

## Aplicación de la simulación háptica en la educación odontológica

### Advancing dental education through haptic simulation

María Cristina Ikeda-Artacho<sup>1</sup> 

1. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Estomatología, Departamento de Clínica Estomatológica.

Correspondencia: María Cristina Ikeda-Artacho Email: cikedata@intramed.net

#### Resumen

La simulación háptica viene transformando la educación odontológica como estrategia para entrenar destrezas y habilidades prácticas. Esta tecnología combina virtualidad e imágenes 3D, con recreación de sensaciones táctiles de los tejidos bucales, permitiendo a los estudiantes entrenarse en procedimientos como: eliminación de caries, tallado protésico, apertura cameral, desbridamiento periodontal, colocación de implantes, entre otros; en un contexto controlado, seguro, ético y sostenible, sin riesgos asociados a práctica en pacientes reales.

La práctica deliberada en simuladores hápticos ofrece la posibilidad de repetir procedimientos, proporcionando retroalimentación inmediata y enfocándose en la mejora continua de habilidades específicas. Además, la simulación permite evaluar de manera objetiva el desempeño del estudiante mediante parámetros como precisión del movimiento, presión aplicada y duración del procedimiento.

Se destaca la importancia de integrar la simulación háptica a los programas curriculares para contribuir al desarrollo de las competencias clínicas, facilitando una transición más fluida hacia la atención de pacientes reales.

**Palabras claves:** Simulación, Entrenamiento simulado, Hápticos, Habilidades psicomotrices, Realidad virtual

#### Abstract

Haptic simulation is transforming dental education as a strategy to train practical skills and psychomotor abilities. This technology combines virtual reality and 3D imaging with the recreation of tactile sensations of oral tissues, allowing students to practice procedures such as caries removal, prosthetic crown preparation, pulpal access, periodontal debridement, implant placement, among others, in a controlled, safe, ethical, and sustainable environment, without the risks associated with practicing on real patients.

Deliberate practice in haptic simulators offers the opportunity to repeat procedures, providing immediate feedback and focusing on the continuous improvement of specific skills. Additionally, simulation allows the objective evaluation of student performance through parameters such as movement accuracy, applied pressure, and procedure duration.

The importance of integrating haptic simulation into curricular programs is emphasized to contribute to the development of clinical competencies, facilitating a smoother transition to treating real patients.

**Keywords:** Simulation, Simulated training, Haptics, Psychomotor skills, Virtual reality

## Introducción

Inspirada en los simuladores hápticos para el entrenamiento de pilotos de vuelo, desde hace poco más de un par de décadas, la simulación háptica viene revolucionando la educación odontológica. La incorporación de esta tecnología recrea sensaciones táctiles de la práctica odontológica mediante el empleo de dispositivos interactivos en un entorno virtual y 3D, haciendo más real la experiencia de aprendizaje para el entrenamiento de habilidades y destrezas requeridas por la odontología, en un entorno controlado, seguro y repetible.

## Simulación háptica en la educación odontológica

Los simuladores hápticos con los que cuenta la Universidad Peruana Cayetano Heredia son 10 modelo Simodont (Nissin) y uno modelo Dente (SIMtoCARE), este último en condición de préstamo; si bien existen también otras alternativas en el mercado, cada uno de ellos con sus ventajas y puntos de mejora. Las prácticas en los simuladores hápticos suelen iniciar con ejercicios para el desarrollo y entrenamiento de habilidades manuales y de psicomotricidad fina, con énfasis en el desarrollo y entrenamiento de la memoria muscular para la exploración lineal, circunferencial, interna y externa, y en profundidad, con visión directa. Progresivamente se incorporan ejercicios para lograr estas habilidades con visión indirecta, mediante el fortalecimiento de la coordinación mano-ojo<sup>1</sup>.

Los simuladores hápticos son capaces de reproducir y acercar con gran realismo las texturas y resistencias de los tejidos dentales, periodontales y de la boca en general al estudiante. A través de un dispositivo háptico, el usuario puede experimentar la sensación de cortar esmalte, dentina o hueso, acceder a la cámara pulpar, aplicar presión o realizar maniobras quirúrgicas precisas, todo ello con retroalimentación inmediata. De este modo, estos simuladores permiten entrenar a los estudiantes de pregrado y posgrado en técnicas como la cavitación para eliminación de caries, tallado protésico, medición de la profundidad de bolsa y periodontograma en general, desbridamiento periodontal manual y mediante ultrasonido, colocación de implantes, hemisección y amputación radicular, cirugía de tercer molar, entre otras, sin los riesgos asociados a la intervención en pacientes reales.

