



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA
RESTAURADORA**

**“COMPARACIÓN DE REALISMO EN EL PROCEDIMIENTO DE REMOCIÓN DE
CARIES ENTRE DOS MÉTODOS SIMULADOS: REALIDAD VIRTUAL HÁPTICA
Y DIENTES DE MARFILINA; REALIZADO POR DOCENTES DEL ÁREA DE
OPERATORIA DE LA FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA DE LA UNIVERSIDAD
DE CHILE.”**

Rodrigo Eduardo Osorio Larraín

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dra. Claudia Sommariva Miranda

TUTOR ASOCIADO

Dra. Verónica Tapia M.

ASESOR EXPERTO

Dr. Camilo de la Jara P.

**Adscrito a Proyecto FaDop-2013
Santiago – Chile
2017**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA**

**“COMPARACIÓN DE REALISMO EN EL PROCEDIMIENTO DE REMOCIÓN DE
CARIES ENTRE DOS MÉTODOS SIMULADOS: REALIDAD VIRTUAL HÁPTICA
Y DIENTES DE MARFILINA; REALIZADO POR DOCENTES DEL ÁREA DE
OPERATORIA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD
DE CHILE.”**

Rodrigo Eduardo Osorio Larraín

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dra. Claudia Sommariva Miranda

TUTOR ASOCIADO

Dra. Verónica Tapia M.

ASESOR EXPERTO

Dr. Camilo de la Jara P.

**Adscrito a Proyecto FaDop-2013
Santiago – Chile
2017**

A mi padre y casi colega, Dr. Eduardo Osorio Álvarez.

Agradecimientos

El camino ha sido largo y pedregoso, lleno de obstáculos, penas y alegrías. Esta tesis representa el fruto de tanto esfuerzo durante mi paso universitario.

A mi familia, gracias a todos por el cariño y apoyo. No habría sido posible llegar a esta instancia sin la ayuda incondicional de mis padres, quienes siempre han estado con la palabra justa y el apoyo que me impulsaron a seguir adelante, vaya para ellos mi más infinito agradecimiento. Sé cuánto esfuerzo pusieron para ayudarme a llegar a esta etapa. Agradezco también a Alejandro, mi hermano, que siempre tuvo la disposición y paciencia tolerando mis estados de ánimo y ayudándome siempre que pudo en los momentos difíciles. A mis tías, tíos y primos siempre atentos para lo que necesitara.

A mis profesores, la Dra. Sommariva, Dra. Osorio, Dr. Estay por sus consejos, simpatía, cariño, dedicación, preocupación y paciencia.

A Mariel, por todo su cariño, ayuda y apoyo.

A mis compañeros y amigos, Katy, Vero, Pasi, Cata, Charli, Viki, Chobal, Pedro, con quienes compartí momentos de tristeza y alegría en todo este proceso. Un camino se termina, y nuevas rutas se abren paso para cada uno de nosotros, me alegra haberlos conocido, y saber que la amistad aquí no termina.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO:	3
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
RESULTADOS	27
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	48

RESUMEN

Introducción: En el contexto de preparar futuros odontólogos, la simulación clínica ha sido una herramienta fundamental para la adquisición de conocimientos y habilidades sicomotoras. Como parte del Proyecto presentado al Fondo de apoyo a la docencia de Pregrado (FaDop-2013) y con el fin de mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes a través de nuevas tecnologías, la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile adquirió un simulador virtual 3D háptico. Este estudio tiene como objetivo evaluar y comparar el realismo que ofrece el simulador virtual como herramienta pre-clínica en el área de operatoria dental al realizar el procedimiento de remoción de caries, con el realizado en dientes de marfilina.

Metodología: Un grupo de docentes con experiencia clínica del área de Operatoria de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile realizó el procedimiento de remoción de caries en dientes 1 6 y 3 4 tanto en el simulador virtual, como en dientes de marfilina con lesiones de caries simuladas de fábrica. Luego de esto, los participantes contestaron una encuesta semi estructurada y una de preguntas abiertas en relación a la percepción de realismo que otorgaron ambos métodos simulados. Para el análisis de significancia estadística se utilizó el test exacto de Fisher.

Resultados: De un total de 14 participantes, se determinó que el nivel de percepción de realismo fue superior para los dientes de marfilina, pero no es estadísticamente significativo en relación al simulador virtual háptico al realizar el procedimiento de remoción de caries.

Conclusiones: La percepción de realismo es similar en ambos métodos en el procedimiento de remoción de caries. Ambos ofrecen un nivel de realismo medianamente alto en el procedimiento de remoción de caries para dientes 1 6 y 3 4.

INTRODUCCIÓN

La educación es un derecho humano fundamental, esencial para poder ejercitar todos los demás derechos, promueve la libertad y la autonomía personal, y genera importantes beneficios para el desarrollo (UNESCO, 2012).

En el ámbito universitario hoy en día se propone el método de enseñanza-aprendizaje basado en competencias. La implementación del enfoque de competencias en la enseñanza universitaria supone situarla en conformidad con las nuevas necesidades y demandas que se derivan de la sociedad de la información (López, 2009).

En la actualidad se realizan procedimientos tecnológicos, como la simulación, con el fin de lograr la enseñanza objetiva y sistemática de las habilidades psicomotoras y cognitivas propias de una profesión como la Odontología (Ortega y cols., 2010).

La simulación es la representación artificial de procesos reales. En carreras biomédicas, consiste en situar a un estudiante en un contexto que imite algún aspecto de la realidad clínica, con el fin de entrenar al individuo y/o evaluar sus habilidades. Crea un ambiente ideal para la educación, debido a que las actividades se diseñan para que sean predecibles, consistentes, estandarizadas, seguras y reproducibles (Ortega y cols., 2010; Corvetto y cols., 2013).

Una de las enfermedades más prevalentes en el ámbito odontológico es la caries, en Chile y en el mundo, a un alto porcentaje de la población, la que aumenta sostenidamente con la edad, donde casi un 100% de los adultos la padecen (Minsal, 2003; OMS, 2012). Es por esto, que el procedimiento de remoción de lesiones de caries de la estructura dentaria resulta muy importante dentro del aprendizaje en odontología. El manejo de la caries dental desde el conocimiento del proceso de la enfermedad de caries y las lesiones de caries son principios básicos del quehacer odontológico.

Para obtener destrezas y habilidad en la formación pre-clínica en el ámbito odontológico, la simulación tradicional utiliza un tipodonto, el que corresponde a un modelo de la boca con arcos dentarios articulados entre sí cuyos dientes simulados poseen características tecnológicas adecuadas para distintos procedimientos odontológicos, los cuales se montan en cabezas o fantomas con mejillas artificiales, diseñados para ser utilizado en la educación dental (Nunez y cols., 2012). Este tipo de simulación tradicional contrasta con modelos tecnológicos más avanzados como los simuladores integrados a sistemas computacionales. Estos últimos, permiten desarrollar competencias técnicas y específicas profesionales, logrando simular casos clínicos más complejos y mejor caracterizados, llevando un registro acabado del desempeño del estudiante y cada vez más cercanos a la realidad. (Abellán y cols., 2012). Hoy en día, lo más moderno y avanzado corresponde a la realidad virtual y el uso de simuladores con respuesta háptica. La palabra “háptica” hace referencia al sentido del tacto. Su interfaz es un dispositivo que permite al usuario interactuar con una computadora a través de la retroalimentación táctil.

Cabe destacar también, que esta tendencia a la innovación corresponde a su vez a un período de globalización de la educación, en busca de nuevas estrategias de enseñanza, con el fin de optimizar métodos que favorezcan la evaluación profesional en aras de la homologación de saberes y revalidación profesional (Abellán y cols., 2012).

MARCO TEÓRICO:

Durante la primera mitad del siglo XX, los alumnos eran contemplados tan solo como unas máquinas de adquirir respuestas, un ente más bien pasivo dentro de su formación. Eran considerados como una tábula rasa, es decir, sus mentes son como una tablilla en la que no hay escrito y a las que se les va proporcionando el conocimiento. Así, si el rol del profesor era transmitir conocimientos, el del alumno era ser un receptor atento para ir acumulando ese conocimiento y reproducirlo lo más fielmente posible. Este modelo tenía su razón de ser, ya que el acceso al conocimiento fue algo escaso durante muchos siglos (Jerez y cols., 2015).

Sin embargo, en el mundo actual hay ciertas condiciones y factores que influyen sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, que demandan una mirada diferente (Jerez y cols., 2015).

En el ámbito universitario hoy en día se propone el método de enseñanza-aprendizaje basado en competencias. Concebido como moderno, este método es obtenido a partir de la formación profesional o la gestión y capacitación de recursos humanos, orientado a los cambios de la sociedad del siglo XXI. La implementación del enfoque de competencias en la enseñanza universitaria supone situarla en conformidad con las nuevas necesidades y demandas que se derivan de la sociedad de la información (López, 2009).

Se presenta, por tanto, como una metodología didáctica innovadora que promueve un aprendizaje activo, reflexivo y auténtico basado en la investigación colaborativa de los estudiantes tomando como base distintas fuentes de información (López, 2009).

Las competencias en la educación pueden definirse como la convergencia entre los conocimientos de la disciplina, las habilidades genéricas y la comunicación de ideas en distintas áreas de las ciencias biomédicas. Las habilidades genéricas especifican lo que se debe hacer para construir una

competencia u obtener un resultado o un desempeño: trabajo de equipo, planteamiento de problemas, encontrar y evaluar la información, expresión verbal y escrita, uso de las nuevas tecnologías y resolución de problemas. En la educación basada en competencias, éstas dirigen el sentido del aprendizaje, quien aprende lo hace desde la intencionalidad de producir o desempeñar algo, involucrándose con las interacciones de la sociedad (Argudín, 2007).

La visión, la precisión y las habilidades motoras sensoriales son esenciales para llevar a cabo diferentes procedimientos en Odontología. Se ha demostrado la importancia del entrenamiento repetitivo y la práctica de habilidades manuales finas en la mejora del rendimiento y la percepción espacial de los estudiantes previo a la atención de pacientes reales. Esto se realiza mediante simulaciones dentales (Bakr y cols., 2012).

Esto concuerda con lo que Benjamin Bloom afirmaba a mediados del siglo XX. En efecto, a través de su Taxonomía, Bloom propuso que el aprendizaje encajaba en uno de los tres dominios psicológicos (cognitivo, afectivo y psicomotor), el cognitivo, se explicaba que no se puede entender un concepto si primero no se recuerda, de manera similar, no se pueden aplicar conocimientos y conceptos si primero no se entienden (Anderson y Krathwohl, 2001). Así, la simulación y su aplicación en el aprendizaje es producto de un continuo que comienza en Habilidades de Pensamiento de Orden Inferior (LOTS por su sigla en inglés) y que va hacia las Habilidades de Pensamiento de Orden Superior (HOTS por su sigla en inglés) (Taxonomía de Bloom **Fig. 1**). Es por esto que, en simulación, es muy importante saber y entender para luego poder aplicar.



Figura 1. Categorías de la Taxonomía de Bloom

La simulación es una técnica, no una tecnología, con el propósito de reemplazar o ampliar las experiencias reales con otras guiadas, a menudo en una naturaleza inmersiva, que evoca o replica aspectos sustanciales del mundo real de una manera totalmente interactiva. "Inmersiva" en el sentido de que los participantes tienen que estar realizando una acción, procedimiento o intervención como si fuese en el mundo real (Gaba, 2004). Es por esto que, gracias a los distintos sistemas de simulación o simuladores existentes hoy en día, es posible reproducir diferentes aspectos del paciente humano, con distintos niveles de realismo, los cuales dependerán de cuánto se asemejen a la realidad, sin los inherentes riesgos que implica tratar con pacientes y pudiendo replicarlo múltiples veces (Bradley, 2006).

Realismo en simulación

Según la Real Academia Española, realismo es definido como la conducta o forma de ver los hechos o las cosas tal como son en realidad, sin ningún idealismo.

El concepto de fidelidad de los simuladores o de una simulación se ha utilizado para definir el grado de realismo de los modelos y de la experiencia en la que se usan, dividiéndolos en tres niveles:

1. Simulación de baja fidelidad: Modelos que simulan sólo una parte del organismo, usados generalmente para adquirir habilidades motrices básicas en un procedimiento simple o examen físico
2. Simulación de fidelidad intermedia: Se combina el uso de una parte anatómica, con programas computacionales de menor complejidad que permiten al instructor manejar variables fisiológicas básicas con el objetivo de lograr el desarrollo de una competencia. La simulación de complejidad intermedia necesariamente pasa por apoyo computacional.
3. Simulación de alta fidelidad: Se logra integrar múltiples variables fisiológicas que permiten representar escenarios clínicos realistas que permiten al

participante sentirse inmerso en ellos como si de un escenario real se tratase, un ejemplo de esto son los maniqués de tamaño real, manejados computacionalmente que simulan aspectos anatómicos y fisiológicos (Corvetto y cols., 2013).

Las aplicaciones y metodologías de simulación son múltiples, al igual que las áreas de entrenamiento que ellas cubren. Alinier describió una tipología que clasifica las herramientas y técnicas educacionales que se utilizan en simulación, agrupándolas en 6 niveles tecnológicos, con el fin de explicar cada metodología, las habilidades que se logran y el uso habitual que se le da a cada una ellas (Alinier, 2007; **Tabla 1**).

