

## Efectos de entorno virtual de enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de habilidades en Ortodoncia

Effects of virtual teaching-learning environment on the development of skills in Orthodontics

Julio Ildelfonso Rosero-Mendoza<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0772-9203>

Fanny Alicia Mendoza-Rodríguez<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0009-0006-6991-4232>

Jacobo César Rosero-Mendoza<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0009-0009-6522-819X>

Víctor Euclides Briones-Morales<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-2394-4624>

<sup>1</sup> Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú.

<sup>2</sup> Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

\*Autor para la correspondencia: [jrosero@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jrosero@ucvvirtual.edu.pe)

### RESUMEN

**Introducción:** La enseñanza virtual del aprendizaje implica que docentes y estudiantes participen e interactúen en un entorno virtual, el cual requiere estudios de impacto que evidencien sus ventajas y limitaciones en procesos específicos docente-educativos, como es el caso de la odontología.

**Objetivo:** Evaluar la efectividad de un programa de intervención basado en ambientes digitales de aprendizaje en el desarrollo de habilidades en la especialidad de Ortodoncia.



**Métodos:** Se estudia, mediante cuestionario (validado previamente por expertos), a una muestra de 35 estudiantes de Odontología, de la Universidad de Guayaquil. Se investigaron competencias antes y después de implementar un proceso de ambientes virtuales de enseñanza-aprendizaje por 12 semanas.

**Resultados:** El nivel de habilidades de la especialidad de Odontología mejora significativamente en el *postest* ( $p = 0,000$ ); el nivel de conocimiento teórico presentó una calificación de Bueno en el 42,85 % de la muestra como parte del *postest* ( $p = 0,000$ ); el nivel de habilidades prácticas específicas en el tratamiento odontológico obtiene una calificación de Bueno en el 40 % de la muestra ( $p = 0,000$ ); y en el nivel de comunicación y relación con el paciente la calificación de Bueno alcanzó un 57,15 % en el *postest* ( $p = 0,000$ ).

**Conclusiones:** Las competencias iniciales registradas se clasificaron como insuficientes, con mejoras significativas luego de implementado el proceso de intervención basado en entornos digitales de aprendizaje. El desempeño medio de los alumnos se incrementó en un 25 %, lo cual evidencia la efectividad del programa en el perfeccionamiento de habilidades teóricas y prácticas de ortodoncia.

**Palabras clave:** entornos virtuales; enseñanza-aprendizaje; habilidades; odontología.

## ABSTRACT

**Introduction:** Virtual teaching of learning implies that teachers and students participate and interact in a virtual environment, which requires impact studies that demonstrate its advantages and limitations in specific teaching-educational processes, as in the case of dentistry.

**Objective:** To evaluate the effectiveness of an intervention program based on digital learning environments in the development of skills in the specialty of orthodontics.

**Methods:** A sample of 35 Dentistry students from the University of Guayaquil is studied using a questionnaire (previously validated by experts). Competencies were investigated before and after implementing a process of virtual teaching-learning environments for 12-week.

**Results:** The level of skills of the dentistry specialty improves significantly in the post-test ( $p=0.000$ ); the level of theoretical knowledge presented a rating of Good in 42.85 % of the sample in the post-test ( $p=0.000$ ); the level of specific practical skills in dental treatment obtained a rating of Good in 40 % of the sample ( $p=0.000$ ); and at the level of communication and relationship with the patients, the rating of Good reached 57.15% in the post-test ( $p=0.000$ ).

**Conclusions:** The initial competencies recorded were classified as insufficient, with significant improvements after implementing the intervention process based on digital learning environments. The average performance of the students increased by 25 %,



which shows the effectiveness of the program in improving theoretical and practical orthodontic skills.

**Key words:** virtual environments; teaching-learning; skills; dentistry.

Recibido: 18/11/2024.

Aceptado: 08/02/2025.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el avance tecnológico ha influido significativamente en el campo de la educación, facilitando nuevas herramientas y metodologías en la enseñanza de diversas disciplinas.<sup>(1-3)</sup> En el ámbito de la ortodoncia, los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje (EVEA) han ganado protagonismo,<sup>(4,5)</sup> ya que permiten el desarrollo de habilidades complejas en un ambiente seguro, controlado y accesible.

Además, comprenden una variedad de aplicaciones que van desde simulaciones interactivas en 3D hasta plataformas de realidad virtual y aumentada, las cuales están diseñadas para mejorar las competencias clínicas y técnicas de los estudiantes de Ortodoncia.<sup>(6)</sup> En una especialidad donde la precisión y el conocimiento práctico son esenciales, los EVEA representan una oportunidad invaluable para superar las limitaciones de los métodos tradicionales y fomentar una formación más personalizada e inmersiva.

La Ortodoncia, como muchas otras especialidades médicas y odontológicas, requiere que los estudiantes desarrollen habilidades específicas en la manipulación de materiales, planificación de tratamientos y toma de decisiones clínicas.<sup>(7)</sup> Sin embargo, las oportunidades para la práctica en entornos clínicos pueden ser limitadas, debido a factores como la disponibilidad de pacientes y el costo de los materiales, enfatizados en países con un menor desarrollo tecnológico e inversión en los sistemas de salud públicos y privados.

