

# Herramientas Virtuales para Aumentar la Precisión en el Entrenamiento de Alumnos de Endodoncia

## Virtual Tools to Increase Accuracy in Endodontic Student Training

Gaby Queyrie & Karime Alonzo

---

**QUEYRIE, G. & ALONZO, K.** Herramientas virtuales para aumentar la precisión en el entrenamiento de alumnos de endodoncia. *Int. J. Odontostomat.*, 18(4):470-475, 2024.

**RESUMEN:** La simulación háptica ha sido propuesta como una herramienta metodológica válida para que los estudiantes de Odontología adquieran habilidades psicomotoras necesarias para su práctica clínica en seres humanos. La evidencia científica disponible presenta estudios cualitativos de percepción tanto de estudiantes como profesores con una favorable acogida. La evidencia cuantitativa, utiliza distintos tipos de simuladores y métodos para calcular el rendimiento de los estudiantes, o la mejora en la adquisición de habilidades. El objetivo de este estudio fue comparar el nivel de precisión para realizar una cavidad de acceso endodóntico en un premolar inferior en el simulador háptico VirtEasy Classic Full Inmersion (VirtEasy Dental V2 in VR) por alumnos de 3er año de la asignatura de endodoncia al inicio y término del programa de endodoncia de la carrera de odontología UDD 2023. Mientras que la hipótesis planteada fue que la precisión de los estudiantes del curso de endodoncia de la carrera de Odontología UDD 2023 mejora con la práctica en el simulador virtual háptico. Los resultados arrojaron una mejora en la precisión de un 31,6 % al finalizar el periodo de entrenamiento y realizando la misma cavidad de acceso. Esta información es relevante para que otras universidades o grupos docentes, consideren la simulación háptica en sus programas de estudio como un método que ayuda y favorece el desarrollo de la motricidad fina y la seguridad del paciente

**KEY WORDS:** haptic simulation, psychomotor skills, endodontic training.

---

## INTRODUCCIÓN

La odontología es una profesión científica, del área médica que se caracteriza porque el profesional debe cumplir con altos estándares de conocimientos científicos, una moral a toda prueba y desarrollar habilidades psicomotoras que no siempre el estudiante trae de base.

En la formación académica del odontólogo, el entrenamiento previo a la atención de pacientes es fundamental. En esta instancia, el estudiante debe integrar los conocimientos teóricos y desarrollar las habilidades y destrezas necesarias para la adquisición de las competencias requeridas como profesional.

Para la adquisición de las habilidades psicomotoras se hace indispensable la simulación, ésta crea un ambiente ideal para la educación debido a que es controlado, seguro, estandarizado, sin generar riesgos ni para el estudiante ni para el paciente,

posibilita el entrenamiento repetido de habilidades prácticas, permitiendo equivocarse y aprender del error, logrando así una mejor formación desde la teoría a la práctica y teniendo en consideración el desarrollo de la bioética (Declaración de Helsinki en 1964/ Fortaleza 2013 AMM), que protege a los individuos como sujetos de experimentación, donde el foco es la seguridad y los derechos de los pacientes (Gaba, 2000; Martensen, 2001).

Por lo tanto, el estudiante a través de la simulación clínica y háptica logra adquirir habilidades psicomotoras que le permitirán estar preparado para una atención de excelencia de sus pacientes (Ajaj *et al.*, 2014; Al-Saud *et al.*, 2017; Morón Araújo, 2020).

Con la evolución de la tecnología, la simulación háptica ha sido propuesta como un recurso

metodológico válido para desarrollar estas habilidades, principalmente en otras disciplinas como medicina y enfermería donde hay variada evidencia científica (Perry *et al.*, 2015).

Existe evidencia disponible en distintos continentes en relación a la validez de los SVH y su relevancia en la formación de habilidades manuales (Ajaj *et al.*, 2014; Mahmoud *et al.*, 2014). Sin embargo, hay escasa investigación en América del Sur, por lo que se necesitan más estudios locales que respalden su uso en esta región, y especialmente en el área de endodoncia, donde prácticamente no hay evidencia.