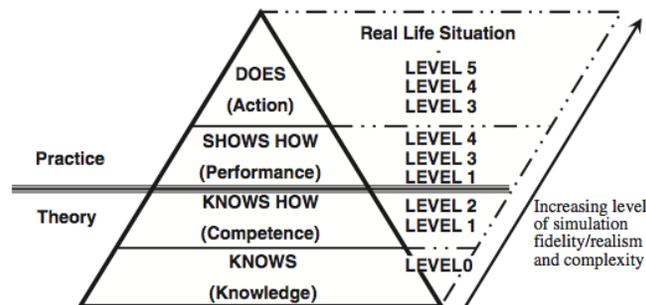
	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Técnica de simulación	Simulaciones escritas	Simuladores de baja fidelidad, <i>part task</i> trainers y maniqués básicos	Simuladores de pantallas computacionales, simuladores virtuales y simuladores quirúrgicos	Pacientes estandarizados	Simuladores de fidelidad intermedia y maniqués de tamaño real no totalmente interactivos	Simuladores de alta fidelidad y maniqués de tamaño real totalmente interactivos
Habilidades que se logran	Cognitivas pasivas	Psicomotoras	Cognitivas interactivas	Psicomotoras, cognitivas e interpersonales	Parcialmente interactivas, psicomotoras, cognitivas e interpersonales	Interactivas, psicomotoras, cognitivas e interpersonales
Uso habitual	Manejo y diagnóstico de pacientes Evaluación	Práctica de habilidades	Manejo clínico de habilidades cognitivas	Igual que nivel 2 Realización de examen físico, diagnóstico y manejo de pacientes	Igual que nivel 3 Habilidades en procedimientos Entrenamiento de simulación "full-scale"	Igual que nivel 4

Tabla 1. Tipos de metodologías de simulación. (Adaptado de Alinier, Medical Teacher, 2007; extraído de Corvetto y cols. 2013)

Por lo anteriormente mencionado, un método de simulación será más efectivo como herramienta educativa en la medida que se asemeje más a la realidad clínica que enfrentará el estudiante en su quehacer clínico profesional, es decir, mientras más realista es el método simulado usado, mejor será la experiencia a la que ha sido expuesta el estudiante para su aprendizaje, según su etapa de formación.

Para que esto no ocurra, cada experiencia debe ir aumentando en dificultad y realismo. Para esquematizarlo se propone que cada nivel en la tecnología de simulación se corresponda con una etapa en la formación de un profesional competente según la pirámide de Miller (**Fig. 2**) (Alinier, 2007).

Figura 2. A cada nivel de fidelidad, realismo y complejidad en la simulación, corresponde una etapa en la formación de un profesional competente.



La pirámide de Miller muestra las etapas que debe escalarse para considerar una competencia desarrollada. Las dos primeras etapas (base) están evidentemente relacionadas con lo cognitivo y las dos superiores con el comportamiento (Miller, 1984).

Es relativamente obvio, que los niveles denominados “saber” y “saber como” podrían enseñarse y evaluarse a través de instrumentos tradicionales. Por lo que no requiere una herramienta de simulación de un alto grado de complejidad y realismo. La práctica, definida como la capacidad y ésta operacionalizada como las acciones sobre contenidos ejecutados en torno a tareas que cobran sentido siempre y cuando estén en un contexto adecuado, son factibles de ser enseñados-evaluados mediante un nivel mayor de realismo en la simulación (Pantoja, 2012).

Enseñanza y desarrollo de destrezas sicomotoras en odontología

Hoy en día, la formación de los estudiantes de odontología consta de una serie de etapas: una en que son enseñadas las bases teóricas y científicas sobre los procesos que afectan al cuerpo humano en general y al territorio bucomáxilofacial; luego otra de formación y adiestramiento preclínico en que se adquieren habilidades, destrezas y conocimientos necesarios para la realización de procedimientos clínicos; y finalmente una etapa clínica, en la que los estudiantes realizan tratamientos odontológicos en pacientes bajo la supervisión de tutores especialistas, integrando las habilidades y conocimientos adquiridos, para terminar con una práctica profesional.

En la actualidad, los métodos tradicionales de simulación para que los alumnos de odontología adquieran y practiquen destrezas clínicas se realizan en: el laboratorio, limitándose a procedimientos no realistas utilizando losetas de apresto, dientes plásticos (o extraídos) colocados en fantomas que simulan de mejor manera lo que es la atención de pacientes (Rhienmora y cols., 2010; Bakker y cols., 2010).

Las losetas de apresto son utilizadas en etapas iniciales de formación pre-clínica. Otorgan retroalimentación formativa a través de la preparación de patrones específicos a distintas profundidades en un bloque de acrílico, con la finalidad de desarrollar coordinación mano-ojo y el dominio inicial de instrumentos rotatorios. La Corporación Whip Mix (Louisville, KY, USA) ha desarrollado un material didáctico conocido como Learn-A-Prep II (LAP II, **Fig. 3**), una loseta que utiliza diferentes colores y dureza del material para imitar el esmalte, la dentina y tejido de la pulpa. El objetivo general del diseño es fomentar la comprensión del movimiento a través del espacio vertical y horizontal desarrollando la habilidad de crear preparaciones tridimensionales precisas. Además, la variación de espesores y dureza del material mejora la discriminación temprana del sentido del tacto y el conocimiento de las dimensiones aproximadas de profundidades anatómicas dentales (Boushell y cols., 2011).

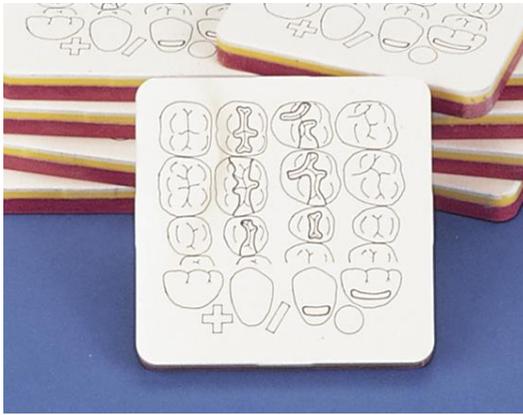


Figura 3. Patrones en la superficie del esmalte diseñados para proporcionar el desarrollo de la motricidad fina, así como imitar preparaciones dentales Clase I, II y V.

Otro de los recursos utilizados en la obtención de destrezas de manera más realista y habilidad en la formación pre-clínica, es el uso de tipodontos (**Fig. 4**). Un tipodonto corresponde a un modelo de la boca: son arcos dentarios articulados entre sí con dientes simulados que poseen características tecnológicas adecuadas para distintos procedimientos odontológicos, los cuales se montan en cabezas o fantomas con mejillas artificiales, diseñados para ser utilizado en la educación dental. Con, el avance de la tecnología éstos se han acercado a la atención del paciente en vivo, pues simulan durezas, colores, texturas, anatomía. En efecto, el entrenamiento de simulación es seguro (elimina riesgo para los pacientes), bien controlado (un conjunto prescrito de condiciones se crea con facilidad), y uniforme para todos los estudiantes que utilizan el mismo sistema, es decir, expone a todos los estudiantes a la misma situación clínica simulada. Si bien son una herramienta educativa y que es ampliamente utilizada para la enseñanza de la odontología no es un predictor de los resultados que los estudiantes obtendrán en el paciente real (Nunez, 2012).

Los dientes simulados de distintas casas comerciales son un modelo de capacitación comprensivo básico de las estructuras dentales, que permite la preparación operatoria, a través de los distintos elementos destinados para ello (fresas de carburo-tungsteno, piedras de diamante, etc). El papel que juegan los dientes simulados en la mejora de la educación dental es importante, ya que pone a disposición de los profesionales dentales una gran gama de modelos para la práctica dental. Además, resultan un apoyo físico y práctico en la explicación de

ciertas problemáticas y patologías que afectan a los dientes como lo es la caries dental (Nissin Dental Products Inc., 2016).



Figura 4: Tipodonto (Nissin®)

Desde mediados de la primera década del 2000 están disponibles dientes de marfilina, que son capaces de simular lesiones de caries y presentan durezas que simulan las de esmalte, dentina y caries.

Simulación virtual en la adquisición de destrezas sicomotoras

La tecnología de simulación está siendo usada cada vez más para mejorar la educación en el cuidado de la salud. La tecnología de la realidad virtual ha introducido todas sus ventajas al servicio de la educación en salud y permite un mejoramiento más avanzado en el arte y la técnica de la simulación dental (Rhienmora y cols., 2011).

El uso de la simulación se ha propuesto como el siguiente paso importante en la evolución de la enseñanza de las ciencias de la salud. El progreso de hardware y software ha llevado al desarrollo de mundos virtuales que apoyan el campo de la simulación avanzada. La realidad virtual (RV) crea escenarios ficticios utilizando modelos matemáticos y programas computacionales, lo que permite a los usuarios moverse en este mundo de una manera similar a la vida real.

Aunque ha sido ampliamente utilizado desde hace tiempo en otros campos como la formación aeronáutica y las telecomunicaciones, la tecnología de realidad virtual sólo se ha propuesto recientemente como una poderosa herramienta para la educación de los profesionales de la salud. La educación dental, por sobre otras escuelas profesionales de la salud, es la disciplina que más podría beneficiarse con el uso de la RV, dado que una proporción significativa de la educación dental pre-clínica se dedica a la enseñanza de habilidades psicomotoras clínicas (Suebnuarn y cols., 2009; Bakker y cols., 2010).

Los dientes virtuales simulados se parecen a los dientes humanos extraídos más que los dientes de marfilina y pueden ser considerados más realistas. (Boer y cols., 2015). Un simulador virtual odontológico, que incorpora la sensación táctil o háptica, fue desarrollado parcialmente usando tecnología de la industria de simulación aeronáutica y tiene la habilidad, según el software usado, de, por ejemplo, simular la remoción de caries y el pulido y terminación de restauraciones dentales (Perry y cols., 2015).

La incorporación de sensación táctil les permitiría a los usuarios tocar y sentir objetos como instrumentos quirúrgicos u órganos humanos en un ambiente virtual, y realizar operaciones como presionar, pulir y cortar tejidos suaves o duros con un feedback realista de fuerza. (Rhiemora y cols., 2010)

El simulador virtual, consiste en un brazo robot con feedback de fuerza conectado a un software de tal manera que cada movimiento del brazo se visualiza en una pantalla, reemplazando las condiciones de laboratorio tradicionales por un entorno virtual de aprendizaje realista (Bakker y cols., 2010).

En este estudio se utilizó el simulador virtual Simodont®. Éste se ha presentado como un simulador dental de alta calidad y de alta fidelidad, que permite entrenar a futuros dentistas en procedimientos dentales operativos en un entorno virtual realista mientras reciben información sensorial háptica, visual, de audio y “feedback” de fuerza con precisión sobre los procedimientos llevados a cabo (Vervoorn y Wesselink, 2009; **Fig. 5**).

La palabra “háptica” hace referencia al sentido del tacto. La interfaz háptica es un dispositivo que permite al usuario interactuar con una computadora a través de la retroalimentación táctil. Ésta significa “relacionado a”, o proveniente del sentido del tacto y el sentido literal de la háptica es "Si lo sujeto, lo toco". Esta retroalimentación se obtiene con la ayuda de un manipulador electromecánico que aplica un grado de fuerza que se opone al usuario a lo largo de los ejes x, y, z en el espacio. (Suebnuarn y cols. 2010; Bakr y cols. 2012)



Figura 5.
Entrenador
Dental
Simodont®,
de Moog.

Las principales características de este simulador son la tecnología de control avanzado dado por un paradigma control de entrada única usando un sensor de fuerza para una sensación de alta fidelidad; una interfaz de software flexible, que proporciona la máxima flexibilidad en la creación de nuevas aplicaciones; una fuerte fiabilidad por la tecnología probada y

el algoritmo de control patentado que permite el espectro completo de movimientos desde fuerzas muy altas a fuerzas muy delicadas.

El entrenador dental ofrece una alta gama de simulación y de formación dental. Se trata de un completo sistema de formación probado para escuelas dentales que se compromete a ayudar a que los estudiantes progresen más rápido que con los métodos tradicionales y que los profesores puedan seguir el progreso y el plan de trabajo de los estudiantes de manera eficiente (Forsell, 2011).

Entre las ventajas de la metodología de educación dental con simulador de RV háptica en comparación con la tradicional con dientes de marfilina podemos destacar, que es más fácil evaluar y medir el rendimiento de la habilidad clínica de manera objetiva y es muy fácil interactuar con los sistemas computacionales para los estudiantes actuales. Además, se eliminan riesgos inherentes al uso de

instrumentos rotatorios y manuales de la consulta odontológica, como accidentes corto-punzantes con cucharitas para caries, fresas o piedras de diamante, esquirlas o restos de material proyectados, entre otros. Por otro lado, las ventajas de la simulación tradicional con dientes de marfilina frente a la simulación dental con simulador de RV háptica podemos destacar el uso de los instrumentos rotatorios y manuales reales, tal como se utilizan en la práctica clínica profesional.