En este contexto, los EVEA ofrecen a los estudiantes un espacio en el que pueden experimentar, cometer errores y aprender de ellos sin riesgos para los pacientes, además de tener la posibilidad de repetir los procedimientos tantas veces como sea necesario para perfeccionar sus habilidades.<sup>(8)</sup> Este aspecto resulta crucial en la ortodoncia, donde la precisión en la colocación de *brackets*, la manipulación de alambres y la planificación de movimientos dentales, son fundamentales para obtener resultados exitosos.<sup>(7)</sup>

La aplicación de entornos virtuales en la enseñanza de la Ortodoncia no solo se centra en la práctica técnica, sino también en el desarrollo de competencias críticas, como el análisis de casos, la resolución de problemas y la toma de decisiones.<sup>(9)</sup> Los estudios



han demostrado que los entornos de simulación permiten a los estudiantes mejorar sus habilidades cognitivas y técnicas a través de una exposición controlada a situaciones clínicas diversas,<sup>(10,11)</sup> y facilitan una transferencia efectiva de conocimientos a la práctica real, que suelen reforzarse a través de diversos métodos adicionales e integrados de enseñanza-aprendizaje, como el modelo colaborativo.<sup>(12)</sup> Además, los EVEA ofrecen la posibilidad de adaptar los contenidos y la dificultad de los ejercicios a las necesidades individuales de cada estudiante,<sup>(13)</sup> promoviendo un aprendizaje más autónomo y efectivo.

La relevancia de los EVEA en la ortodoncia se ve respaldada por la teoría del aprendizaje basado en competencias, la cual enfatiza la importancia de la práctica y la retroalimentación constante para el desarrollo de habilidades complejas.<sup>(14)</sup> En este sentido, los entornos virtuales permiten a los estudiantes recibir una retroalimentación inmediata sobre su desempeño, lo que es fundamental para el ajuste y mejora de sus técnicas.<sup>(15)</sup> En el contexto de la ortodoncia, donde los procedimientos son meticulosos y requieren alta precisión, esta retroalimentación resulta clave para el desarrollo de las competencias necesarias.<sup>(15,16)</sup>

A pesar de los beneficios que ofrecen los EVEA en la formación de habilidades ortodóncicas, su implementación también presenta desafíos importantes. La adaptación de estudiantes y docentes a estas tecnologías, la inversión necesaria en *software* y equipos, y la necesidad de diseñar simulaciones que realmente reflejen la complejidad de los casos clínicos reales, son algunos de los obstáculos que deben superarse para asegurar la efectividad de estos entornos.<sup>(10,17)</sup> Además, aunque los entornos virtuales pueden replicar con gran precisión algunos procedimientos, ciertos aspectos de la práctica clínica, como el trato directo con el paciente, la gestión del dolor y la reacción a situaciones imprevistas, pueden ser difíciles de emular en un entorno digital.

Otro desafío es la necesidad de contar con estudios que validen la efectividad de los EVEA en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza. Aunque la evidencia preliminar sugiere que los entornos virtuales pueden mejorar el aprendizaje y la retención de habilidades en ortodoncia,<sup>(10)</sup> se requieren más investigaciones que examinen la transferencia de estas habilidades a la práctica clínica real. Asimismo, es fundamental desarrollar métodos de evaluación que permitan medir el impacto de los EVEA en el desempeño clínico de los estudiantes,<sup>(18)</sup> para asegurar que las competencias adquiridas en el entorno virtual se traduzcan en un mejor rendimiento en la práctica profesional.

Dada la relevancia de los entornos virtuales en la formación de habilidades ortodóncicas y los desafíos asociados a su implementación, el presente artículo tiene como objetivo evaluar la efectividad del programa de intervención basado en los ambientes digitales de aprendizaje para el desarrollo de habilidades en la especialidad de Ortodoncia.

Los hallazgos de esta investigación tienen el potencial de guiar a las instituciones educativas y a los diseñadores de entornos virtuales en la creación de herramientas que no solo sean efectivas desde el punto de vista pedagógico, sino también prácticas y accesibles para la implementación de dichos programas.



## MÉTODOS

Se estudia una muestra de 35 estudiantes de Odontología de la Universidad de Guayaquil, con un tamaño del efecto medio ( $d = 0,5$ ), un nivel de significancia del 5 %, y un poder estadístico ( $1 - \beta$ ) de 81,95 %. Esto significa que la muestra es suficiente para detectar una diferencia significativa en este escenario con un buen nivel de confianza.

Los criterios de inclusión son: a) estudiantes de Odontología de la Universidad de Guayaquil que al menos completaron un semestre; b) poseer acceso regular a las plataformas de enseñanza virtual; c) disponibilidad a participar voluntariamente en la investigación (consentimiento informado) y a completar todos los instrumentos de recolección de datos.

La metodología de encuesta seleccionada para este estudio implicó el uso de un cuestionario estructurado, creado específicamente para medir el avance de las competencias en ortodoncia antes y después de la puesta en marcha de los ambientes virtuales de enseñanza-aprendizaje. La encuesta facilitó una evaluación objetiva y metódica del progreso de las capacidades ortodóncicas de los alumnos durante el estudio. Además, dado que es una encuesta estructurada, se normalizó la recolección de datos, lo cual garantizó la consistencia en la valoración de las habilidades previo y posterior a la intervención en ambientes virtuales.