En este contexto, la carrera de Odontología de la Universidad del Desarrollo (UDD), ha implementado el uso de Simuladores Virtuales Hápticos (SVH) con el fin de robustecer la progresión curricular del estudiante, fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje para el desarrollo temprano de las competencias psicomotoras declaradas en el perfil de egreso de Odontología.

A partir del año 2022 se implementó su uso en distintas asignaturas de la carrera de Odontología, por lo que es necesario analizar su real impacto para desarrollar estas habilidades e incorporarlo en forma definitiva en los programas de las distintas asignaturas.

Es necesario demostrar con cifras, tanto a las facultades de Odontología en general, como a los docentes de la UDD, que la simulación virtual háptica es un recurso metodológico de aprendizaje válido, para la adquisición de destrezas psicomotoras finas.

Durante el tratamiento de endodoncia, la realización de la cavidad de acceso es una etapa fundamental del procedimiento, ya que la iatrogenia que puedan producir los estudiantes, durante su entrenamiento clínico, condicionan el pronóstico y sobrevida del diente.

El propósito de este estudio fue comparar el nivel de precisión para realizar una cavidad de acceso en premolar inferior en el simulador háptico VirtEasy Classic Full Inmersion (VirtEasy Dental V2 in VR) por alumnos de 3er año de la asignatura de endodoncia al inicio y término del programa de endodoncia de la carrera de odontología UDD 2023. Mientras que la hipótesis planteada fue que la precisión de los estudiantes del curso de endodoncia de la carrera de Odontología Udd 2023 mejora con la práctica en el simulador virtual háptico.

Al demostrar la utilidad de los SVH, en la mejora de las destrezas psicomotoras, las distintas Facultades de Odontología podrán tomar decisiones de adquisición e implementación de esta tecnología con respaldo científico. También los docentes podrán tener una cifra de acciones preclínicas a realizar ya determinadas para lograr las competencias necesarias declaradas en el perfil de egreso.

## MATERIAL Y MÉTODO

Para realizar este estudio, se seleccionaron alumnos de la carrera de Odontología de la Universidad del Desarrollo que cursaron durante el año 2023 por primera vez la asignatura de Endodoncia en tercer año, con un universo de 60 alumnos.

### Criterios de inclusión:

- Alumnos de 3er año de la carrera de Odontología de la Universidad del Desarrollo que cursen por primera vez durante el año 2023 la asignatura de Endodoncia.
- Sede Santiago.
- Alumnos que acepten y firmen consentimiento informado UDD voluntariamente.

### Criterios de exclusión:

- Alumnos repitentes del ramo de Endodoncia de 3er año.
- Alumnos que durante el año 2023 decidan abandonar la asignatura de Endodoncia.

La recolección de datos fue realizada por el software del simulador háptico VirtEasy Classic Full Inmersion (VirtEasy Dental V2 in VR), que midió el porcentaje de precisión de forma automática al realizar las cavidades de acceso basado en la relación entre el área objetivo total marcada en azul y el área total removida por el estudiante, resaltando en rojo cualquier área que fue sobreexcavada.

Técnicamente, esto se hace posicionando una bandera en cada vóxel (en esencia, un píxel 3D del objeto 3D) durante la perforación. Si el vóxel está marcado como eliminado, se verifica si el mismo vóxel está marcado como parte del área objetivo que se resaltó para eliminar (se muestra en azul en la simulación).(Figs. 1, 2, 3)

Se midieron los mismos dientes (premolar inferior indicado en el software bajo el código 0.036)

en 2 tiempos distintos; al comienzo del curso, cuando los estudiantes no tenían práctica en el simulador háptico, y a fin de año, una vez transcurrido 180 minutos de práctica, divididos en 6 sesiones de 30 minutos.