En el futuro, en la medida que los simuladores de RV háptica sean implementados en las universidades, los estudiantes de odontología podrán practicar cada vez que quieran, evaluando su desempeño continuamente por el simulador hasta que alcancen el dominio práctico de la tarea deseada y seleccionada como lo es actualmente en los Países Bajos, en donde se ha desarrollado un simulador virtual y en donde es utilizado como herramienta de entrenamiento en los estudiantes de Odontología (Suebnuarn y cols., 2009; Bakker y cols., 2010; Rhienmora y cols., 2010; Rhienmora y cols., 2011; Liu y cols., 2012).

Simulación en Operatoria Dental.

Dentro de las enfermedades más prevalentes en el ámbito odontológico en primer lugar se encuentra la caries que afecta, en Chile y en el mundo, a un alto porcentaje de la población, aumentando sostenidamente con la edad (Minsal, 2003). Entonces, el procedimiento de remoción de lesiones de caries de la estructura dentaria es vital dentro del aprendizaje en odontología. El manejo de la caries dental desde el conocimiento del proceso de la enfermedad de caries y las lesiones de caries son principios básicos del quehacer odontológico.

Características de los tejidos dentarios naturales

El esmalte dental es el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor, desde el límite amelodentinario (LAD) a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal. Cubre a modo de casquete a la dentina en su porción coronaria. La dentina por su parte, constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria e interiormente, delimita una cavidad, denominada cámara pulpar, que contiene a la pulpa dental. La dureza de la dentina está determinada por su grado de mineralización. Y es mucho menor que la del esmalte, y algo mayor que la del hueso y el cemento dental (Gómez de Ferraris y Campos, 2002).

En 1972 Fusayama y Terashima, denominaron dentina infectada a la capa exterior de la dentina cariada y dentina afectada para la capa subyacente de la misma (Henostroza, 2007).

- Dentina infectada: Corresponde a la porción externa de la dentina cariada. Es de consistencia blanda, aspecto húmedo y color amarillo-marrón, semejante a un queso, esta irreversiblemente desnaturalizada y desmineralizada y contiene una alta concentración de microorganismos (Henostroza, 2007).
- Dentina afectada: Corresponde a la porción interna de la dentina cariada. Es una dentina que presenta alterada su estructura, con dureza parcialmente mantenida, contiene el 0.1% de bacterias. La matriz de colágeno se presenta intacta o afectada de modo reversible, por lo tanto, se considera una dentina remineralizable. (Henostroza, 2007). En esta estructura desmineralizada existe un cambio de coloración evidente, el cual se relaciona con su componente orgánico, e implica una interacción entre las proteínas de la dentina y los pequeños aldehídos producidos por las bacterias; esta reacción se ha descrito como de Maillard (Bjørndal y Larsen, 2000).

Tradicionalmente, la caries que afecta la dentina puede ser removida mecánicamente con fresas, excavadores manuales y abrasión por aire. Las piedras de diamante y fresas de carburo-tungsteno no discriminan en su remoción de tejidos cariosos y pueden remover tanto dentina infectada como dentina afectada de caries simultáneamente, con la posible extensión bajo la línea de dentina sana (Yip y Samaranayake, 1998).

De esta manera, es fundamental la enseñanza del procedimiento de remoción de caries, esta se puede simular actualmente con distintos grados de realismo, dientes simulados en tipodontos pudiendo utilizar fresas de carburo-tungsteno, fresas de polímero inteligentes, cucharetas para caries y también dientes e instrumentos simulados en simuladores virtuales.

Pregunta de investigación:

Dados los antecedentes anteriormente expuestos, ¿se podrá afirmar que la simulación con realidad virtual tendrá una percepción de realismo igual que la simulación tradicional, para el procedimiento de remoción de caries ejecutado por docentes del área de Operatoria Básica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile?

El propósito de esta investigación fue determinar cuán capaz es el simulador virtual háptico háptico de recrear situaciones del quehacer odontológico, como lo es la remoción de caries por medio de instrumentos rotatorios, como fresas de carburo tungsteno y piedras de diamante, y manuales, para compararlo con los métodos de simulación tradicionales, este caso, con dientes de marfilina y su percepción por docentes profesionales odontólogos anteriormente mencionados.

HIPÓTESIS

No existe diferencia en la percepción de realismo al realizar eliminación de caries simulada con visión directa e instrumento rotatorio entre el sistema Simodont® y dientes de marfilina A27A de Nissin® realizada por odontólogos docentes con experiencia clínica.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la percepción de realismo del proceso de remoción de caries realizado entre dos métodos simulados: Simulador Virtual Simodont® y dientes de marfilina simulados con caries, ejecutado por docentes del área de Operatoria de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a. Determinar la percepción de realismo que otorga el simulador virtual Simodont® durante el procedimiento de remoción de caries realizado por docentes con experiencia clínica.
- b. Determinar la percepción de realismo que otorga dientes de marfilina simulados con caries durante el procedimiento de remoción de caries realizado por docentes con experiencia clínica.
- c. Comparar cuál de los métodos simulados de remoción de caries presenta mayor grado de realismo al ser comparados con la situación clínica real.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se evaluó la percepción sobre el uso del simulador virtual en el proceso de remoción de caries por parte de docentes profesionales odontólogos en cuanto al realismo que éste es capaz de lograr y compararlo con el mismo procedimiento realizado en dientes simulados de marfilina.

Diseño del estudio

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo descriptiva, cualitativa y cuantitativa.

Población

El universo de participantes corresponde a académicos del Departamento de Odontología Restauradora del área de Operatoria clínica y pre-clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile correspondiente a 25 docentes.

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue de 14 participantes de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- Ser Cirujano Dentista docente de Operatoria Básica o pre clínica al menos por 3 años y/o de Operatoria clínica que participe en Simulación para el ejercicio profesional.

Criterios de exclusión

- Tener menos de 5 años de ejercicio profesional.
- Docentes que se encuentren con licencia o permisos de estudios al momento de realizar el estudio.

- Docentes que no pudiesen asistir a la totalidad de sesiones que contemple esta investigación.

Materiales

- Simulador virtual 3D háptico: Simodont®
- Instrumental rotatorio
 - Piedras de diamante de alta velocidad Microdont® nuevas
 - Redonda anillo azul 1,6mm, ISO 806 314 001 524 016
 - Fresa de carbide de baja velocidad Microdont® nuevas
 - Redonda 1,4mm, RA TC0004
- Bandeja con instrumental de examen oral con sonda para caries curva Dentsply Maillefer®
- Cuchareta para caries Dentsply Maillefer®
- Turbina NSK modelo Pana-Max
- Micromotor NSK modelo EX-203C
- Contra ángulo NSK modelo EC
- Dientes Nissin® 1 6 y 3 4. (Nissin® Dental Products INC, modelo A27A)

Procedimiento

Se citó a los docentes de forma individual a la sala de simulación, ubicada en el laboratorio preclínico N°2 del tercer piso del Edificio Docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile

Cada participante debió leer y firmar una carta de consentimiento informado (**Anexo N°2**) aprobada por expertos de la Oficina de Educación Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Posteriormente se realizó una charla explicativa personalizada de 10 minutos de duración, sobre Simulación en la docencia de Odontología, realidad virtual háptica aplicada a la Simulación (**Anexo N°3**), con la finalidad de que comprendieran el alcance del simulador y la enseñanza preclínica con dientes de marfilina. Los participantes tuvieron disponible el manual de uso del simulador

virtual previo a iniciar el procedimiento. (**Anexo N°1**)

Se determinó de forma aleatoria aquellos que realizarían el procedimiento en realidad virtual y los que lo realizarían en dientes simulados de marfilina primero. A partir de esto y a medida que avanzaba la investigación se conformaron de forma virtual dos grupos.

El grupo 1 realizó el procedimiento de remoción de caries en simulación virtual.

Se utilizó el apartado “*Virtual Lab*” (**Fig. 6**) y se seleccionaron dos dientes con lesiones de caries de la sección “*Cariology*” (**Fig. 7**):

- CAR034501, Primer premolar inferior 3 4 FDI.
- CAR144701, Primer molar superior 1 6 FDI.

En ellos se simula una lesión de caries dentinaria de mediana profundidad en dos dientes, en los cuales los participantes debieron realizar el procedimiento de remoción de caries en un tiempo aproximado total de 20 minutos (Kitsahawong Kemporn y cols., 2015).

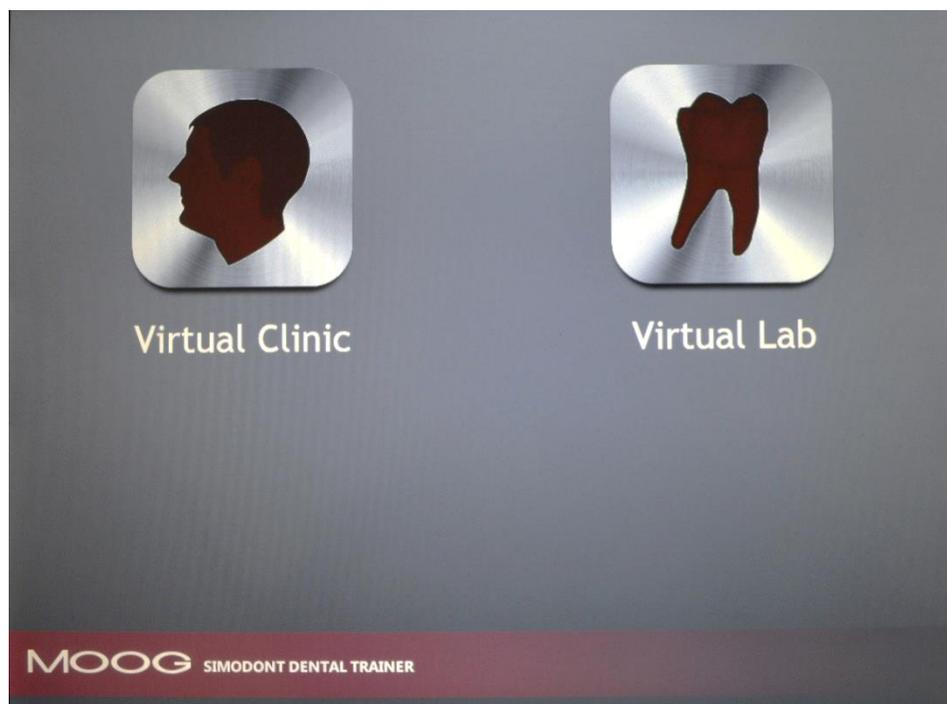


Figura 6. Se utilizó el apartado Virtual Lab para esta investigación



Figura 7. Dientes seleccionados desde la sección *Cariology*

El instrumental rotatorio y manual a utilizar se determinó en conjunto con un tutor docente Odontólogo, según la disponibilidad que presentó el simulador virtual (**Fig. 8 y 9**)

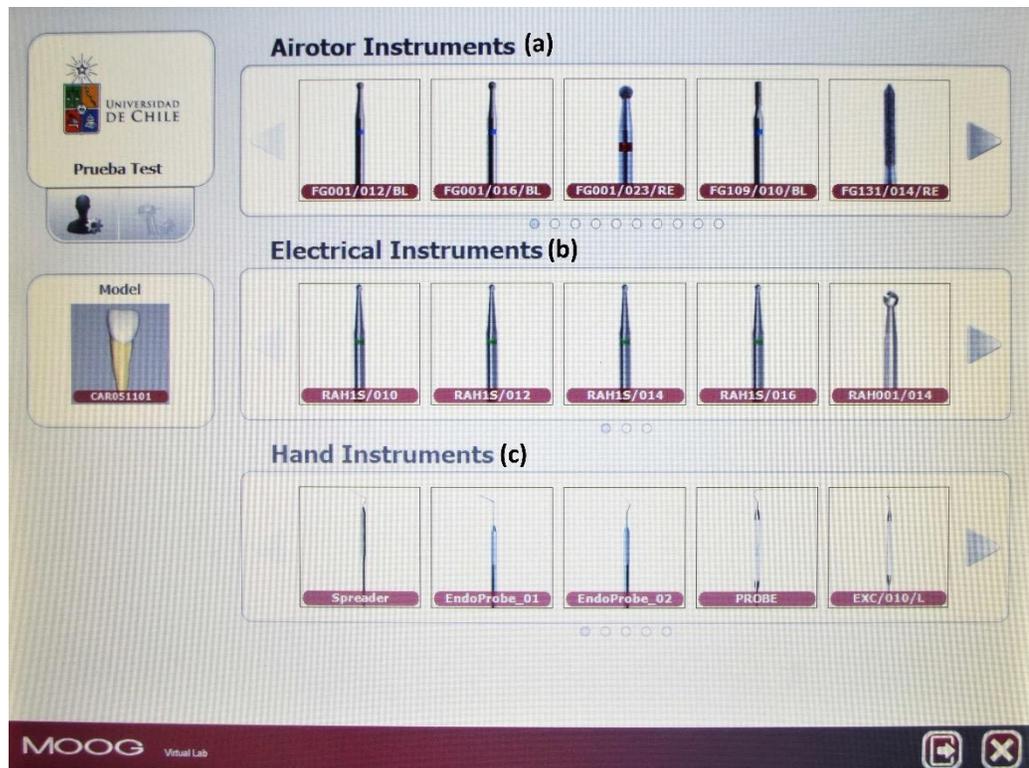


Figura 8. Pantalla de selección de instrumental. (a) Instrumental rotatorio de alta velocidad. (b) Instrumental rotatorio de baja velocidad. (c) Instrumental manual.