Para avalar la legitimidad y confiabilidad del cuestionario, se utilizaron diversas tácticas. Primero, el cuestionario fue evaluado por expertos en ortodoncia y servicios de educación virtual, para valorar su contenido y garantizar que las preguntas fueran pertinentes y apropiadas a fin de evaluar las capacidades ortodóncicas en ambientes virtuales. Estos especialistas evaluaron las preguntas y propusieron mejoras y modificaciones según se requiriera. La evaluación del criterio de los expertos se realizó utilizando el índice V de Aiken, logrando un valor de 0,94 puntos, lo que señaló un elevado nivel de concordancia y pertinencia de los elementos presentados en los cuestionarios: variable entornos digitales de interaprendizaje y 1,00 para la variable de habilidades en la especialidad de Ortodoncia.

Adicionalmente, se realizó una evaluación piloto con un grupo reducido de estudiantes de Ortodoncia que no pertenecían al grupo muestral escogido en el estudio, lo que facilitó la detección de potenciales dificultades en la escritura de las preguntas, la precisión de las directrices y la correcta elección de la escala de respuesta. Durante el ensayo piloto, se examinaron los datos recolectados usando el estadígrafo alfa de Cronbach para valorar la consistencia interna del cuestionario. Se consideró una alta fiabilidad si el alfa de Cronbach superaba los 0,844 puntos, garantizando que las preguntas del cuestionario fueran coherentes entre sí y evaluaran, de forma confiable, las capacidades ortodóncicas.

Las actividades de la propuesta se evidencian en los cuadros 1 y 2.



**Cuadro 1.** Actividades de intervención. Parte 1

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
Módulo de diagnóstico virtual	Simulación de la evaluación inicial de pacientes, utilizando instrumentos virtuales para pruebas ortodóncicas.	Optimizar la capacidad de diagnóstico y organización inicial a través de simulaciones clínicas.
Simulación de colocación de <i>brackets</i>	Simulador para ejercitar la instalación de <i>brackets</i> en modelos tridimensionales, con retroalimentación automática sobre exactitud.	Realizar la instalación exacta de <i>brackets</i> y modificar técnicas a través de simulaciones.
Simulación de ajuste de aparatos	Simulador para la modificación de dispositivos ortodóncicos en modelos virtuales, facilitando la experimentación con métodos de adaptación.	Fomentar capacidades para modificar dispositivos ortodóncicos y resolver problemas en un ambiente digital.
Estudio de caso virtual complejo	Casos clínicos complicados en los que los alumnos deben realizar diagnósticos y programar terapias mediante herramientas digitales.	Implementar saberes en situaciones simuladas para optimizar la toma de decisiones y la organización del tratamiento.
Foro de discusión en línea sobre casos clínicos	Foro virtual para el estudio y debate de casos clínicos, promoviendo compartir perspectivas y soluciones.	Promover trabajo conjunto y debate acerca de técnicas ortodóncicas y solución de casos clínicos.



**Cuadro 2.** Actividades de intervención. Parte 2

Actividad	Descripción	Objetivo
Webinar interactivo con especialistas	Webinars con especialistas en ortodoncia que expongan técnicas de vanguardia y respondan a las preguntas de los alumnos.	Ofrecer una actualización sobre prácticas de vanguardia y obtener comentarios directos de especialistas.
Talleres virtuales de técnicas específicas	Cursos virtuales con demostraciones y prácticas de técnicas ortodóncicas particulares, como la alineación de dientes.	Elaborar y mejorar técnicas concretas a través de práctica orientada y la retroalimentación.
Simulación de planificación del tratamiento	Ejercicios en los que los alumnos deben diseñar tratamientos ortodóncicos para situaciones simuladas, teniendo en cuenta las variables y ajustes requeridos.	Optimizar la organización y ajustes de los tratamientos, según las necesidades del paciente.
Juego de rol con pacientes virtuales	Juego de rol virtual donde los alumnos interactúan con pacientes en línea para ejercitar la comunicación y gestión de circunstancias clínicas.	Fomentar capacidades de comunicación y gestión de circunstancias clínicas mediante la interacción con pacientes en línea.
Evaluación continua y retroalimentación	Evaluaciones regulares en línea para valorar el avance de los alumnos y ofrecer comentarios instantáneos acerca de su rendimiento en tareas digitales.	Analizar el progreso de competencias en tiempo real y modificar la intervención en función del rendimiento de los alumnos.

La puesta en marcha del programa tuvo lugar durante un lapso de 12 semanas, incluido en el plan de estudios de Ortodoncia. Las actividades digitales se incorporaron gradualmente, iniciando con los módulos de diagnóstico virtual y simulación de colocación de *brackets*, luego la simulación de ajuste de aparatos y análisis de casos complicados. Los seminarios virtuales y *webinars* se organizaron cada quincena; en cambio, los foros de debate en línea se realizaron cada semana. La planificación de las tareas se diseñó para facilitar la acumulación gradual de saberes y destrezas, con evaluaciones regulares para supervisar el progreso de los alumnos.