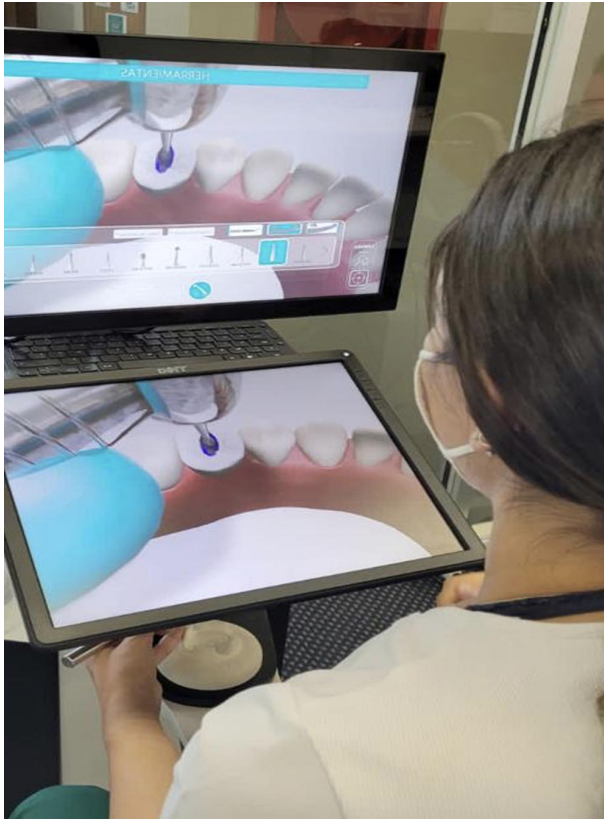


Fig. 1. Alumna de endodoncia tercer año 2023, realizando cavidad de acceso en simulador háptico.

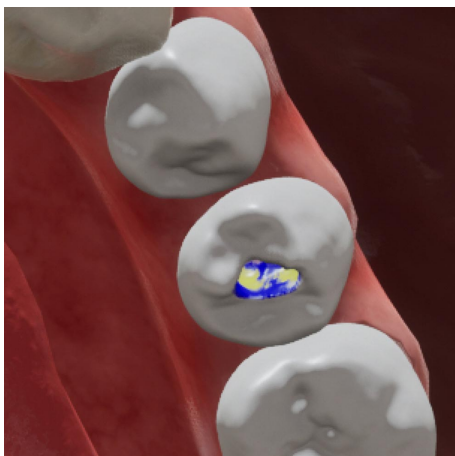


Fig. 2. Acercamiento de cavidad de acceso. En azul se observa el diseño pre-establecido que debe ser eliminado por el alumno. Permite evaluar cuanto le falta para acercarse a lo correcto.

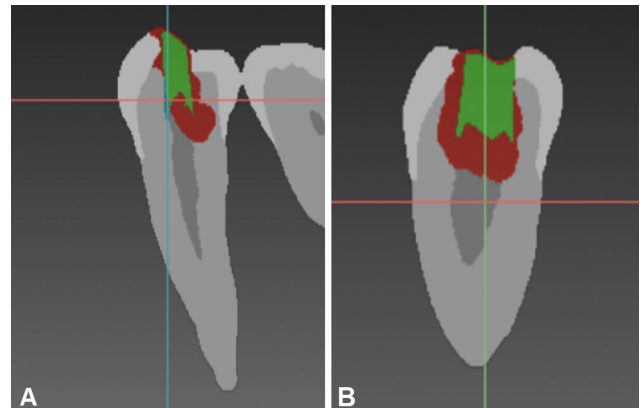


Fig. 3. Vistas longitudinales del diente a través del simulador. Le indican al estudiante en verde las áreas que debe desgastar y en rojo las sobre-extensiones realizadas. Le permite al alumno aprender del error.

## RESULTADOS

El promedio de precisión dada por el SH en el primer Momento fue de 51 %, mientras que en el Momento 2 fue de un 67 %.

Según el test de Shapiro Wilk, los resultados de este estudio tuvieron una distribución no normal (Fig. 4) por lo que se debió aplicar un test de U Mann Whitney para obtener los resultados de mejora. Según este último test, el uso del simulador háptico da una mejora en la precisión de las cavidades de acceso realizadas por los alumnos de un 31,6 % después del entrenamiento con el simulador virtual háptico. Esta mejora en la precisión según los test aplicados resultó ser estadísticamente significativa con un  $p < 0,05$ .