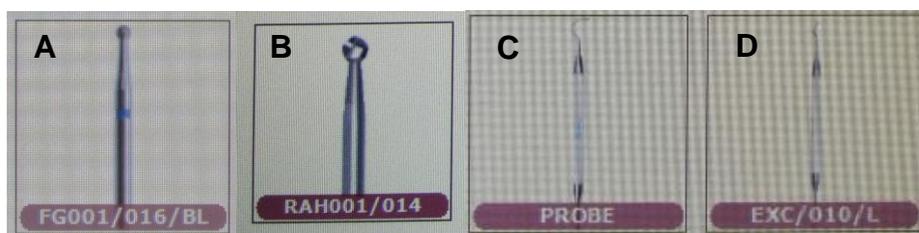


Figura 9. Instrumental rotatorio de alta velocidad: A Piedra redonda 1,6mm diámetro anillo azul; Instrumental rotatorio de baja velocidad: B Fresa redonda de carbide 1,4mm diámetro; Instrumental manual: C y D Sonda curva y cuchareta para caries.

Antes de comenzar se indicó que en ningún momento se evaluaría el procedimiento o resultado de éste, sino que se debía señalar el realismo percibido.

Después de terminado el procedimiento, cada participante respondió un cuestionario post experimental, revisado y aprobado por la Oficina de Educación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, sobre percepción de realismo que brindó la realización del procedimiento mediante el método simulado (**Anexo N°4**).

El cuestionario consta de una serie de preguntas donde se especifica su apreciación de acuerdo al nivel de realismo percibido. Cada una de las preguntas fue valorada en escala desde “Nada realista” (con un valor equivalente a 1) a “Muy realista” (con un valor equivalente a 5) en homologación a la escala de Likert (**Tabla 2**)

Valor	1	2	3	4	5
Escala de Likert	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo, ni de acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Homologación de percepción de realismo	Nada realista	Poco realista	Neutral	Algo realista	Muy realista

Tabla 2. Homologación de escala Likert, aplicada en el cuestionario de apreciación.

De forma paralela, el grupo 2 llevó a cabo el procedimiento de remoción de caries en dientes de marfilina (**Fig. 10**) (Nissin® A27AN-16 y A27AN-34, correspondientes a dientes de marfilina con lesiones de caries de fábrica, los que fueron seleccionados de acuerdo a su similitud en cuanto a anatomía dentaria, profundidad y ubicación de caries con respecto de los dientes disponibles en el simulador virtual con estas características). Cada participante recibió dos dientes (1 6 y 3 4, FDI) en los cuales realizaron el procedimiento de remoción de caries, donde dispusieron un tiempo aproximado de 20 minutos. Luego de terminar, cada docente debió responder un cuestionario post experimental sobre apreciación de realismo del procedimiento realizado (**Anexo N°4**).

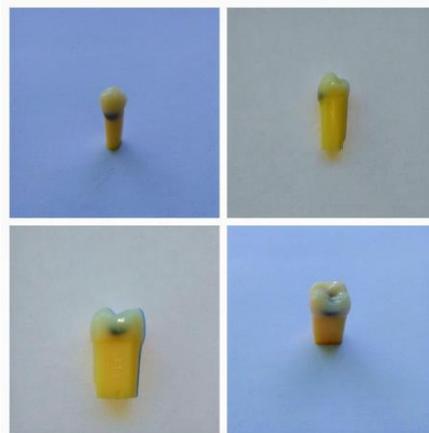


Figura 10. Dientes de marfilina con lesiones de caries modelos A27AN-16 y A27AN-34.

La segunda sesión se llevó a cabo en un plazo mínimo de 7 días, donde ambos grupos realizaron la actividad faltante según correspondía. Esto es, los participantes del grupo 1 trabajaron sobre dientes de marfilina y el grupo 2 trabajó utilizando el simulador virtual. Ambos grupos dispusieron de un tiempo máximo de 20 minutos. Después de esto debieron responder el mismo cuestionario de la primera sesión para evaluar percepción de realismo del procedimiento realizado (**Anexo N°4**).

Complementariamente como actividad final respondieron un cuestionario de 5 preguntas abiertas para comparar la utilidad de ambos métodos para la adquisición de habilidades psicomotoras preclínicas, además de evaluar su aplicación en docencia (**Anexo N°5**).

Análisis del cuestionario.

El cuestionario creado en conjunto con el departamento de odontología restauradora y la oficina de educación odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile consta de 19 preguntas aplicadas a la sensación de realismo percibida por los docentes al realizar el procedimiento de remoción de caries en dos métodos simulados: dientes de marfilina con lesiones de caries, y simulador de realidad virtual háptica.

El cuestionario consta de 5 dimensiones, donde cada enunciado fue valorado en escala Likert desde “nada realista” con un valor equivalente a 1 hasta “muy realista” con un valor equivalente a 5

Dimensión	Ítem
Realismo de la imagen de la simulación	La forma de la corona dentaria...
	El color de la corona dentaria...
	La anatomía oclusal...

Dimensión	Ítem
Realismo de la sensación táctil	El recorrido con el explorador dental en la cara oclusal...

Dimensión	Ítem
Realismo del trabajo clínico	El tallado simulado...
	Los instrumentos utilizados en la simulación...
	La forma de sostener los instrumentos durante el procedimiento...
	El peso de la turbina durante el procedimiento...
	El sonido de los instrumentos rotatorios durante el procedimiento...
	La velocidad del desgaste de los instrumentos rotatorios durante el procedimiento...
	El volumen de agua de la turbina durante el procedimiento. ..
	El grosor de los tejidos durante el procedimiento...
	La dureza de los tejidos...
	Los colores de los diferentes tejidos del diente durante el procedimiento...

Dimensión	Ítem
Realismo del trabajo en remoción de caries	El uso de cuchareta de caries para la remoción de dentina infectada en el procedimiento...
	Apertura de la cavidad en esmalte...
	Transición esmalte-dentina...
	El aspecto y textura de la dentina infectada...
	El aspecto y textura de la dentina afectada...

Análisis cuantitativo

Análisis descriptivo general por dimensiones

Los resultados de cada cuestionario se tabularon por separado bajo una matriz de frecuencia de respuesta y se realizó un análisis descriptivo por dimensión. Luego estas frecuencias se representaron porcentualmente. Y para determinar si hubo diferencias estadísticamente significativas para cada ítem, entre ambos métodos, se aplicó el test de Fisher y se consideró un valor de $p \leq 0,05$.

Para analizar el nivel de percepción de los profesores, en relación al realismo de ambos instrumentos por cada dimensión, primero se categorizaron dos grupos:

- Realista: Aquellas respuestas codificadas como 4 y 5 (realista y muy realista).
- No Realista: Aquellas respuestas codificadas como 1, 2 y 3 (nada realista, poco realista y neutral). Se consideró la respuesta neutral en este grupo porque al expresar neutralidad, representa una respuesta opuesta a la definición conceptual de realismo.

Luego de esto se aplicó el test exacto de Fisher para ambas categorías y métodos de simulación. Así, se obtuvieron los valores de p para la comparación de los promedios las respuestas de cada docente para ambos métodos simulados por dimensión, los que se consideraron estadísticamente significativos si $p \leq 0,05$.

Análisis descriptivo general de percepción de realismo

Posteriormente, se calculó el promedio simple de las respuestas consideradas como *Realista* para todos los docentes en cada método simulado y se expresó este valor porcentualmente, estableciendo así un nivel de realismo para los dientes de marfilina y para el simulador virtual.

Para categorizar la percepción de realismo en términos generales de acuerdo a estos porcentajes, se estableció la siguiente escala:

Porcentaje de Realismo obtenido	Categorización
0 - 25	Bajo realismo
25.1 - 50	Medianamente bajo realismo
50.1 - 75	Medianamente alto realismo
75.1 - 100	Alto realismo

Tabla 3. Categorización de la percepción de realismo

Análisis cualitativo

Los resultados de las preguntas abiertas también se tabularon en forma separada y se estudiaron bajo un análisis de frecuencia de respuestas, enfocadas a la opinión y percepción de cada docente con respecto a la experiencia de utilizar ambos métodos simulados al realizar la remoción de caries, su importancia y su utilidad en el proceso formativo profesional.

Se hizo una triangulación metodológica intermétodos de los datos obtenidos (Mayumi y Gómez-Restrepo, 2005) en relación a las dimensiones de realismo clínico y realismo en el trabajo en operatoria.

Esta triangulación permite aumentar la validez de los resultados, ampliar y profundizar la comprensión de la información. En este estudio la triangulación intermétodos que mide el grado de validez de los datos, trata de comprobar que los resultados no son consecuencia de la utilización de un método en particular. Para ello estudia un fenómeno mediante el empleo de métodos cuantitativos y cualitativos. (Morse y Chung, 2003).

RESULTADOS

Análisis Cuantitativo

Composición de la muestra

Del total de docentes registrados, la muestra estudiada quedó compuesta por 14 docentes, quienes aceptaron ser parte de la investigación y firmaron el consentimiento informado.

Análisis descriptivo por dimensiones

Los datos obtenidos por las encuestas realizadas, fueron tabuladas de la siguiente manera en la **Tabla 4**.

	Ítem	**	NADA REALISTA	POCO REALISTA	NEUTRAL	REALISTA	MUY REALISTA	p
Realismo de imagen								
	Ítem 1	S	0 (0%)	0 (0%)	2 (14,2%)	9 (64,2%)	3 (21,4%)	0,48
		M	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (28,5%)	10 (71,4%)	
	Ítem 2	S	0 (0%)	0 (0%)	1 (7,1%)	10 (71,4%)	3 (21,4%)	1
		M	0 (0%)	0 (0%)	1 (7,1%)	6 (42,8%)	7 (50%)	
	Ítem 3	S	1 (7,1%)	2 (14,2%)	5 (35,7%)	4 (28,5%)	2 (14,2%)	0,45
		M	1 (7,1%)	1 (7,1%)	3 (21,4%)	4 (28,5%)	5 (35,7%)	
Realismo de la sensación táctil								
	Ítem 4	S	0 (0%)	3 (21,4%)	5 (35,7%)	5 (35,7%)	1 (7,1%)	1
		M	0 (0%)	2 (14,2%)	6 (42,8%)	4 (28,5%)	2 (14,2%)	
Realismo del trabajo clínico								
	Ítem 5	S	0 (0%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)	8 (57%)	2 (14,2%)	0,33
		M	0 (0%)	0 (0%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)	11 (78,5%)	
	Ítem 6	S	0 (0%)	1 (7,1%)	1 (7,1%)	10 (71,4%)	2 (14,2%)	0,48
		M	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (21,4%)	11 (78,5%)	
	Ítem 7	S	1 (7,1%)	1 (7,1%)	3 (21,4%)	7 (50%)	2 (14,2%)	0,23
		M	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)	10 (71,4%)	
	Ítem 8	S	0 (0%)	3 (21,4%)	4 (28,5%)	5 (35,7%)	2 (14,2%)	0,14
		M	1 (7,1%)	0 (0%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)	9 (64,2%)	
	Ítem 9	S	0 (0%)	0 (0%)	3 (21,4%)	9 (64,2%)	2 (14,2%)	0,22
		M	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (50%)	7 (50%)	

Ítem 10	S	0 (0%)	1 (7,1%)	4 (28,5%)	6 (42,8%)	3 (21,4%)	0,09
	M	1 (7,1%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (64,2%)	4 (28,5%)	
Ítem 11	S	0 (0%)	0 (0%)	5 (35,7%)	8 (57%)	1 (7,1%)	0,44
	M	0 (0%)	0 (0%)	3 (21,4%)	5 (35,7%)	6 (42,8%)	
Ítem 12	S	0 (0%)	3 (21,4%)	4 (28,5%)	6 (42,8%)	1 (7,1%)	0,28
	M	0 (0%)	1 (7,1%)	3 (21,4%)	8 (57%)	2 (14,2%)	
Ítem 13	S	0 (0%)	2 (14,2%)	6 (42,8%)	6 (42,8%)	0 (0%)	1
	M	1 (7,1%)	2 (14,2%)	6 (42,8%)	4 (28,5%)	1 (7,1%)	
Ítem 14	S	1 (7,1%)	2 (14,2%)	6 (42,8%)	5 (35,7%)	0 (0%)	0,44
	M	2 (14,2%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)	8 (57%)	0 (0%)	
Realismo del trabajo en remoción de caries							
Ítem 15	S	0 (0%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)	11 (78,5%)	0 (0%)	0,66
	M	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)	9 (64,2%)	3 (21,4%)	
Ítem 16	S	1 (7,1%)	7 (50%)	4 (28,5%)	2 (14,2%)	0 (0%)	0,05
	M	1 (7,1%)	1 (7,1%)	5 (35,7%)	5 (35,7%)	2 (14,2%)	
Ítem 17	S	1 (7,1%)	3 (21,4%)	5 (35,7%)	5 (35,7%)	0 (0%)	0,72
	M	0 (0%)	3 (21,4%)	5 (35,7%)	5 (35,7%)	1 (7,1%)	
Ítem 18	S	3 (21,4%)	4 (28,5%)	4 (28,5%)	3 (21,4%)	0 (0%)	0,26
	M	1 (7,1%)	1 (7,1%)	6 (42,8%)	5 (35,7%)	1 (7,1%)	
Ítem 19	S	3 (21,4%)	4 (28,5%)	6 (42,8%)	1 (7,1%)	0 (0%)	0,04
	M	2 (14,2%)	1 (7,1%)	5 (35,7%)	6 (42,8%)	0 (0%)	

Tabla 4. Tabulación de frecuencia respuestas y valor de p.