Las herramientas empleadas en esta investigación se fundamentaron en dos encuestas Likert, creadas específicamente para valorar el progreso de las competencias en



ortodoncia, antes y después de la puesta en marcha de los entornos digitales de interaprendizaje. Estos formularios ofrecieron un conjunto de declaraciones vinculadas a distintos elementos de las habilidades ortodóncicas, y los participantes tuvieron que señalar con qué regularidad vivieron cada circunstancia, empleando una escala ordinal, que oscilaba entre siempre y nunca, la cual facilitó la captura gradual de la percepción de los participantes, y proporcionó una mayor exactitud en la valoración de su avance.

El análisis del programa se enfocó en evaluar el grado de progreso en las competencias prácticas en la especialidad de Ortodoncia, empleando una metodología cuantitativa. Se llevaron a cabo exámenes teóricos y prácticos previos y posteriores a la intervención, para evaluar el efecto en el desempeño académico y práctico. Las valoraciones comprendieron:

- Exámenes de competencias prácticas: evaluación de la exactitud y técnica en procedimientos simulados de ortodoncia.
- Exámenes teóricos: para evaluar el entendimiento de conceptos y métodos ortodóncicos.
- Análisis de estudios clínicos: evaluación del diagnóstico y organización de terapias en simulaciones de situaciones complicadas.

El cuestionario relacionado con la variable dependiente incluye 15 puntos, en tres dimensiones: conocimiento teórico de la especialidad de Ortodoncia (5 puntos), habilidades prácticas específicas en el tratamiento ortodóncico (5 puntos), y comunicación y relación con el paciente (5 puntos). Cada punto ofrece cinco opciones de respuesta: nunca (1 punto), prácticamente nunca (2 puntos), ocasionalmente (3 puntos), casi siempre (4 puntos) y siempre (5 puntos). Para determinar las escalas de evaluación, se emplearon baremos que clasifican diferentes niveles por rendimiento,<sup>(19)</sup> dispuestos en la tabla 1.



**Tabla 1.** Escalas diagnósticas

Escalas diagnósticas	
Intervalo	Nivel
Habilidades de la especialidad de Ortodoncia	
0-32	Malo
34-64	Regular
65-96	Bueno
Conocimiento teórico de la ortodoncia	
0-13	Malo
14-27	Regular
28-40	Bueno
Habilidades prácticas específicas en el tratamiento ortodóncico	
0-9	Malo
10-19	Regular
20-28	Bueno
Comunicación y relación con el paciente	
0-9	Malo
10-19	Regular
20-28	Bueno

La evaluación del contenido del instrumento se llevó a cabo bajo la evaluación de cinco especialistas, empleando la prueba del coeficiente de Holsti. Se calculó el coeficiente de V de Aiken, utilizando los datos de calificación. Se verificó la validez del constructo mediante el análisis factorial y se determinó la fiabilidad del instrumento mediante el método alfa de Cronbach.

Los datos fueron sometidos a prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), utilizando la prueba de rangos con signos de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ ) para dos muestras relacionadas, lo cual permitió establecer los efectos entre la utilización de entornos virtuales y el logro de destrezas específicas ortodóncicas en dos momentos de implementado el proceso de intervención. El índice V de Aiken se utilizó para evaluar la validez del contenido de la encuesta, y el alfa de Cronbach como índice estadístico que mide la confiabilidad o consistencia interna de un conjunto de ítems en el cuestionario.

Para la tabulación de los datos, se utilizó Microsoft Excel 2021, y el SPSS v. 25 para la correlación de los datos de interés, además de utilizarse el *software* G\*Power 3.1 en la



realización de cálculos sobre el poder estadístico y el tamaño ideal que debe poseer una muestra en estudios científicos.

## RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se determinó un coeficiente de Holsti de 0,83 (nivel aceptable que indica rigurosidad), que valoró el contenido del instrumento implementado bajo la evaluación de cinco especialistas en el área de estudio. Por otra parte, se obtuvo una alta fiabilidad en el alfa de Cronbach (0,844 puntos), lo cual garantiza que las preguntas del cuestionario fueran coherentes entre sí y evaluaran de forma confiable las capacidades ortodóncicas, mientras que el índice V de Aiken logró un valor de 0,94 puntos, que demuestra un elevado nivel de concordancia y pertinencia de los elementos presentados en los cuestionarios.

Los hallazgos descritos en la tabla 2, revelaron un avance notable en las capacidades ortodóncicas de los estudiantes posgraduados después de la intervención. En el *pretest*, únicamente el 8,57 % logró un nivel Bueno; en cambio, este porcentaje se incrementó al 65,71 % en el *posttest*. Simultáneamente, los niveles Regular y Bajo experimentaron una reducción, lo que evidencia un avance significativo en el grupo experimental. Esta información demuestra la eficacia del programa educativo para potenciar el entendimiento teórico, como la implementación práctica de las técnicas ortodóncicas.