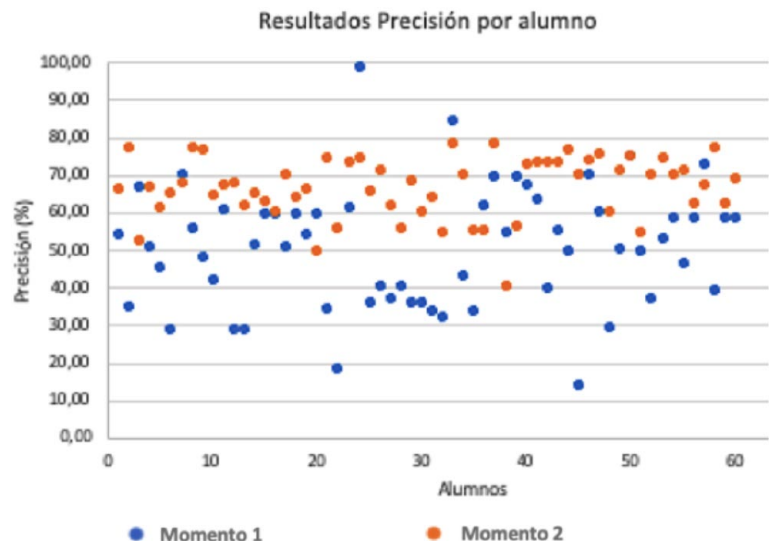


Fig. 4. Porcentaje de precisión lograda por alumnos, mostrando una mejora significativa después del entrenamiento en el SVH. n=60 alumnos.

La desviación estándar (Fig. 5) en el Momento 2 fue menor que en el Momento 1, lo que es importante para el análisis de estos resultados, pues indica que hay una mayor consistencia en los resultados del segundo momento, agrupándose aún más los resultados, con una tendencia a estar más cerca del promedio general; esto da un indicio de que efectivamente la práctica en el SH produce una mejora en la precisión de todos los alumnos.

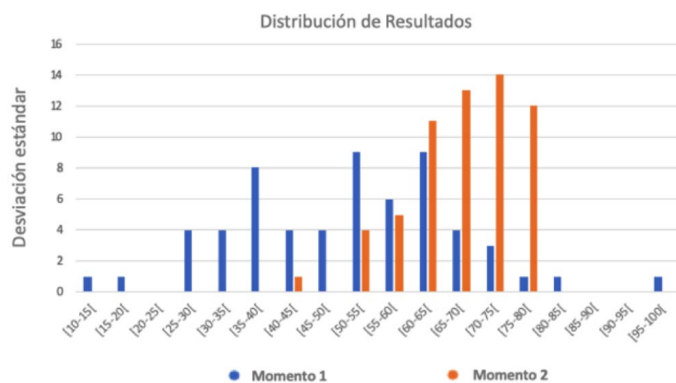


Fig. 5. Gráfico comparativo de la desviación estándar del Momento 1 (azul) versus el Momento 2 (naranja), indicando una mayor consistencia en los resultados. n=60 alumnos.

## DISCUSIÓN

Este estudio ha demostrado cuantitativamente que el uso de la simulación virtual háptica mejora la precisión de alumnos de tercer año de odontología de la UDD al realizar cavidades de acceso de premolares en el simulador de forma estadísticamente significativa.

La enseñanza de la odontología históricamente ha tenido que desarrollar en sus programas, formas de entrenamiento que iban desde las demostraciones clínicas por parte de un tutor, hasta la confección de fantasmas, modelos de arcadas dentarias completas con dientes humanos extraídos y finalmente práctica directa con seres humanos (Perry *et al.*, 2015).

Con el desarrollo de la bioética, se hizo imposible seguir con los diseños educativos antiguos y se tuvo que comenzar a desarrollar nuevos sistemas de entrenamiento (Declaración de Helsinki de la AMN - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos; Asociación Médica Mundial, 2017) para proteger a los individuos como sujetos de experimentación, donde el foco es la seguridad y los derechos de los pacientes (Martensen, 2001).