Ítem 1	Forma de la corona dentaria
Ítem 2	Anatomía de la corona dentaria
Ítem 3	Color de la corona dentaria
Ítem 4	El recorrido con el explorador dental en la cara oclusal
Ítem 5	Volumen de agua de la turbina
Ítem 6	Sonido de los instrumentos rotatorios
Ítem 7	Peso de la turbina
Ítem 8	Forma de sostener los instrumentos
Ítem 9	Instrumentos utilizados
Ítem 10	Grosor de los tejidos
Ítem 11	Velocidad de desgaste de los instrumentos rotatorio
Ítem 12	Tallado
Ítem 13	Dureza de los tejidos
Ítem 14	Colores de los diferentes tejidos durante el procedimiento
Ítem 15	Apertura de la cavidad en esmalte
Ítem 16	Uso de la cuchareta de caries para la remoción de dentina infectada
Ítem 17	Transición esmalte-dentina
Ítem 18	Aspecto y textura de la dentina afectada
Ítem 19	Aspecto y textura de la dentina infectada

** Método de simulación

S Simulador virtual
M Dientes de marfilina

El método de simulación que ofrece mayor percepción de realismo en términos de **Realismo de imagen** de acuerdo a cada ítem considerado, es el de dientes de marfilina. El ítem mejor posicionado en este contexto, es *La forma de la corona dentaria*, luego *La anatomía oclusal* y el ítem peor evaluado es *El color de la corona dentaria*.

En relación a la dimensión de **Realismo Táctil**, los dientes de marfilina también fueron mejor evaluados en relación al ítem de *Recorrido con el explorador dental en la cara oclusal* con respecto al simulador virtual.

En relación al **Realismo del Trabajo Clínico**, en la mayoría los ítems que dan cuenta de esta dimensión, los dientes de marfilina se posicionan de mejor manera en relación al simulador virtual en términos de percepción de realismo. En este contexto, los ítems mejor evaluados son *Volumen de agua de la turbina durante el procedimiento* y *Sonido de los instrumentos rotatorios durante el procedimiento*. Por otra parte, los dos ítems peor evaluados son *Los colores de los diferentes tejidos del diente durante el procedimiento* y *La dureza de los tejidos*. Para ambas preguntas los dientes de marfilina fueron más críticos, puesto que obtuvieron un mayor porcentaje de respuesta en la categoría de *Poco o Nada Realista*, en comparación al simulador virtual háptico.

Con respecto al **Realismo del trabajo en remoción de caries**, el indicador con mejor percepción para cada uno de los métodos de simulación es *Apertura de la cavidad en esmalte*, seguido por *El uso de cuchareta para la remoción de dentina infectada* en el procedimiento. En ambos, los dientes de marfilina se posicionaron de mejor forma. Por otro lado, el ítem peor evaluado en contexto de percepción de realismo es *El aspecto y textura de la dentina infectada*, siendo el simulador virtual más crítico en comparación a los dientes de marfilina, dado que obtuvo un mayor porcentaje en la categoría *Nada realista*.

Por último, el indicador con más diferencias de percepción de realismo entre un método de simulación y otro, pero menos crítico que el anterior, es *El*

aspecto y textura de la dentina afectada siendo peor evaluado el del simulador virtual.

Finalmente, para cada uno de los aspectos evaluados en la encuesta se aplicó el test de Fisher (**Tabla 4**). Para esto, las respuestas se categorizaron en dos grupos:

- Realista: Aquellas respuestas codificadas como 4 y 5 (realista y muy realista).
- No Realista: Aquellas respuestas codificadas como 1, 2 y 3 (nada realista, poco realista y neutral). Se consideró la respuesta neutral en este grupo porque al expresar neutralidad, representa una respuesta opuesta a la definición conceptual de realismo.

Por lo tanto, solo hay diferencia estadísticamente significativa comparando los dos métodos cuando se evalúa el *Aspecto y textura de la dentina infectada* y el *Uso de cuchareta de caries para la remoción de dentina infectada* durante **El Trabajo en remoción de caries** ($p \leq 0,05$), siendo mejor evaluados los dientes de marfilina.

Análisis descriptivo general por dimensiones

Se calcularon los promedios de niveles de percepción de realismo de los métodos simulados según dimensiones de cada respuesta otorgada por los docentes. Agrupando las respuestas de la misma manera descrita anteriormente para poder aplicar el test de Fisher a esta comparación, se consideró el **Tabla 5** para el análisis.

Dimensión	Método	Realista	No Realista	<i>p</i>
Realismo de imagen	S	11(78,5%)	3(21,4%)	0,35
	M	13(92,8%)	1(7,1%)	
Realismo táctil	S	6(42,8%)	8(57%)	1
	M	6(42,8%)	8(57%)	
Realismo de trabajo clínico	S	9(64,2%)	5(35,7%)	0,61
	M	11(78,5%)	3(21,4%)	
Realismo de trabajo en la remoción de caries	S	4(28,5%)	10(71,4%)	0,25
	M	8(57%)	6(42,8%)	

Tabla 5. Comparación de percepción de realismo promedio entre ambos métodos simulados según dimensiones, considerando dos grupos.

En este contexto, para el **Realismo de Imagen**, **Realismo del trabajo clínico** y para el **Realismo de trabajo en remoción de caries**, los dientes de marfilina obtuvieron mejores puntuaciones en comparación al simulador virtual. En Realismo táctil, ambos métodos obtuvieron los mismos porcentajes.

Sin embargo, para todas las dimensiones analizadas, los resultados indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos.

Análisis descriptivo general de percepción de realismo

El promedio de respuestas agrupadas como *Realista* fue de 13,6 para los dientes de marfilina lo que representa un 71,43%, y de 10,1 para el simulador virtual, lo que corresponde a un 53% de respuestas obtenidas como *Realista*.

Según la escala establecida, ambos métodos fueron catalogados con *Medianamente alto realismo*, sin embargo, el porcentaje de realismo fue mayor

para el método de simulación con dientes de marfilina.

Análisis Cualitativo

Triangulación metodológica de preguntas abiertas con aseveraciones del cuestionario post-experimental.

1. Análisis de contenido Simulador de realidad virtual háptica

Aproximación del simulador virtual a una experiencia clínica real

En general los docentes refieren una aproximación del simulador frente a un trabajo clínico real algo similar, especialmente en apariencia y manejo de instrumental. Sin embargo en sensación táctil y durante el procedimiento de remoción de caries, indican que no es muy realista.

- *“Es un acercamiento, pero no es muy realista en relación a textura y a la forma de trabajar”*
- *“Es una buena aproximación, creo que la simulación del diente e instrumentos está bastante bien logrado, sin embargo (...) la simulación de remoción de lesión de caries no la siento muy real, en términos de dureza, velocidad de remoción. En especial la cuchareta siento que no se logra la misma o similar sensación que en la realidad.”*

Esto tiene un grado de correspondencia con la percepción de los docentes al momento de establecer un nivel de realismo con las secciones de **Realismo de imagen** en cuanto a *La forma de la corona dentaria*, en que un 85,7% de ellos señaló que es *realista* o *muy realista*, o en **Realismo del trabajo en remoción de caries** en cuanto a *Apertura de la cavidad en esmalte*, en que un 78,5% respondió que fue *realista* o *muy realista* en su semejanza con la realidad clínica.

Simulador virtual como herramienta de formación dental

Los docentes respondieron que como herramienta de formación sí sería de utilidad, especialmente en etapas tempranas de formación, antes de ejecutar procedimientos clínicos más complejos.

- *“Sí, creo que es una buena herramienta para simular un procedimiento, tal vez como etapa previa a realizar un paso práctico con instrumentos reales.”*
- *“Sería un acercamiento básico, pero lo enfocaría más a alumnos de primer año”*

Otros docentes señalaron que sería útil en conjunto con otro sistema de simulación, como el de dientes de marfilina.

- *“Es un complemento al sistema con dientes de marfilina”*
- *“Absolutamente. Sobre todo si se complementa con dientes de marfilina”*

Solo un docente (7,1%) consideró que el simulador virtual no sería útil como herramienta de formación

Complicaciones al usar el simulador virtual

En general los docentes no experimentaron complicaciones al utilizar el simulador, salvo dos (14,2%) de ellos, quienes encontraron el peso de los instrumentos mayor al real.

2. Análisis de contenido Dientes de marfilina

Aproximación de los dientes de marfilina a la experiencia clínica

La mayoría de los docentes entrevistados indicaron que la simulación con dientes de marfilina se asemejaba a la realidad clínica, en cuanto al aspecto físico, e instrumentos utilizados principalmente.

- *“Mucho mejor que los dientes antiguos de marfilina, pero falta el realismo de la lesión de caries en cuanto a la dentina infectada y afectada, y a la cavitación de esmalte.”*
- *“Mucho mejor que con dientes sin lesión, ya que permite visualizar la extensión y profundidad de la lesión de caries.”*
- *“Se ocupó turbina y micromotor reales, por lo tanto esa experiencia es igual a la realidad.”*

Sin embargo, hubo algunos docentes que señalaron que la aproximación a la realidad clínica era poca, en cuanto a la dureza y sensación táctil.

- *“Poco, sensación táctil, visual y textura.”*

Esto se vincula directamente con la percepción de los docentes entrevistados con los datos de la encuesta semi-estructurada, puesto que en la sección de **Realismo de imagen**, en el ítem de *La forma de la corona dentaria*, el 100% de ellos señaló que fue *realista* o *muy realista*. Además, en la sección de **Realismo del trabajo clínico**, y en el ítem de *La velocidad del desgaste de los instrumentos rotatorios durante el procedimiento*, el 78,5% indicó que éste fue *muy realista* o *muy realista*.

Dientes de marfilina como herramienta de formación dental

Todos los docentes entrevistados (100%) señalaron que la simulación con dientes de marfilina es útil como herramienta en la formación preclínica.

- “Sin lugar a dudas, mucho más útil que tallar cavidad sin una lesión existente, da una mayor sensación de realidad.”

Complicaciones de los dientes de marfilina

Ninguno de los docentes señaló alguna complicación al utilizar este método de simulación.

3. Análisis de contenido Comparación y aplicación de los métodos simulados

Realismo clínico de los métodos simulados

11 (78,5%) de los docentes entrevistados señalaron que el método de simulación que ofrecía mayor realismo clínico fue el de los dientes de marfilina con caries, mientras que 3 de ellos (21,4%) indicaron lo mismo para el simulador virtual.

Esto se condice con lo respondido por los participantes en la encuesta semiestructurada, en la que, en promedio, se observó un puntaje mayor para el método de simulación con los dientes de marfilina, frente al simulador virtual, en todas las categorías, como se puede observar en **Gráfico 1**.

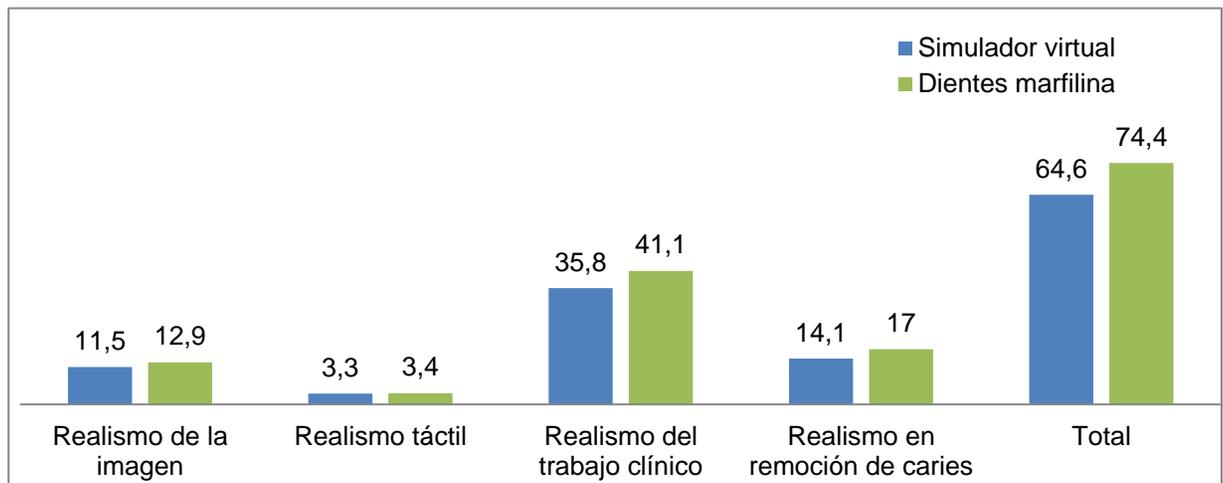


Gráfico 1. Promedio simple de simuladores por dimensión y total

Utilización de los métodos simulados para la enseñanza del procedimiento de remoción de caries

8 (57%) docentes señalaron que ambos métodos de simulación, el Simulador virtual y el de dientes de marfilina son lo ideal como método de enseñanza, haciendo énfasis en que ambos se complementan.