**Tabla 2.** Niveles de habilidades en la especialidad de Ortodoncia en el grupo experimental

Criterios	Pretest		Posttest	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Bueno	3	8,57	23	65,71
Regular	22	62,86	9	25,71
Bajo	10	28,57	3	8,58
Total	35	100	35	100

El estudio de los hallazgos de la tabla 3 revela que, previo a la intervención, la mayoría de los posgradistas tenía un nivel de conocimiento teórico de ortodoncia Regular (57,14 %), lo que señalaba un dominio medio. Por otro lado, únicamente el 17,14 % estaba en el nivel Bueno, y un 25,72 % en el Bajo, lo cual puso de manifiesto la necesidad de consolidar sus conocimientos. Después de la intervención, los resultados del *posttest* mostraron un avance significativo, con un 42,85 % de alumnos en la



categoría Bueno, una disminución en la categoría Regular al 37,14 %, y una reducción en la categoría Bajo al 20,01 %. Esto evidencia un progreso notable en el aprendizaje teórico, fortaleciendo el efecto beneficioso de la intervención.

**Tabla 3.** Niveles de conocimiento teórico de la ortodoncia del grupo experimental

Criterios	Pretest		Postest	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Bueno	6	17,14	15	42,85
Regular	20	57,14	13	37,14
Bajo	9	25,72	7	20,01
Total	35	100	35	100

El estudio de los resultados de la tabla 4 indica que en el *pretest*, el 28,57 % de los posgradistas logró un nivel Bueno en las destrezas prácticas específicas del tratamiento ortodóncico, mientras que la mayoría (48,58 %) estaba en un nivel Regular, y un 22,85 % en el Bajo, lo que puso de manifiesto un rendimiento intermedio predominante y áreas evidentes de mejora. Después de la intervención, el *postest* mostró un progreso, con un incremento del 40 % en el nivel Bueno, una reducción del 34,28 % en el Regular”, aunque el nivel Bajo se incrementó al 25,72 %. Esto indica un avance en las capacidades prácticas, a pesar de que aún existen diferencias en el desarrollo de habilidades entre los alumnos.

**Tabla 4.** Niveles de habilidades prácticas específicas en el tratamiento ortodóncico del grupo experimental

Criterios	Pretest		Postest	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Bueno	10	28,57	14	40,00
Regular	17	48,58	12	34,28
Bajo	8	22,85	9	25,72
Total	35	100,00	35	100,00



Los hallazgos de la tabla 5 revelaron un avance notable en los grados de comunicación y vínculo con el paciente, pertenecientes al grupo experimental. En el *pretest*, únicamente el 17,14 % de los posgradistas alcanzó el nivel Bueno; en cambio, en el *postest* este porcentaje se incrementó a 57,15 %. Los niveles Regular y Bajo experimentaron una reducción al 22,85 % y 20,00 %, respectivamente, en contraste con el 45,71 % y 37,14 % en el *pretest*. Esto señaló un progreso significativo en la habilidad del equipo para crear una comunicación eficaz y sostener una relación sólida con los pacientes.

**Tabla 5.** Niveles de comunicación y relación con el paciente del grupo experimental

Criterios	Pretest		Postest	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Bueno	6	17,14	20	57,15
Regular	16	45,71	8	22,85
Bajo	13	37,14	7	20
Total	35	100	35	100

En todos los indicadores estudiados (Niveles de habilidades en la especialidad de Ortodoncia; Niveles de conocimiento teórico de la ortodoncia; Niveles de habilidades prácticas específicas en el tratamiento ortodóncico y Niveles de comunicación y relación con el paciente) se presentaron diferencias significativas a favor del *postest*, según la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon ( $p = 0,000$ ) utilizada, pues la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk evidenció la no existencia de una distribución normal, indicativo que el proceso de intervención mejoró notablemente las competencias estudiadas.

## DISCUSIÓN

El estudio de la intervención digital en la formación ortodóncica mostró avances notables en diversos campos. Se registró un incremento del 57,14 % en la realización de procedimientos clínicos, lo que evidencia un progreso significativo en la habilidad técnica de los alumnos. Esta mejora puede deberse al carácter interactivo y recurrente de las simulaciones digitales, que posibilitan ejercitar procedimientos de forma constante y adaptativa. De acuerdo con la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb,<sup>(20)</sup> la repetición y el análisis de las vivencias prácticas aportan de manera significativa a la consolidación de competencias técnicas. Las plataformas digitales, al ofrecer ambientes de simulación auténticos y minuciosos, simplifican este proceso de aprendizaje vivencial, al posibilitar que los alumnos lleven a cabo y rectifican



procedimientos clínicos en tiempo real. Respecto al saber teórico, se registró un aumento del 40,01 %, lo que indica que las herramientas digitales también resultan útiles para consolidar el entendimiento de los conceptos básicos de ortodoncia.

Dicho incremento en la interacción y comunicación con el paciente, resalta la relevancia de las competencias interpersonales en el ejercicio clínico. Este descubrimiento indica que las tecnologías digitales no solo influyen en la habilidad técnica y teórica, sino también en las destrezas blandas fundamentales para un ejercicio exitoso. Las herramientas digitales que simulan interacciones con pacientes, facilitan a los alumnos el ejercicio y perfeccionamiento de sus destrezas comunicativas en un ambiente regulado. La teoría de la comunicación interpersonal, que subraya el valor de la empatía, la escucha activa y la personalización del mensaje al receptor, puede contribuir a entender cómo estas simulaciones favorecen un incremento en la habilidad para relacionarse eficazmente con los pacientes.