Según lo señalado por Asunción Cuevas & Silva (2017) “se considera como habilidad psicomotora al conjunto de destrezas que desarrolla un individuo a través

de la coordinación de la percepción sensorial y la respuesta muscular voluntaria para la realización de un movimiento”. La odontología requiere de una habilidad psicomotora altamente desarrollada, especialmente la motricidad fina para poder realizar con éxito los quehaceres de la profesión, lo que implica por ende, que el profesional sea capaz de efectuar pequeños y exactos movimientos con los miembros superiores, específicamente, con las muñecas, manos y dedos (Thoumi, 2003).

Para la adquisición de estas habilidades psicomotoras, se hace indispensable entonces la búsqueda de sistemas que asemejen la realidad, entregando seguridad a los futuros pacientes y permitir que el estudiante logre integrar los conocimientos teóricos y el desarrollo de las destrezas que requerirá como profesional (Koo *et al.*, 2015).

Se ha desarrollado con fuerza el concepto de “simulación” tanto clínica (con el uso de actores como pacientes simulados) como pre-clínica con fantasmas y dientes artificiales con distintas durezas que simulan al diente natural para el desarrollo de estas habilidades (Escobar-Castillejos *et al.*, 2016; Coro Montanet *et al.*, 2017).

En los últimos años, la tecnología ha contribuido con el desarrollo de Simuladores Virtuales Hápticos (SVH) con amplia evidencia en la formación médica y odontológica, los que permiten el desarrollo de la sensación de tacto que el cirujano dentista necesita para su ejercicio profesional (Makransky *et al.*, 2016), en un entorno seguro, con una mejor retroalimentación y controlado por tutores (Roy *et al.*, 2017).

El estudiante a través de la simulación clínica y háptica logrará adquirir habilidades motoras que le permitirán estar preparado para una atención de excelencia de sus pacientes (Ajaj *et al.*, 2014; Al-Saud *et al.*, 2017; Morón Araújo, 2020).

La evidencia científica de los últimos 10 años muestra mayoritariamente trabajos de percepción del uso de esta metodología, que ha sido recibida con gran entusiasmo tanto por los estudiantes como académicos, sin embargo, falta investigación cuantitativa que mida cómo mejora la destreza manual de los estudiantes para poder

extrapolar los beneficios de la SVH al desarrollo de competencias clínicas en odontología en general y en endodoncia en particular (Zuñiga-Mogollones *et al.*, 2018, Fernández-Sagredo *et al.*, 2020).

Las escasas investigaciones más recientes, han sido desarrolladas en países como Arabia Saudita y Tailandia y enfocadas en el área de operatoria dental (Farak & Hashem, 2022).

Hay evidencia disponible en continentes como Asia, América del Norte y Europa en relación a la validez de los SVH y su relevancia en la formación de habilidades manuales (Ajaj *et al.*, 2014; Mahmoud *et al.*, 2014). Sin embargo, hay escasa o nula investigación en América del Sur, por lo que se necesitan más estudios locales que respalden su uso en esta región.

Por otro lado, la literatura compara experiencias en base a diferentes tipos de simuladores hápticos, desarrollados con softwares que miden diferentes elementos como fuerza aplicada, trayecto recorrido, o áreas de un diseño eliminadas que no son comparables entre sí, y resultan como reporte de casos clínicos en el más bajo nivel de la escala de evidencia científica, por lo que resulta difícil concluir que esta metodología de educación es relevante para la adquisición de motricidad fina. Todos los estudios concluyen que falta más investigación y que la SVH resultaría un buen complemento a la educación preclínica tradicional, en ningún caso un reemplazo.

En este contexto y como se menciona en la introducción, la carrera de Odontología de la UDD, ha implementado recientemente la utilización de SVH con el fin de robustecer la progresión curricular del estudiante, fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje para el desarrollo temprano de las competencias psicomotoras declaradas en el perfil de egreso. Para lograr este objetivo, primero se diseñó un cambio en la malla curricular en el que se irá agregando la simulación háptica en porcentajes crecientes y de acuerdo a los resultados que se vayan obteniendo. Este proyecto involucra a toda la carrera en sus dos sedes, Santiago y Concepción, y a varias asignaturas que debieron incluir actividades de simulación virtual háptica en sus programas.