- *“Ambos, yo creo que complementarlos sería lo ideal.”*

El resto de los participantes, los 6 correspondientes al 42,8% señalaron que el método más apropiado para la enseñanza del procedimiento de remoción de lesiones caries era el usado con dientes de marfilina con lesiones de caries, dado que permitía un uso directo con los instrumentos clínicos que se utilizan con pacientes y más fácil.

- *“Dientes de marfilina: es más fácil de utilizar y se asemeja más a la experiencia clínica.”*
- *“(…) permite tener una relación del instrumental, dedos de apoyo y peso del instrumental, más cercano a la realidad.”*

Ninguno de los docentes entrevistados respondió que el simulador virtual podría ser considerado por sí solo como método de enseñanza para la remoción de caries.

Evaluación de los estudiantes

Se les preguntó a los docentes qué método simulado permite una mejor evaluación de los estudiantes; 7 de ellos (50%) señalaron que el más adecuado es por medio de los dientes de marfilina, debido a que es más fácil medir y observar los diferentes tejidos del diente en textura y color.

- *“(…) permite ver mejor los espesores de remoción de tejidos.”*

Por otro lado, 6 docentes (42,8%) indicaron que el simulador virtual es el método más adecuado debido a que permite una evaluación más objetiva de los parámetros por medio de su *software*.

- *“El simulador virtual, creo que permite una evaluación más objetiva, ya que es un software el que determina si la remoción estuvo bien.”*

Retroalimentación de los estudiantes

Sobre qué método ofrecía una mejor retroalimentación de los estudiantes al momento de realizar el procedimiento, 8 docentes (57%) indicaron los dientes de marfilina, por su facilidad para mostrar errores o parámetros mejorables.

- *“Dientes de marfilina, es más sencillo de mostrar y hacer Feedback.”*

3 (21,4%) de los docentes entrevistados indicaron que el simulador virtual en conjunto con los dientes de marfilina, serían lo más indicado para una mejor retroalimentación a sus estudiantes en la realización del procedimiento, lo cual dependerá del aprendizaje requerido.

- *“Dependiendo de la finalidad de aprendizaje: destreza – simulación clínica, ambos permiten una retroalimentación.”*

DISCUSIÓN

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la percepción de realismo que otorgan dos métodos simulados al realizar el procedimiento de remoción de caries, uno con dientes de marfilina con lesiones de caries y otro con un Simulador de realidad virtual háptico, por docentes con experiencia clínica, además de compararlos con respecto a la realidad clínica.

En relación a la dimensión de Realismo de imagen se muestra en los resultados que el simulador virtual ofrece una menor percepción de realismo que la simulación que entrega el uso de dientes de marfilina, lo que se contrapone con lo encontrado por Bakr en su estudio, en que el simulador de realidad virtual obtuvo positivos resultados en cuanto a la percepción visual de realismo. Sin embargo, en nuestro estudio comparamos la percepción de un método de simulación frente otro, a diferencia de Bakr que sólo utilizó el método del simulador virtual háptico (Bakr y cols., 2012). Esta diferencia entre ambos métodos simulados resultó no ser significativa.

Al analizar las dimensiones de Realismo del trabajo clínico y el Realismo del trabajo en remoción de caries, nos encontramos con resultados en los que se posiciona de mejor manera el método de simulación tradicional con dientes de marfilina, frente al otorgado por el simulador de realidad virtual, en donde este último es peor evaluado especialmente en los ítems que se relacionan con el aspecto, textura de los tejidos y el uso de algunos instrumentos manuales. En el único aspecto que es levemente superior a los dientes de marfilina es en la *dureza de los tejidos*. Sin embargo, estas diferencias tampoco resultaron ser significativas ($p>0.05$), a excepción del uso de la cuchareta de caries para la remoción de dentina infectada ($p=0.05$) y del aspecto y la textura de la dentina infectada la que fue mejor evaluada en los dientes de marfilina en comparación al simulador virtual ($p=0.04$). Esto se condice con un estudio realizado por Bakr en 2012, con académicos de la Universidad de Griffith, donde se encontró que el simulador de realidad virtual poseía potencial para la educación y entrenamiento de estudiantes,

pero que existían algunas limitaciones de software y hardware, como lo es la sensación táctil de algunos tejidos, la ausencia de ciertos instrumentos cortantes, y la dificultad de generar superficies suaves en una preparación al remover las lesiones de caries, que limitan su capacidad de replicar la realidad generando un nivel de realismo menor, de modo que su utilización como único método de enseñanza en reemplazo de los métodos tradicionales, en la actualidad, no es posible, sino más bien como una herramienta suplementaria para la auto-evaluación de los estudiantes (Bakr y cols., 2012). Por otro lado, con respecto a *la dureza de los tejidos*, los dientes de marfilina obtuvieron bajos resultados en percepción de realismo, esto se podría explicar debido a que la diferencia de tejidos en caries infectada y afectada es histológica, por lo que los dientes simulados no son capaces de replicar y así generar una mejor percepción. (Henostroza, 2007)

Al evaluar el análisis general de la encuesta semi estructurada se observa que la simulación con dientes de marfilina es superior a la de realidad virtual otorgada por el simulador virtual, lo que se contrapone con algunos estudios que explican las ventajas de la realidad virtual por sobre los métodos de simulación convencionales (LeBlanc y cols., 2004; Rees y cols., 2007; Kikuchi y cols., 2013).. Esto podría explicarse porque para lograr mejores resultados en la utilización de simuladores, es necesario un entrenamiento previo a la realización de procedimientos en éstos (Urbankova, 2010), ya que el primer uso de este tipo de tecnología puede generar dificultades que no se presentarían con el uso de métodos tradicionales, como es el de dientes de marfilina, con el cual todos los participantes de este estudio estaban previamente familiarizados en su actividad como docentes. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas para ninguna de las dimensiones. Se sugieren futuros estudios comparativos sobre el nivel de realismo entre los dientes de marfilina con lesiones de caries de fábrica y los modelos más antiguos y tradicionales sin estas lesiones.

En la segunda parte de este estudio que consistió en una serie de preguntas abiertas se obtuvo en relación a la *percepción de realismo de los*

métodos simulados, que solo el 21,4% indicó que el método de simulación que ofrecía mayor realismo clínico fue el simulador háptico, un porcentaje bajo, en términos generales, para este método de simulación. Este resultado coincide con la tipología propuesta por Guillaume Alinier, donde los simuladores de realidad virtual se catalogaron en un nivel 2 en una escala 0 a 5 según el nivel de fidelidad a la realidad (Alinier, 2007). Esto podría explicarse, en parte, debido a las limitaciones que actualmente poseen los simuladores virtuales en cuanto a su capacidad de simular la textura de distintos tejidos (Bakr y cols., 2012).

En cuanto a la *aplicación de los métodos simulados para la enseñanza preclínica en el procedimiento* remoción de caries, los resultados mostraron que tanto el simulador virtual como los dientes de marfilina son útiles como herramienta de formación odontológica, principalmente el segundo. Así, ningún participante señaló que el simulador virtual podría utilizarse actualmente como único instrumento educativo, sino más bien en etapas más tempranas de formación en los estudiantes, o como complemento junto a los métodos más tradicionales como con los dientes de marfilina, el cual, fue señalado como útil por el 100% de los docentes en este estudio. Esto coincide por lo señalado por Bakr donde al evaluar el realismo del simulador virtual con estudiantes de 4to y 5to año de odontología, sus resultados indican que el simulador de realidad virtual es una herramienta prometedora, que debe ser usada como una herramienta en conjunto con los actuales métodos de enseñanza en odontología, retroalimentados por docentes con mayor experiencia. (Bakr y cols., 2015)

Los resultados de este estudio mostraron que, el simulador virtual Simodont® es útil como herramienta en programas de formación odontológica, para usarse principalmente en etapas tempranas de formación para así adquirir habilidades de motricidad, similar a lo que plantea IR de Boer, donde el simulador háptico tendría utilidad en los alumnos de primer año para facilitar una transición preclínica menos agresiva. (de Boer IR y cols., 2012)

Al analizar qué método simulado proporciona mejor retroalimentación y permite mejor evaluación a los estudiantes, la totalidad de los docentes coincide

en que el trabajo con dientes de marfilina es superior al simulador virtual, sin embargo, una parte de los docentes consideraron que ambos métodos pueden retroalimentar a los estudiantes. La literatura se divide en cuanto a este aspecto, algunas investigaciones dicen que la realidad virtual háptica proporciona excesiva retroalimentación crítica perjudicando a los estudiantes (Quinn y cols., 2003), mientras que otros indican que al poder realizar varias veces el mismo ejercicio es más eficiente al retroalimentar y evaluar a los alumnos. (Buchanan, 2001; LeBlanc y cols., 2004)

Finalmente, a partir de la triangulación de datos se observa que la simulación con dientes de marfilina supera al simulador virtual en cuanto a percepción de realismo para el trabajo clínico en general y el trabajo específico en remoción de caries. Esto se explica debido a las limitaciones anteriormente mencionadas que presenta el primero para simular ciertos instrumentos o texturas de algunos tejidos, lo que hasta el momento es mejor logrado con el método tradicional con dientes de marfilina.

A pesar de que el simulador otorgó un menor nivel de realismo en términos porcentuales con respecto a los dientes de marfilina, los resultados obtenidos sugieren, por lo tanto, una aceptación de la hipótesis propuesta, ya que no hay diferencias estadísticamente significativas.

La principal limitación de este estudio, es que el tamaño de la muestra es pequeño y los resultados podrían no ser representativos. Además, hay que considerar que la investigación en simulación dental es un tema dinámico, que cambia con el tiempo, así como los avances en la tecnología que día a día va mejorando, por lo que la necesidad de más estudios comparativos entre las nuevas tecnologías y los métodos convencionales en educación dental es evidente, para la adquisición y entrenamiento de habilidades prácticas en operatoria y el resto de las áreas de la odontología.

CONCLUSIONES

La percepción de realismo que otorga la simulación virtual háptica a través del simulador virtual es similar a la proporcionada en dientes de marfilina en el procedimiento de remoción de caries, según odontólogos docentes con experiencia clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Los dientes de marfilina ofrecen mayor realismo en cuanto al aspecto y textura de la dentina infectada y en el uso de la cuchareta de caries para la remoción de dentina infectada al realizar remoción de caries, que el simulador virtual háptico.

El simulador virtual háptico ofrece un medianamente alto nivel de realismo en el procedimiento de remoción de caries para dientes 1 6 y 3 4.

Los dientes de marfilina ofrecen un medianamente alto nivel de realismo en el procedimiento de remoción de caries para dientes 1 6 y 3 4.

El aspecto que ofreció mayor realismo para el simulador virtual háptico fue el realismo de la imagen, y el que ofreció menor realismo, el trabajo en remoción de caries.

El aspecto que ofreció mayor realismo para los dientes de marfilina fue el realismo de la imagen, y el que ofreció menor realismo fue el de la sensación táctil.

SUGERENCIAS

Se sugieren más estudios en relación a la aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza pre clínica del estudiante de odontología y aplicados al área de operatoria dental.

Se sugieren más estudios con respecto a la percepción de realismo que ofrecen los nuevos modelos de dientes de marfilina con lesiones de caries simuladas.

Se sugieren estudios similares, con un mayor número de participantes.

REFERENCIAS

- Abellán M, Carnicer I, Castro C, Martínez J, Moreno L (2012). Manual de Casos Clínicos Simulados. *Convocatoria Universidad de Cádiz*. Curso 2011 / 2012.
- Alinier G (2007). A typology of educationally focused medical simulation tools. *Medical Teacher* 29(8): 243-250
- Anderson L.W, and Krathwohl D (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman, New York.
- Argudín Y (2007). Educación basada en competencias: Nociones y antecedentes. Sevilla, Editorial MAD.
- Bakker D, Lagerweij M, Wesselink P, Vervoorn M (2010). «Transfer of manual dexterity skills acquired on the Simodont, a dental haptic trainer with a virtual environment, to reality. A pilot study.» *Bio-Algorithms and MedSystems* 6, no. 11 21-24.
- Bakr MM, Massey WL, Alexander H (2012). Academic evaluation of Simodont® haptic 3D virtual reality dental training simulator. *Gold Coast Health and Medical Research Conference*.
- Bakr M, Massey W, Alexander H (2015) Can Virtual Simulators Replace Traditional Preclinical Teaching Methods: A Students' Perspective?. *Int J dent Oral Health*. Nov.
- Bjørndal L, Larsen T (2000). Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res*. 34: 502–508.
- de Boer IR, Bakker DR, Wesselink PR, Vervoorn JM (2012). The Simodont in dental education. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 119(6): 294-300.
- Boushell, L. Walter, R. Phillips, C (2011). «Learn-A-Prep II as a Predictor of Psychomotor Performance in a Restorative Dentistry Course.» *Journal of*

Dental Education 10, no. 10 1362-1369.