La mejora en la comunicación podría estar vinculada con la retroalimentación inmediata ofrecida por las plataformas digitales, que facilita a los alumnos la identificación y rectificación de fallos en sus competencias interpersonales. Esto concuerda con la teoría del aprendizaje basado en problemas, la cual propone que la retroalimentación inmediata y significativa es esencial para el progreso de competencias clínicas y comunicativas. Las tecnologías digitales, al proporcionar simulaciones que replican escenarios reales y brindan comentarios sobre el rendimiento, promueven una mejora en las habilidades interpersonales.

Los resultados del estudio se apoyan en diversas teorías educativas y psicológicas. La teoría del aprendizaje basado en experiencias de Kolb<sup>(20)</sup> enfatiza la relevancia de la experiencia práctica en el proceso educativo. Este autor sostiene que el aprendizaje es un ciclo ininterrumpido que abarca la experiencia tangible, la reflexión sobre la misma, la formulación abstracta y la experimentación activa. Las herramientas digitales proporcionan un ambiente donde los alumnos pueden vivir experiencias clínicas, meditar sobre su rendimiento mediante simulaciones y retroalimentación, y modificar sus métodos basándose en la retroalimentación. Este ciclo de vivencia y reflexión coincide con el notable incremento en las destrezas prácticas detectado en este estudio.

Los hallazgos de la presente investigación concuerdan con fuentes que han estudiado la influencia de las tecnologías digitales en la educación en medicina. Elendu et al.<sup>(21)</sup> describieron que las habilidades clínicas de los alumnos de Medicina se potencian con los simuladores virtuales, lo que corrobora la percepción de avances en la práctica ortodóncica. También subrayan que los simuladores facilitan una práctica reiterada y una retroalimentación instantánea, elementos que favorecen el desarrollo de competencias clínicas. La investigación presentada expande estos descubrimientos, al evidenciar que las tecnologías digitales no solo potencian las capacidades prácticas, sino también el saber teórico y las habilidades interpersonales, lo que indica que el efecto de estas herramientas puede ser más extenso y de múltiples aspectos.

Mlambo et al.<sup>(22)</sup> determinan que las plataformas en línea potencian la adaptabilidad y la accesibilidad del proceso de enseñanza. Los hallazgos respaldan dicha observación, dado que los recursos digitales brindan acceso constante a recursos educativos y la



oportunidad de aprender a tu propio ritmo. No obstante, aquí se muestra que las tecnologías digitales pueden ser eficaces en el desarrollo de competencias interpersonales, lo que enriquece la percepción de la efectividad de estos medios. Este descubrimiento indica que las tecnologías digitales no solo promueven el acceso a la educación, sino que también favorecen el desarrollo de habilidades fundamentales en la práctica clínica.

El entendimiento teórico incluye elementos como el desarrollo facial y dental, las maloclusiones y los fundamentos de la mecánica ortodóncica. Una educación sólida en estos conceptos facilita a los alumnos la aplicación eficaz de sus conocimientos, la evaluación crítica de los tratamientos y la actualización con los progresos en la disciplina. Adicionalmente, el saber teórico es crucial para la solución de problemas y la adaptación de terapias, particularmente en situaciones complejas que demandan un enfoque individualizado y fundamentado en pruebas.<sup>(13)</sup>

Las habilidades prácticas en la terapia ortodóncica son fundamentales para la aplicación efectiva de los conocimientos teóricos en la práctica clínica, como la instalación y adaptación de aparatos ortodóncicos, la aplicación de métodos de movimiento dental y la realización de procedimientos de preservación y seguimiento. La constante práctica y la simulación de procedimientos en entornos digitales ofrecen a los estudiantes la oportunidad de perfeccionar sus técnicas y obtener confianza en su capacidad para realizar tratamientos ortodóncicos.

Una buena relación con el paciente también promueve la confianza y el compromiso, lo cual puede tener un impacto directo en los resultados del tratamiento y en la satisfacción global del mismo. Además, una comunicación efectiva es esencial para tratar las inquietudes y aspiraciones del paciente, gestionar posibles complicaciones y brindar guía y respaldo durante el proceso de tratamiento. El fomento de estas competencias interpersonales mediante simulaciones y prácticas digitales facilita a los alumnos el perfeccionamiento de estas habilidades, capacitándolos para relacionarse de manera efectiva en su futura práctica clínica.<sup>(23)</sup>

Es fundamental la combinación de saberes teóricos, destrezas prácticas y habilidades comunicativas para una educación ortodóncica integral y eficaz. Las tecnologías digitales juegan un rol esencial en este proceso al proporcionar ambientes simulados que posibilitan a los alumnos ejercitar y consolidar estas dimensiones al mismo tiempo y en un ambiente unificado.