Para llevar a cabo este desafiante proyecto, la Universidad del Desarrollo adquirió 10 simuladores hápticos VirtEasy Classic Full Inmersion (Virteasy Dental V2 in VR), 5 para su sede Santiago y 5 para

Concepción, los que cuentan con un software que permite el almacenamiento de la información, retroalimentación inmediata al estudiante y la posibilidad de repetir la actividad las veces que sea necesario para que el alumno pueda aprender del error.

La asignatura de Endodoncia no quedó ajena a este proyecto y con entusiasmo se sumó a colaborar, entrenando a sus docentes y buscando obtener información relevante que nos sirva para extrapolarnos las destrezas que adquieran los estudiantes con el uso del SVH a las acciones clínicas.

Los SH VirtEasy Classic Full Inmersion (VirtEasy Dental V2 in VR) de origen francés han sido introducidos en algunas facultades de odontología en Europa y Asia y los recientemente adquiridos por la UDD forman parte del más grande laboratorio de simulación háptica de América Latina. Esto permite a la universidad realizar novedosos programas con nuestros estudiantes, los cuales se benefician de esta tecnología como un complemento a su enseñanza actual y a los docentes nos permite medir y cuantificar el éxito en la introducción de esta metodología sin causar daño ni recorte en los programas de estudio hasta validar el comportamiento de esta nueva herramienta.

## CONCLUSIONES

Los resultados del test de U Mann Whitney indican una mejora significativa, 31,6 %, en la precisión al realizar cavidades de acceso en el pre molar inferior luego del entrenamiento en el simulador háptico.

Esta evidencia resalta el impacto positivo de la simulación en el desarrollo de habilidades prácticas en endodoncia, respaldando su eficacia como herramienta de enseñanza complementaria.

La aplicación exitosa de esta tecnología promete fortalecer la formación odontológica, ofreciendo una vía efectiva para mejorar destrezas específicas sin riesgos para pacientes, destacando su potencial para la educación clínica.

**AGRADECIMIENTOS.** Agradecemos a Rocío Velez y Diana Muñoz del Centro de Innovación Docente UDD, por su constante apoyo en esta investigación. La presente investigación fue realizada gracias a los Fondos para Proyectos de Investigación en Docencia de pregrado, del Centro de Innovación Docente (CID) de la Universidad del Desarrollo.

**QUEYRIE, G. & ALONZO, K.** Virtual tools to increase accuracy in endodontic student training. *Int. J. Odontostomat.*, 18(4):470-475, 2024.

**ABSTRACT:** Haptic simulation has been proposed as a valid methodological tool for dental students in order to acquire the necessary psychomotor skills that are needed for their clinical practice on humans. Available scientific evidence presents qualitative studies of the perception from both students and teachers with a favorable reception. Quantitative evidence utilizes different types of simulators and methods to calculate student performance and improvements in skill acquisition. The aim of this study was to compare the level of accuracy in performing an endodontic access cavity on a lower premolar using the VirtEasy Classic Full Immersion haptic simulator (VirtEasy Dental V2 in VR) by third-year endodontic students at both the beginning and end of Universidad del Desarrollo's (UDD) dentistry endodontic program of year 2023. The proposed hypothesis was that the accuracy of students in the 2023 UDD dentistry endodontic course would effectively improve with practice on the virtual haptic simulator. The results showed an improvement in accuracy of 31.6 % at the end of the training period while performing the same access cavity. This information could be relevant for other universities or teaching groups as they might consider haptic simulation in their study programs as a method that aids and promotes the development of fine motor skills and patient safety.

