to clinical transition experiences of dental students at an Australian Regional University. *European Journal of Dental Education*, 26(1), 182-196.
<https://doi.org/10.1111/eje.12687>
- Merino-Parra Dds, J., Madrazo-Meneses Dds, R. E., Komabayashi Dds, MSc, PhD, T., & Cerda-Cristerna Dds, MSc, PhD, B. I. (2019). Impact of Two Distinct Dental Anesthesia Simulation Models on the Perception of Learning by Students. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, 239-248.
<https://doi.org/10.15517/ijds.2019.38481>
- Mitchell, A. M., Riccelli, A., Boucek, L., Puskar, K. R., Hagle, H., & Lindsay, D. (2018). Effect on Dental Hygiene Students of a Substance Use Simulation Conducted with Nursing Students. *Journal of Dental Education*, 82(5), 469-474.
<https://doi.org/10.21815/JDE.018.052>
- Miyoshi, T., Hobo, K., Sunaga, M., & Kinoshita, A. (2017). Effects of an interactive simulation material for clinical dentistry on knowledge acquisition. *Journal of Medical and Dental Sciences*, 64(2-3), 35-42. <https://doi.org/10.11480/jmds.640302>
- Mori, B., Carnahan, H., & Herold, J. (2015). Use of Simulation Learning Experiences in Physical Therapy Entry-to-Practice Curricula: A Systematic Review. *Physiotherapy Canada*, 67(2), 194-202. <https://doi.org/10.3138/ptc.2014-40E>

- Naidu, R., Adams, J., Simeon, D., & Persad, S. (2002). Sources of stress and psychological disturbance among dental students in the West Indies. *Journal of Dental Education*, 66(9). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12374261/>
- Newby, J., Keast, J., & Adam, W. (2010). Simulation of medical emergencies in dental practice: Development and evaluation of an undergraduate training programme: Simulation of medical emergencies. *Australian Dental Journal*, 55(4), 399-404. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01260.x>
- Nguyen, T. M., Jones, D., Ngo, K. L., & Hayes, M. J. (2017). Developing Professionalism in Dentistry: A Systematic Review. *MedEdPublish*, 6, 85. <https://doi.org/10.15694/mep.2017.000085>
- Norman, J. (2012). Systematic review of the literature on simulation in nursing education. *The ABNF Journal: Official Journal of the Association of Black Nursing Faculty in Higher Education, Inc*, 23(2), 24-28.
- Nunez, D. W., Taleghani, M., Wathen, W. F., & Abdellatif, H. M. A. (2012). Typodont versus live patient: Predicting dental students' clinical performance. *Journal of Dental Education*, 76(4), 407-413.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Pang, M., Zhao, X., Lu, D., Dong, Y., Jiang, L., Li, J., & Ji, P. (2022). Preliminary User Evaluation of a New Dental Technology Virtual Simulation System: Development and Validation Study. *JMIR Serious Games*, *10*(3), e36079. <https://doi.org/10.2196/36079>
- Patel, S. A., Halpin, R. M., Keosayian, D. L., Streckfus, C. F., Barros, J. A., Franklin, D. R., Quock, R. L., Jeter, C. B., & Franklin, A. (2020). Impact of simulated patients on students' self-assessment of competency in practice of geriatric dentistry. *Journal of Dental Education*, *84*(8), 908-916. <https://doi.org/10.1002/jdd.12176>
- Petre, A. E., Pantea, M., Drafta, S., Imre, M., Țâncu, A. M. C., Liciu, E. M., Didilescu, A. C., & Pițuru, S. M. (2023). Modular Digital and 3D-Printed Dental Models with Applicability in Dental Education. *Medicina*, *59*(1), 116. <https://doi.org/10.3390/medicina59010116>
- Philip, N., Ali, K., Duggal, M., Daas, H., & Nazzal, H. (2023). Effectiveness and Student Perceptions of Haptic Virtual Reality Simulation Training as an Instructional Tool in Pre-Clinical Paediatric Dentistry: A Pilot Pedagogical Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(5), 4226. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054226>
- Prasad, S., & Bansal, N. (2017). Predoctoral Dental Students' Perceptions of Dental Implant Training: Effect of Preclinical Simulation and Clinical Experience. *Journal of Dental Education*, *81*(4), 395-403. <https://doi.org/10.21815/JDE.016.001>
- Radcliffe, C., & Lester, H. (2003). Perceived stress during undergraduate medical training: A qualitative study. *Medical Education*, *37*(1). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2003.01405.x>