La diferencia entre la educación convencional y la contemporánea en ortodoncia resalta la efectividad de los procedimientos digitales. Los métodos convencionales se fundamentaban en la práctica clínica directa con pacientes auténticos, lo que, a pesar de ser útil, presentan restricciones en cuanto a la repetición y adaptación individualizada. Por su parte, la adopción de tecnologías digitales posibilita que los alumnos practiquen en un ambiente regulado y reiterado, potenciando así sus capacidades de forma más eficaz. Este cambio concuerda con la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb,<sup>(20)</sup> que propone que el proceso de aprendizaje es más eficaz cuando se fundamenta en la experiencia activa y la reflexión constante.



Además, la literatura apoya la efectividad de las tecnologías digitales en el fortalecimiento de competencias comunicativas.<sup>(15,21)</sup> Una investigación realizada por Kraus et al.,<sup>(24)</sup> analiza el efecto de la capacitación digital en la comunicación en el sector sanitario. Descubrieron que las simulaciones digitales y los ambientes virtuales posibilitan a los alumnos ejercitar y perfeccionar sus capacidades de comunicación de forma eficaz, que incluían las áreas de comerciales y de gestión.

La información recolectada resalta la relevancia de seguir incorporando tecnologías digitales en la estructura ortodóncica. La habilidad de las tecnologías para potenciar las destrezas prácticas, el saber teórico y la habilidad comunicativa, indican que estos procedimientos deberían ser un componente esencial del programa de capacitación ortodóncica. La inclusión de simuladores y plataformas digitales en la educación ortodóncica constituye un progreso importante en la capacitación de los alumnos para una práctica clínica eficaz y enfocada en el paciente.<sup>(21,6,8)</sup>

La adopción de simuladores y plataformas en línea posibilitó que los alumnos ejercitaran procedimientos en un ambiente regulado, promoviendo la repetición y la adaptación constante de técnicas, lo que posiblemente potencia la habilidad técnica y el entendimiento teórico.<sup>(25)</sup> Esta técnica no solo incrementó las destrezas prácticas de los alumnos en un 57,14 %, sino que también amplió su saber teórico en un 40,01 %, lo que evidencia su eficacia en varios aspectos de la educación.

Sin embargo, la metodología también muestra ciertas limitaciones. Una restricción significativa es la dependencia de un ambiente simulado que, a pesar de ser controlado y seguro, podría no emular totalmente la complejidad y variabilidad de los escenarios clínicos auténticos. Esto podría restringir la aplicación directa de las competencias adquiridas en el ámbito digital al entorno clínico auténtico, impactando la transmisión de habilidades. Por otra parte, existe la limitación de que la muestra estudiada, aunque es suficiente, no necesariamente representativa, limitando la generalización de los resultados.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos del estudio mostraron un escenario inicial alarmante respecto al grado de competencias prácticas específicas en ortodoncia entre los alumnos de la Institución de Educación Superior de Ecuador. Este hecho evidenció la falta de habilidades prácticas en este campo y la necesidad apremiante de elaborar una intervención que solucionara esta carencia.

En la etapa de implementación, que duró 12 semanas, se notó un avance significativo en las destrezas prácticas de los alumnos. El desempeño medio de los alumnos se incrementó, lo que evidenció la efectividad del programa en el perfeccionamiento de las habilidades prácticas en ortodoncia. El examen final del programa mostró que el 80 % de los alumnos logró o excedió el grado de competencia previsto, con una calificación media del 43 %. Los resultados fueron de relevancia estadística y mostraron un avance auténtico en el desarrollo de competencias prácticas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sagarra-Romero L, Ruidiaz Peña M, Monroy Antón A, et al. Ithlete Heart Rate Variability app: knowing when to train. *Br J Sports Med.* 2017;51(18):1373-4. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097303.
2. Gadea-Uribarri H, Lago-Fuentes C, Bores-Arce A, et al. External Load Evaluation in Elite Futsal: Influence of Match Results and Game Location with IMU Technology. *J funct morphol kinesiol.* 2024;9(3):140. DOI: 10.3390/jfmk9030140.
3. Calero-Morales S, Vinueza-Burgos GC, Yance-Carvajal CL, et al. Gross motor development in preschoolers through conductivist and constructivist physical-recreational activities: Comparative research. *Sports.* 2023;11(3):61. DOI: 10.3390/sports11030061.
4. Datar U, Desai KM, Kamat MS. COVID-19 and virtual learning in dentistry: Perspective on challenges and opportunities. *J Educ Health Promot.* 2021;10(1):2. DOI: 10.4103/jehp.jehp\_628\_20.
5. Concepción Obregón T, Fernández Lorenzo A, Matos Rodríguez A, et al. Habilidades profesionales de intervención clínica según modo de actuación de estudiantes de tercer año de Estomatología. *Educ Méd Super [Internet].* 2017 [citado 11/08/2024];31(1):153-65. Disponible en: <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/941>
6. Li Y, Ye H, Ye F, et al. The current situation and future prospects of simulators in dental education. *J Med Internet Res.* 2021;23(4):e23635. DOI: 10.2196/23635.
7. Stefanac SJ, Nesbit SP. *Diagnosis and Treatment Planning in Dentistry – E-Book.* 3a ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2015.
8. Mercado-Cruz E, Morales-Acevedo JA, Lugo-Reyes G, et al. Telesimulación: una estrategia para desarrollar habilidades clínicas en estudiantes de medicina. *Investigación en educación médica.* 2021;10(40):19-28. DOI: 10.22201/fm.20075057e.2021.40.21355.
9. Chimea T, Kanji Z, Schmitz S. Assessment of clinical competence in competency-based education. *Can J Dent Hyg [Internet].* 2020 [citado 11/08/2024];54(2):83-91. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7668267/>
10. Moussa R, Alghazaly A, Althagafi N, et al. Effectiveness of virtual reality and interactive simulators on dental education outcomes: systematic review. *Eur J Dent.* 2022;16(01):14-31. DOI: 10.1055/s-0041-1731837.