**KEY WORDS:** haptic simulation, psychomotor skills, endodontic training.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajaj, R.; Naguib, G.; Banjar, A. & Abuzinadah, A. A preliminary study in using computerized dental simulators to train students at Faculty of Dentistry, King Abdulaziz University. *JKAU Med. Sci.*, 21(4):39-53, 2014.
- Al-Saud, L. M.; Mushtaq, F.; Allsop, M. J.; Culmer, P. C.; Mirghani, I.; Yates, E.; Keeling A. & Manogue, M. Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator. *Eur. J. Dent. Educ.*, 21(4):240-7, 2017.
- Asociación Médica Mundial. *Declaración de Helsinki de la AMN - Principios Éticos para las Investigaciones Médicas en Seres Humanos*. Ferney-Voltaire, Asociación Médica Mundial, 2017. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Coro Montanet, G.; Gómez Sánchez, M. & Suárez García, A. Haptic simulators with virtual reality environments in dental education: A preliminary teaching diagnosis. *Rev. Innov. Educ.*, (18):14-21, 2017.
- Cuevas, A. & Silva, T. Diagnóstico de habilidades psicomotoras en estudiantes de primer año de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae, <https://repositorio.uft.cl> 2017.
- Escobar-Castillejos, D.; Noguez, J.; Neri, L.; Magana, A. & Benes, B. A review of simulators with haptic devices for medical training. *J. Med. Syst.*, 40(4):104, 2016.
- Farag, A. & Hashem, D. Impact of the haptic virtual reality simulator on dental students' psychomotor skills in preclinical operative dentistry. *Clin. Pract.*, 12(1):17-26, 2022.

- Fernández-Sagredo, M.; Barrios-Penna, C.; Torres-Martinez, P.; Saéz-Espinoza, R. & Fonseca-Molina, J. Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional. *FEM Rev. Fundac. Educ. Med.*, 23(2):89-94, 2020.
- Gaba, D. M. Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ*, 320(7237):785-8, 2000.
- Koo, S.; Kim, A.; Donoff, R. B. & Karimbux, N. Y. An initial assessment of haptics in preclinical operative dentistry training. *J. Investig. Clin. Dent.*, 6(1):69-76, 2015.
- Mahmoud, B.; Ward, M. & Heather, A. Students' evaluation of a 3DVR haptic device (Simodont®). Does early exposure to haptic feedback during preclinical dental education enhance the development of psychomotor skills? *Int. J. Dent. Clin.*, 6(2):e3, 2014.
- Makransky, G.; Bonde, M. T.; Wulff, J. S.; Wandall, J.; Hood, M.; Creed, P. A.; Bache, I.; Silahtaroglu, A. & Nørremølle, A. Simulation based virtual learning environment in medical genetics counseling: an example of bridging the gap between theory and practice in medical education. *BMC Med. Educ.*, 16:98, 2016.
- Martensen, R. The history of bioethics: an essay review. *J. Hist. Med. Allied Sci.*, 56(2):168-75, 2001.
- Morón Araujo, M. *Simuladores virtuales: una herramienta para la educación odontológica actual. Revisión integrativa*. Univ. Odontol., 39, 2020. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/view/32452>
- Perry, S.; Bridges, S. M. & Burrow, M. F. A review of the use of simulation in dental education. *Simul. Healthc.*, 10(1):31-7, 2015.
- Roy, E.; Bakr, M. M. & George, R. The need for virtual reality simulators in dental education: A review. *Saudi Dent. J.*, 29(2):41-7, 2017.
- Thoumi, S. *Técnicas de la Motivación Infantil*. Bogotá, Ediciones Gamma, 2003.
- Zuñiga-Mogollones, M.; Ferri-Sánchez, G. & Baltera-Zuloaga, C. Evaluación de la motivación académica tras implementar simulación háptica en estudiantes de primer año de la Universidad San Sebastián, en Santiago de Chile. *FEM Rev. Fundac. Educ. Med.*, 21(3):137-41, 2018.

Dirección para correspondencia:  
Dra. Gaby Queyrie Henry  
Endodoncia - Microscopía Clínica  
Profesor Asociado Endodoncia UDD  
Av. Kennedy 7100 of 409  
Santiago  
CHILE  
E-mail: [gqueyrie@udd.cl](mailto:gqueyrie@udd.cl)