- Bradley P (2006). The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical Education* 40: 254–262.
- Buchanan JA (2001). Overview of three years experience with virtual reality based technology in dental education. *Journal of Dental Education* 65-58.
- Corvetto M, Bravo M P, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, y cols. (2013). Simulación en educación médica: una sinopsis. *Rev Med Chile* 141: 70-79.
- Forsell T (2011). SenseGraphics – Medical Simulators Built on H3D API. The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL.
- Gaba DM (2004). The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care* 13(Supl 1):i2–i10.
- Gómez de Ferraris M, Campos Muñoz A (2002). Histología y embriología bucodental. 2ª ed.. España: Panamericana.
- Henostroza Haro G (2007). Caries dental. Principios y procedimientos para el diagnóstico. 1ª ed.. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Jerez O, Aranda C, Castro C, Cosmelli J, Chiple R, Mancilla R y cols. (2015). Aprendizaje Activo, Diversidad e inclusión. Enfoque, Metodologías y recomendaciones para su implementación. Santiago: Ediciones Universidad de Chile.
- Kikuchi H, Ikeda M, Araki K (2013). Evaluation of a virtual reality simulation system for porcelain fused to metal crown preparation at Tokyo Medical and Dental University. *J Dent Educ.* Jun;77(6):782-92.
- Kitsahawong K, Seminario AL, Pungchanchaikul P, Rattanacharoenthum A, Pitiphat W (2015). Chemomechanical versus drilling methods for caries removal: an in vitro study. *Braz. oral res.* [Internet]. 29(1): 1-8. [En línea] Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242015000100315&lng=en. (Accedido Octubre 2016)

- LeBlanc VR, Urbankova A, Hadavi F, Lichtenthal RM (2004). A preliminar study in using virtual reality to train dental students. *Journal of Dental Education* 68:378Y383
- Liu Y, Zheng YN, Liu YL, Gu ZY (2013). The application of Simodont system in dental education in the Netherlands. Shanghai Kou Qiang Yi Xue. Apr;22(2):237-9.
- López R (2009). «Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias.» *Revista de Educación* 279-301.
- Mayumi O, Gómez-Restrepo C (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *rev.colomb.psiquiatr.* [Internet]. Mar; 34(1): 118-124. [En línea] Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000100008&lng=en. (Accedido Enero 2017)
- Miller M. (1984). The use of simulation in training programs: a review. *Educ Technol* (24), 39-41.
- Ministerio de Salud, Chile (2003). Resultados I Encuesta Nacional de Salud Chile. [En línea] Disponible en:
<http://www.medicinadefamiliares.cl/Protocolos/encnacsalres.pdf>. (Accedido Agosto 2016)
- Miyasuyi T, Wasaka K, Yamaki M, Matsui A (1990). Effects of the Diamond Grit Sizes of the Commercial Dental Diamond Points on the Weight-load Cutting of Bovine Enamel and Glass-ceramic Typodont Teeth. *Dental Materials Journal* 9 (2): 173-180.
- Morse, J. y Chung, S. (2003): "Toward Holism: The Significance of Methodological Pluralism". *International Journal of Qualitative Methods*. Vol. 2. N. 3. Article 2. Pp 12.
- NISSIN DENTAL PRODUCTS INC. (2016); [En línea] Disponible en:
<http://www.nissin-dental.net/es/products/DentalTrainingProducts/Operative/index.html#>. (Accedido Agosto 2016)

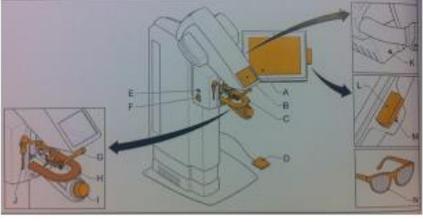
- Nunez D, Taleghani M, Wathen W, Abdellatif H (2012). Typodont Versus Live Patient: Predicting Dental Students' Clinical Performance. *Journal of Dental Education* 76, no. 4: 407-413.
- Organización Mundial de la Salud (2012). Salud bucodental, Nota informativa N°318;. [En línea] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/> (Accedido Marzo 2017)
- Ortega A, Casanova I, Pertuz R, Cárdenas E (2010). Tendencias tecnológicas: simulación en la formación odontológica. *Ciencia Odontológica Vol. 7 N° 2* Julio-Diciembre 116-128
- Pantoja, L. (2012). ¿Evaluación en competencias? *Estudios Pedagógicos* , 38 (1), 353-366.
- Perry S, Bridges S, Michael B (2015). A Review of the Use of Simulation in Dental Education. *Sim Healthcare* 10:31-37.
- Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D (2003). A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ.* Nov; 7(4):164-9
- Rees JS, Jenkins SM, James T, Dummer PM, Bryant S, Hayes SJ, y cols. (2007). An initial evaluation of virtual reality simulation in teaching preclinical operative dentistry in a UK setting. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 15(2): 89–92
- Rhienmora P, Haddawy P, Khanal P, Suebnukarn S, Dailey MN (2010). A virtual reality simulator for teaching and evaluating dental procedures. *Schattauer* 396- 405.
- Rhienmora P, Haddawy P, Suebnukarn S, Dailey MN (2011). Intelligent dental training simulator with objective skill assessment and feedback. *Artificial Intelligence in Medicine* Jun;52(2):115-21.
- Suebnukarn S, Phatthanasathiankul N, Sombatweroje S, Rhienmora P, Haddawy P (2009). Process and outcome measures of expert/novice performance on a haptic virtual reality system 37.; 658-665.

- UNESCO (2012). Derecho a la Educación. [En línea] Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/right-to-education>. (Accedido Enero 2017)
- Urbankova A (2010). Impact of Computerized Dental Simulation Training on Preclinical Operative Dentistry Examination Scores. *Journal of Dental Education* April 1, vol. 74 no. 4 402-409
- Vervoorn JM, Wesselink PR (2009). The perception of the level of realism of a dental training simulator (Simodont). ACTA Conference Poster. Medicine Meets Virtual Reality (MMVR) Conference, Long Beach USA.
- Yip HK, Samaranayake LP (1998) Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clin Oral Invest*; 2:148-154.

ANEXOS

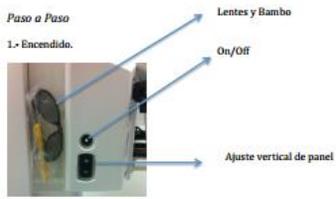
ANEXO N° 1

Manual Simodont

<p>  </p> <p style="text-align: center;"> Manual Uso Simodont Oficina De Educación Odontológica </p> <p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: right;"> Dr. Sergio Labra Dra. Ximena Lee </p>	<p>Introducción</p> <p>Como parte del Proyecto presentado al Fondo de apoyo a la docencia de Pregrado (FaDop-2013), adjudicado por la Dirección de Pregrado, la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile adquirió distintos insumos para la implementación de una sala de simulaciones dentro de ellos se encuentra el Simulador Odontológico, Simodont.</p> <p>Para los instructores enseñar habilidades visuales es mas fácil que las táctiles ya que en las primeras, ellos pueden describir y mostrar las características, mientras que en las habilidades táctiles esto no es tan fácil de describir. El uso de un dispositivo háptico permitiría al usuario capturar sentido táctil con una intervención mínima por parte del instructor. (1)</p> <p>La tecnología háptica, o hápticos, es la tecnología de retroalimentación táctil, que aprovecha el de sentido del usuario al contacto por la aplicación de fuerzas, o vibraciones. El significado literal de la háptica es "Coloco sobre, lo que toco" (2). La tecnología háptica se ha utilizado ampliamente en los campos de aviación, de Telecomunicaciones y medicina(2,3).</p> <p>Los simuladores dentales son herramientas relativamente nuevas con un futuro prometedor en la educación dental. La mayoría de estos dispositivos se encuentran en las primeras etapas de desarrollo (4).</p> <p>Dentro de las ventajas de la simulación basada en entorno se encuentran , seguridad, beneficios éticos, aumento de la precisión y pertinencia en la formación, así como el aprendizaje a través del error.(5-6)</p> <p>Simodont entrega un entorno virtual de aprendizaje para los estudiantes de odontología que pretende ampliar y optimizar la preparación de ellos en el tratamiento de los pacientes de manera que la transición en la educación desde el pre-clínico a clínica se reduzca, ofreciendo problemas clínicos más realistas. De esa manera, los estudiantes pueden realizar prácticas mas amplias que en los fantasmas.</p> <p>Simodont también proporciona un ambiente de aprendizaje seguro, en el que los errores puede ser ilimitados sin consecuencias desafortunadas para en el estudiante y pacientes. El simulador está coordinado con material de lectura a un ordenador, lo que hace posible la integración de técnicas para la teoría de la educación dental. (7)</p>
<p>Simodont se encuentra en el laboratorio de simulaciones ubicado en el tercer piso del edificio docente, de la facultad de Odontología de la Universidad de Chile.</p> <p>Elementos:</p> <p>  </p> <p> A : Panel PC B : Visor de pantalla 3D C : Dispositivo Háptico D : Pedal (para el control del taladro) E : Encendido/ Apagado F : Control de altura G : Turbina H : Apoyo para manos I : Joystick (permite modificar la posición del elemento a tallar) J : Espejo K :Panel Control. </p>	<p>Posición ergonómica de trabajo</p> <p>Es importante que mantenga un posición adecuada para el uso del simulador en la siguiente figura se ilustra la posición óptima para el trabajo</p> <p>  </p> <p>Consejos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Ajuste la altura de la silla para que sus pies queden cómodamente apoyados en el suelo. 2.-Asegurese que sus pantorrillas queden rectas y sus muslos ligeramente inclinados hacia abajo. 3.-Asegurese que su espalda baja este apoyada en el respaldo de la silla. 4.-El visor de pantalla 3d debe quedar a la altura de su esternón.

Paso a Paso

1.- Encendido.



Lentes y Bando
On/Off
Ajuste vertical de panel

2.- Al encender en el monitor aparecerá la siguiente pantalla.



En la esquina superior izquierda encontrara dos iconos:
-Virtual Clinic
-Virtual Lab.

3.-Virtual Clinic.
-Al encender *Virtual Clinic*, desplegara la siguiente pantalla, seleccionar "Demo Tour"



Room .

4.1- Manual Dexterity



En ella se podrá seleccionar entre tres tipo de actividades : Manual Dexterity, Cariology, Fixed Prosthetics. Para acceder a ellas debe hacer click sobre el icono que representa la actividad en el caso de Manual Dexterity o sobre el paciente.

Al hacer click sobre las actividades de Manual Dexterity podrá seleccionar entre 5 grados de dificultad.



4.1.1- Assignment: En esta sección podrá encontrara un vídeo explicativo de "Simone", nuestra anfitriona quien nos presentara el simulador.



En la zona Izquierda de la pantalla podrá encontrar un menú con tres contenidos: "Assignment", que es donde nos estamos, "Instrument Tray", y "Treatment". A medida que vamos desarrollando el ejercicio pasaremos por estas tres partes. Una vez leído los "Tips" debemos hacer click en "Instrument Tray"

4.1.2 Instrument Tray: En esta sección el estudiante debe seleccionar el instrumental a usar en el ejercicio, para ellos debe realizar doble click sobre el instrumento. En la esquina superior derecha, se encuentran tres botones: Evaluation, Function y Autoselect.



Evaluation: Permite saber si el instrumental seleccionado es el correcto
Function: describe la función de cada instrumento
Autoselect: selecciona en forma automáticamente el instrumental. (Recomendamos utilizar esta opción para el desarrollo del ejercicio, debido a que los criterios de selección fueron dados por ACTA y el dispositivo no permite modificaciones según el operador)

4.1.3 Treatment. Consta de dos partes, Start Instrument and treatment

Star Instrument, simula la colocación de la fresa en la turbina, se debe realizar doble click en el los instrumentos a utilizar, para luego pasar a Treatment.



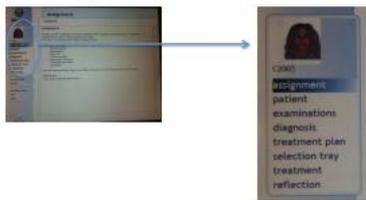
4.1.4 Treatment. Lea las instrucciones y luego haga click en el botón PLAY y ¿manos a la obra!
Tomen la turbina que se encuentra bajo el visor y presione el pedal para activarla .



-Indicadores de Logros.



5- Cariology: Una vez seleccionado el paciente, se deben seguir el menú del lado izquierdo, desarrollando Assignment, patient, examinations, diagnosis, treatment plan, selection tray, treatment, reflection



Simodont, entrega Historias clínicas predeterminadas, simulando "datos del paciente", su Historia Clínica, Examen extra-oral, intra-oral y exámenes complementarios. Además se realizara preguntas a medida que avance en ella. Para conocer su respuesta correcta debe realizar Click en el botón Check, y Next para seguir avanzando.