11. Morán-Pedroso L, Chamorro-Balseca NC, Sánchez-Córdova B, et al. Análisis pedagógico de las adaptaciones cardiovasculares del equipo campeón universitario de voleibol masculino. Rev Méd Electrón [Internet]. 2024 [citado 11/08/2024];46:e5855. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18242024000100080&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18242024000100080&script=sci_arttext&tlng=pt)
12. Game Mendoza KM, Vinuesa Burgos GdC, Icaza Rivera DP, et al. Efectos de las estrategias colaborativas en el proceso académico de enseñanza-aprendizaje de voleibolistas prejuveniles. Retos. 2024;61:1172-83. DOI: 10.47197/retos.v61.109363.
13. El-Sabagh HA. Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. Int J Educ. 2021;18(1). DOI: 10.1186/s41239-021-00289-4.
14. Sánchez Trujillo MA, Rodríguez Flores EA. Competencia digital en docentes de Ciencias de la Salud de una universidad privada de Lima. Educ Méd Super [Internet]. 2021 [citado 11/08/2024];35(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412021000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412021000100005&script=sci_arttext&tlng=en)
15. Cavalcanti AP, Barbosa A, Carvalho R, et al. Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review. Computers and Education: Artificial Intelligence. 2021;2:100027. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100027.
16. Stoilov M, Trebess L, Klemmer M, et al. Comparison of digital self-assessment systems and faculty feedback for tooth preparation in a preclinical simulation. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(24):13218. DOI: 10.3390/ijerph182413218.
17. Varvara G, Bernardi S, Bianchi S, et al. Dental education challenges during the COVID-19 pandemic period in Italy: Undergraduate student feedback, future perspectives, and the needs of teaching strategies for professional development. Healthcare. 2021;9(4):454. DOI: 10.3390/ealthcare9040454.
18. Sholihin M, Sari RC, Yuniarti N, et al. A new way of teaching business ethics: The evaluation of virtual reality-based learning media. Int J Educ Manag. 2020;18(3):100428. DOI: 10.1016/j.ijme.2020.100428.
19. Calero-Morales S, Villavicencio-Alvarez VE, Flores-Abad E, et al. Pedagogical control scales of vertical jumping performance in untrained adolescents (13–16 years): research by strata. PeerJ. 2024;12:e17298. DOI: 10.7717/peerj.17298.
20. Kolb DA. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. New Jersey: FT Press; 2014.
21. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. Medicine. 2024;103(27):e38813. DOI: 10.1097/MD.00000000000038813.



22. Mlambo M, Dreyer AR, Dube R, et al. Transformation of medical education through decentralised training platforms: A scoping review. *Rural and remote health*. 2018;18(1):1-16. DOI: 10.22605/RRH4337.

23. Papadopoulou P, Chui KT, Daniela L, et al. Virtual and augmented reality in medical education and training: innovative ways for transforming medical education in the 21st century. En: Lytras MD, Aljohani N, Daniela L. *Cognitive computing in technology-enhanced learning* [Internet]. Pensilvania: IGI Global; 2019 [citado 11/08/2024]. Disponible en: <https://www.igi-global.com/gateway/chapter/228494>

24. Kraus S, Schiavone F, Pluzhnikova A, et al. Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *J Bus Res*. 2021;123:557-67. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.10.030.

25. Kleist E, Henke P, Ruehrmund L, et al. Impact of Structural Compliance of a Six Degree of Freedom Joint Simulator on Virtual Ligament Force Calculation in Total Knee Endoprosthesis Testing. *Life*. 2024;14(4):531. DOI: 10.3390/life14040531.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran la no existencia de conflicto de intereses.

### **Contribución de autoría**

Julio Ildelfonso Rosero-Mendoza: conceptualización, investigación administración del proyecto, redacción del borrador original, revisión y edición.

Fanny Alicia Mendoza-Rodríguez: investigación, validación y administración del proyecto.

Jacobo César Rosero-Mendoza: curación de datos, análisis formal y metodología.

Víctor Euclides Briones-Morales: metodología, supervisión y adquisición de fondos.

Editor responsable: Silvio Soler-Cárdenas.



## CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Rosero-Mendoza JI, Mendoza-Rodríguez FA, Rosero-Mendoza JC, Briones-Morales VE. Efectos de entorno virtual de enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de habilidades en Ortodoncia. Rev Méd Electrón [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso];47:e6224. Disponible en:

<http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/6224/6147>