- Rehder, R., Abd-El-Barr, M., Hooten, K., Weinstock, P., Madsen, J. R., & Cohen, A. R. (2016). The role of simulation in neurosurgery. *Child's Nervous System: ChNS: Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, *32*(1), 43-54. <https://doi.org/10.1007/s00381-015-2923-z>
- Ren, Q., Wang, Y., Zheng, Q., Ye, L., Zhou, X. D., & Zhang, L. L. (2017). Survey of student attitudes towards digital simulation technologies at a dental school in China. *European Journal of Dental Education*, *21*(3), 180-186. <https://doi.org/10.1111/eje.12198>
- Reyes-Acuca, M. J., Sánchez-Lezama, Z. S., Capistrán-Sarmiento, B., Teodoro-Isneros, A., Suárez-Franco, J. L., & Cerda-Cristerna, B. I. (2020). Learning of the mental nerve block technique with dental anaesthesia simulation models builds motor skills and confidence in dental students. *European Journal of Dental Education*, *24*(3), 491-498. <https://doi.org/10.1111/eje.12527>
- Reymus, M., Fotiadou, C., Hickel, R., & Diegritz, C. (2018). 3D-printed model for hands-on training in dental traumatology. *International Endodontic Journal*, *51*(11), 1313-1319. <https://doi.org/10.1111/iej.12947>
- Rhienmora, P., Haddawy, P., Suebnukarn, S., & Dailey, M. N. (2011). Intelligent dental training simulator with objective skill assessment and feedback. *Artificial Intelligence in Medicine*, *52*(2), 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2011.04.003>
- Roy, E., Quinsat, V. E., Bazin, O., Lesclous, P., & Lejus-Bourdeau, C. (2018). High-fidelity simulation in training dental students for medical life-threatening

- emergency. *European Journal of Dental Education*, 22(2), e261-e268.
<https://doi.org/10.1111/eje.12284>
- Sanford, P. (2014). Simulation in Nursing Education: A Review of the Research. *The Qualitative Report*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2010.1196>
- Seki, N., Moross, J., Otsuka, H., Sunaga, M., Naito, M., Kondo, K., Shinada, K., Morio, I., & Kinoshita, A. (2020). *Dental Hygiene Learning Outcomes Obtained Through Computer-Assisted Simulation Modules*. 94(1).
- Seki, N., Moross, J., Sunaga, M., Hobo, K., Miyoshi, T., Nitta, H., Kinoshita, A., & Morio, I. (2016). Evaluation of simulation learning materials use to fill the gap in Japanese dental English education. *J Med Dent Sci*.
- Tang, L., Cao, Y., Liu, Z., Qian, K., Liu, Y., Liu, Y., & Zhou, Y. (2021). Improving the quality of preclinical simulation training for dental students using a new digital real-time evaluation system. *European Journal of Dental Education*, 25(1), 100-107. <https://doi.org/10.1111/eje.12580>
- Urbankova, A. (2010). Impact of Computerized Dental Simulation Training on Preclinical Operative Dentistry Examination Scores. *Journal of Dental Education*, 74(4), 402-409. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2010.74.4.tb04885.x>
- Velayo, B., Stark, P., Eisen, S., & Kugel, G. (2014). Using dental students' preclinical performance as an indicator of clinical success. *Journal of Dental Education*, 78(6). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24882767/>
- Vincent, M. A., Sheriff, S., & Mellott, S. (2015). The efficacy of high-fidelity simulation on psychomotor clinical performance improvement of undergraduate nursing

- students. *Computers, Informatics, Nursing: CIN*, 33(2), 78-84.
<https://doi.org/10.1097/CIN.000000000000136>
- Vincent, M., Joseph, D., Amory, C., Paoli, N., Ambrosini, P., Mortier, É., & Tran, N. (2020). Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry. *Journal of Dental Education*, 84(3), 367-376.
<https://doi.org/10.21815/JDE.019.187>
- Weiner, C. K., Skålen, M., Harju-Jeanty, D., Heymann, R., Rosén, A., Fors, U., & Lund, B. (2016). Implementation of a Web-Based Patient Simulation Program to Teach Dental Students in Oral Surgery. *Journal of Dental Education*, 80(2), 133-140.
<https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2016.80.2.tb06068.x>
- Wenzel, A., Matzen, L. H., Spin-Neto, R., & Schropp, L. (2020). Effect of computer-assisted-learning and simulation clinics on dental students' cognitive and performance skills: Panoramic image errors related to patient's head position. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(7), 20200154.
<https://doi.org/10.1259/dmfr.20200154>
- Yoshida, S., Watanabe, A., Sugahara, K., Odaka, K., Katakura, A., & Takano, M. (2022). Osteotomy training for dental students using three-dimensional simulation software and maxillofacial three-dimensional-printed models. *Journal of Dental Education*, 86(5), 526-534. <https://doi.org/10.1002/jdd.12860>
- Zafar, S., Renner, M. P., & Zachar, J. J. (2020). Dental trauma simulation training using a novel 3D printed tooth model. *Dental Traumatology*, 36(6), 641-647.
<https://doi.org/10.1111/edt.12585>

Zhan, Y., Wang, M., Cheng, X., Li, Y., Shi, X., & Liu, F. (2021). Evaluation of a dynamic navigation system for training students in dental implant placement. *Journal of Dental Education*, 85(2), 120-127. <https://doi.org/10.1002/jdd.12399>