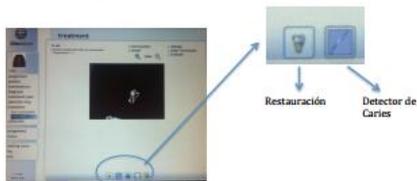
5.1-Preparation Plan: En esta sección podrá planificar el plan de tratamiento. Podrá ocupar el bamboo y dibujar sobre la imagen para desarrollar en forma mas didáctica la actividad.



Selección del Instrumental: Se realiza al igual que el punto 4.1.2 y 4.1.3



6.-Tratamiento: En la parte inferior de la pantalla hay dos botones que le permitirán aplicar detector de caries y realizar la restauración una vez que la cavidad se encuentre terminada



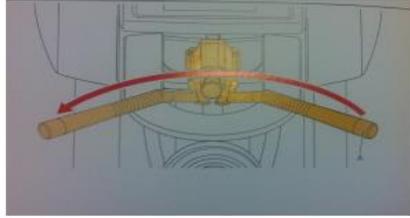
7.-Cambio de diestro a zurdo.

El simulador permite el uso para diestros y zurdos a continuación se explica como realizar el cambio.

Atención: *para realizar el cambio no debe ocuparse fuerza los movimientos deben ser suaves, si siente resistencia al movimiento DETENGASE, vuelva a la posición original los elementos, e intente de nuevo. Forzar el equipo puede provocar daños.*



5.- La ilustración siguiente muestra el cambio de posición de la turbina, realizar el movimiento suave como indica la flecha roja



Para consultas o mayor información
 Contactar
 Oficina de Educación Odontología.
 Diracademicos@odontologia.uchile.cl

Bibliografía.

- 1.-Luck O, Reitemeier B, Scheuch K. Testing of fine motor skills in dental students. *European Journal of Dental Education*. 2000;4(1):10-4.
- 2.- Harris W. How haptic technology works 2008 [cited 24]. Available from: <http://electronics.howstuffworks.com/gad-gets/other-gadgets/haptic-technology.htm>.
- 3.- Helmreich RL. Managing human error in aviation. *Scientific American*. 1997;276(5):62-7.
- 4.-Evaluation of simodont® haptic 3d virtual reality dental training simulator. Mahmoud M Bakr, Ward I. Massey, Heather Alexande
- 5.-Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Academic Medicine*. 2003;78(8):783-8.
- 6.-Ziv SDS, Paul Root Wolpe. Amitai. Patient safety and simulation-based medical education. *Medical teacher*. 2000;22(5):489-95.
- 7.- Boer IR, Bakker DR, Wesselink PR, Vervoorn JM *Ned Tijdschr Tandheelkd*. The Simodont in dental education 2012 Jun;119(6):294-300.

ANEXO Nº 2**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Fecha Edición: 25 de Agosto 2016

Nombre del Estudio: “Comparación de realismo en el procedimiento de remoción de caries entre dos métodos simulados: realidad virtual háptica y dientes de marfilina; realizado por docentes del área de Operatoria de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.”

Patrocinador del Estudio / Fuente Financiamiento: Proyecto presentado al Fondo de apoyo a la docencia de Pregrado (FaDop-2013).

Investigador Responsable: Prof. Dra. Claudia Sommariva Miranda

Departamento: Odontología Restauradora.

Nombre del Voluntario: _____

Yo, Rodrigo Osorio, estudiante de 6to año de la Facultad de Odontología de la U. de Chile (FOUCH), estoy realizando el trabajo de investigación “Comparación de realismo en el procedimiento de remoción de caries entre dos métodos simulados: realidad virtual háptica y dientes de marfilina; realizado por docentes del área de Operatoria de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile”, para optar al título de Cirujano Dentista. El propósito de esta notificación es invitarlo a ser parte de la investigación científica y ayudarlo a tomar la decisión, proporcionándole la información pertinente. Este proceso se conoce como Consentimiento Informado y puede que contenga términos que usted no comprenda, por lo que tome el tiempo que requiera para decidirse, lea cuidadosamente este documento y siéntase con la absoluta libertad de preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Los temas a tratar en este formulario son: justificación de la investigación, objetivos de la

investigación, tipo de intervención y procedimiento, beneficios y riesgos asociados a la investigación y aclaraciones.

- Justificación de la Investigación:

Existen métodos tradicionales para que los alumnos desarrollen-practiquen destrezas clínicas y uno de estos son dientes simulados hechos de marfilina montados en tipodontos. Los dientes simulados de Nissin® son un modelo de capacitación comprensivo básico de las estructuras dentales, que permite la preparación operatoria, a través de los distintos elementos destinados para ello (fresas de carburo tungsteno, piedras de diamante, etc) (Nissin Dental Products Inc., 2016).

Sin embargo, actualmente la tecnología nos propone desarrollar estas destrezas en simuladores de realidad virtual. “Simodont” (Moog) es un entrenador dental de realidad virtual 3D y tecnología háptica, esto es, una respuesta física que se vale del sentido del tacto de un usuario, por medio de la aplicación de fuerzas, vibraciones, y/o movimientos sobre él. Este dispositivo proporciona la posibilidad de realizar los mismos ejercicios desarrollados en la formación preclínica en dientes de marfilina, pero sin el uso de estos y con una retroalimentación táctil, permitiendo al usuario interactuar con el computador, con la ayuda de un instrumento que aplica un grado de fuerza a modo de resistencia que se opone a realizada por el usuario a lo largo de los ejes x, y, z del espacio (S. Suebnukarn y cols., 2009; M. Bakr y cols., 2012).

- Objetivos de la Investigación:

El objetivo de este estudio es determinar la percepción de realismo del proceso de remoción de caries realizado entre dos métodos simulados: Simulador Virtual háptico y dientes de marfilina simulados con caries, ejecutado por docentes del área de Operatoria de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

- Criterios de Inclusión y Exclusión:

Criterios de Inclusión: Docentes de Operatoria Básica al menos por 3 años o de Operatoria Clínica que participen en Simulación para el ejercicio profesional y que accedan voluntariamente a participar.

Criterios de Exclusión: Docentes de este universo que tengan menos de 5 años de ejercicio profesional o que no hayan accedido a participar.

- Beneficios de la Investigación:

Los beneficios individuales en esta investigación guardan relación con aplicar sus conocimientos clínicos en un nuevo formato, comparándolo con uno más tradicional, conocer y utilizar tecnología de vanguardia en simulación dental. Además, la importancia fundamental del estudio radica en que la información que se obtendrá de sus resultados, será de gran utilidad para la formación dental pre-clínica de las generaciones de odontólogos venideras.

- Procedimientos de la Investigación:

Su contribución consiste en:

1. Recibir un manual de uso del simulador, y presenciar una breve charla explicativa inicial de realidad virtual y simuladores hápticos.
2. Realizar el procedimiento de remoción de caries en el simulador virtual Simodont®, y, posterior a eso, contestar un cuestionario post experimental de apreciación de realismo sobre el método simulado utilizado.
3. En una segunda sesión 7 días a partir de la primera, realizar el mismo procedimiento en dientes de marfilina. Completar posteriormente un cuestionario post experimental de apreciación de realismo sobre el método simulado utilizado.

4. Contestar un cuestionario de 5 preguntas abiertas sobre comparación de ambas técnicas de simulación y su aplicación en docencia.

Es posible que los resultados obtenidos puedan ser utilizados en estudios ulteriores que se ciñan al objetivo del presente estudio. Los resultados obtenidos le serán informados a usted vía correo electrónico.

- Lugar donde se realizará la Investigación:

Facultad de Odontología de la U. de Chile ubicada en Sergio Livingstone Pohlhammer 943, Independencia, Santiago, en el Edificio Docente Administrativo, Laboratorio de Pre-clínico N° 2, 3° piso.

- Riesgos: Esta investigación científica presenta los riesgos inherentes al uso de instrumentos rotatorios y manuales de la consulta odontológica (accidentes cortopunzantes con cucharas para caries, fresas o piedras de diamante, esquirlas o restos de material proyectados, etc)

- Confidencialidad de la Información:

La información obtenida se mantendrá en manera confidencial. Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su nombre no será revelado.

- Aclaraciones:

- El objetivo de este estudio es netamente determinar su percepción de realismo de dos métodos simulados. En ningún momento se evaluará el resultado final de la remoción de caries, ni conllevará ningún tipo de calificación adicional.
- Una vez realizados los procedimientos indicados los diente simulados de marfilina (Nissin Dental Products INC.) pasan a ser de su propiedad y tiene el derecho de retirarlos si estima conveniente.

- Su participación en esta investigación es completamente voluntaria.
- Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su Consentimiento Informado y abandonar esta investigación en el momento que lo estime conveniente.
- Si usted retira su Consentimiento Informado, sus respuestas serán eliminadas y la información obtenida no será utilizada.
- Si tiene preguntas acerca de esta investigación científica puede contactar o llamar a la Dra. Claudia Sommariva M. (Tutora Principal) al teléfono 229781742 o Rodrigo Osorio L., (Investigador Responsable del estudio), al teléfono 983535882.

ANEXO N° 3

Charla sobre simuladores dentales 3D hápticos

Realidad Virtual

Es un sistema de computación usado para crear un mundo artificial en el cual el usuario tiene la impresión de estar y la habilidad de navegar y manipular objetos en él". [Manetta C.](#) y [R. Blade](#) (1995)



Simulación

<<Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias para el funcionamiento del sistema>> (R. E. Shannon).



Simulación en áreas de la salud

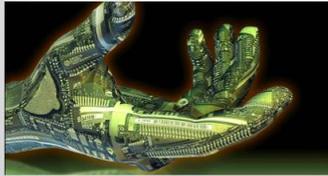


Simodont



Háptica

- ☞ La tecnología háptica se refiere al conjunto de interfaces tecnológicas que interactúan con el ser humano mediante el sentido del tacto



Proyecciones

- ☞ + Realismo
- ☞ Casos de la vida real
- ☞ + Complejidad



ANEXO N° 4

Cuestionario post-experimental sobre la evaluación de percepción de realismo el uso del sistema simulado utilizado para llevar a cabo el procedimiento. Cada una de las preguntas debe ser valorada desde nada realista (con un valor equivalente a 1) a muy realista (con un valor equivalente a 5) en escala de Likert, al final del cuestionario se entregan preguntas abiertas donde podrá expresar su opinión sobre la experiencia.

Marque con una X la respuesta según su apreciación.

Realismo de la imagen de la simulación (solo a la observación) ...¿Qué tanto se asemeja a la realidad clínica?	Nada realista (1)	Poco realista (2)	Neutral (3)	Realista (4)	Muy realista (5)
La forma de la corona dentaria...					
El color de la corona dentaria...					
La anatomía oclusal...					
Realismo de la sensación táctil (utilizando explorador dental) ...¿Qué tanto se asemeja a la realidad clínica?	Nada realista (1)	Poco realista (2)	Neutral (3)	Realista (4)	Muy realista (5)
El recorrido con el explorador dental en la cara oclusal...					
Realismo del trabajo clínico ...¿Qué tanto se asemeja a la realidad clínica?	Nada realista (1)	Poco realista (2)	Neutral (3)	Realista (4)	Muy realista (5)
El tallado simulado...					
Los instrumentos utilizados en la simulación...					

La forma de sostener los instrumentos durante el procedimiento...					
El peso de la turbina durante el procedimiento ...					
El sonido de los instrumentos rotatorios durante el procedimiento...					
La velocidad del desgaste de los instrumentos rotatorios durante el procedimiento ...					
El volumen de agua de la turbina durante el procedimiento...					
El grosor de los tejidos durante el procedimiento...					
La dureza de los tejidos ...					
Los colores de los diferentes tejidos del diente durante el procedimiento...					
Realismo del trabajo en remoción de caries ...¿Qué tanto se asemeja a la realidad clínica?	Nada realista (1)	Poco realista (2)	Neutral (3)	Realista (4)	Muy realista (5)
El uso de cuchareta de caries para la remoción de dentina infectada en el procedimiento...					
Apertura de la cavidad en esmalte...					
Transición esmalte-dentina...					
El aspecto y textura de la dentina infectada...					
El aspecto y textura de la dentina afectada...					

Cuestionario de preguntas abiertas

Preguntas abiertas:

- ¿Qué tan cerca se aproxima la simulación a una experiencia clínica real?

- ¿Cree que esta simulación sería una herramienta útil en programas de formación dental?

- ¿Tuvo alguna complicación al utilizar esta simulación?

ANEXO Nº 5

Cuestionario de comparación y aplicación

El siguiente cuestionario consta de 5 preguntas abiertas. Responda según su experiencia al haber utilizado ambos métodos simulados: dientes de marfilina y Simodont®. Se ruega responder con letra clara y legible.

1. De los dos métodos que usted utilizó para la realización del procedimiento ¿cuál cree usted que ofrece mayor realismo clínico?

2. Para la enseñanza del procedimiento clínico realizado por usted, ¿eligiría uno o ambos métodos simulados?, ¿Cuál y por qué?

3. A su juicio, ¿Cuál de los dos métodos simulados permite una mejor evaluación de sus estudiantes?

4. A su juicio, ¿Cuál de los dos métodos simulados permite una mejor retroalimentación a sus estudiantes en la realización del procedimiento?

5. ¿Desea emitir algún comentario u opinión como aporte a este estudio?