En este sentido, el concepto de práctica deliberada, tal como lo define Ericsson (2008), se vuelve altamente relevante. La práctica deliberada es un enfoque estructurado y consciente para mejorar el rendimiento mediante la identificación de objetivos y el perfeccionamiento continuo de habilidades específicas<sup>2</sup>. Aplicada a la simulación háptica en educación odontológica, esta metodología ofrece un entorno controlado donde los estudiantes pueden repetir tantas veces como se requiera un procedimiento clínico complejo, recibir retroalimentación inmediata y centrarse en áreas de mejora, disminuyendo la ansiedad de los estudiantes y haciendo que los errores se conviertan en oportunidades de mejora<sup>3</sup>.

Por otro lado, los escenarios virtuales permiten ofrecer a los estudiantes una variedad de casos controlados de diferentes niveles de dificultad, superando la dependencia de contar con pacientes reales.

Para el monitoreo de las prácticas con los simuladores hápticos, el Centro de Simulación Háptica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia cuenta con una sala de observación con vidrio unidireccional y pantallas desde donde los docentes pueden visualizar y retroalimentar de modo remoto a cada estudiante, empleando un sistema de comunicación bidireccional a través de auriculares y micrófonos, permitiendo así un aprendizaje más personalizado<sup>4</sup>.

Los simuladores hápticos también permiten evaluar de manera objetiva el desempeño del estudiante con base a parámetros preestablecidos o programables tales como precisión del movimiento, presión aplicada, duración del procedimiento y calidad de la ejecución. Las prácticas de simulación permiten generar reportes o informes detallados para el docente, donde se visualizan las fortalezas y áreas que requieren mayor atención.

El reto de hoy en día para las escuelas de odontología es lograr una estratégica integración de la simulación háptica en el plan curricular, alineándola con las etapas de formación clínica progresiva, tanto a nivel de pregrado como posgrado. Inicialmente, la propuesta puede orientarse a la percepción táctil, al desarrollo de destrezas manuales de tipo lineal, circular y de presión controlada, así como aportar a la coordinación mano-ojo. Posteriormente, la simulación háptica prepara y fortalece las habilidades y competencias para la ejecución de procedimientos generales y específicos, que acercan la experiencia clínica en un entorno controlado y monitoreable. De este modo se asegura una transición gradual hacia la atención de pacientes

en escenarios reales, en los que los estudiantes consolidan los aprendizajes a nivel teórico, procedimental y actitudinal<sup>5</sup>.

En consecuencia, la simulación en cabezas de fantoma, maquetas, gafas de realidad virtual y simuladores hápticos constituyen estrategias complementarias y multidireccionales en la educación odontológica, contribuyendo a un aprendizaje integral y adaptable a los diferentes estilos y etapas del aprendizaje de los estudiantes, en un entorno seguro y respetuoso de los principios éticos para el entrenamiento hacia la atención de personas<sup>6,7</sup>.

Las actividades simuladas no sustituyen a las actividades clínicas, sino que buscan desarrollar y perfeccionar las competencias clínicas, acelerando y moldeando los procesos de enseñanza-aprendizaje en un entorno seguro, eficiente, ético y sostenible. La simulación háptica representa un avance significativo como estrategia educativa, proporcionando una plataforma para mejorar la destreza clínica, reforzar la confianza y elevar la calidad educativa. La integración de esta tecnología a los programas curriculares contribuye, de este modo, a enfrentar los desafíos educativos para formar los profesionales del futuro inmediato.

## Bibliografía

1. Ikeda-Artacho MC, Lee G, Quenta-Silva E, Carbajal-Arroyo L. Psychomotor Performance and Vision: a Comparative Pilot Study Using Simodont®. *J Dent Res*. Vol 102 (Spec Iss B): 0286.
2. Ericsson KA. Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview. *Acad Emerg Med*. 2008 Nov;15(11):988-94. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00227. x. Epub 2008 Sep 5.
3. Raygada-Bustillo RA, Ikeda-Artacho MC, Lee G, Carbajal-Arroyo L. Number of Prosthetic Crown Preparations: its Impact Over the Skill. *J Dent Res*. Vol 103 (Spec Iss A): 2843.
4. Ikeda-Artacho MC, Quenta-Silva E, Lee G, Carbajal-Arroyo L. Remote Debriefing in Action During Crown Preparation: a Pilot Study. *J Dent Res*. Vol 103 (Spec Iss A): 1471.
5. Perry S, Burrow MF, Leung WK, Bridges SM. Simulation and curriculum design: a global survey in dental education. *Aust Dent J*. 2017;62(1):1–11. doi: 10.1111/adj.12522.
6. Patil S, Bhandi S, Awan KH, Licari FW, Di Blasio M, Ronsivalle V, Cicciù M, Minervini G. Effectiveness of haptic feedback devices in preclinical training of dental students—a systematic review. *BMC Oral Health*. 2023; 23:739. doi: 10.1186/s12903-023-03410-3.
7. Bandiaky ON, Lopez S, Hamon L, Clouet R, Soueidan A, Le Guehenec L. Impact of haptic simulators in preclinical dental education: A systematic review. *J Dent Educ*. 2023;1–14. doi: 10.1002/jdd.13426.

