



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
UTE SIMULACIONES PARA EL EJERCICIO PROFESIONAL**

**ESTUDIO EXPLORATORIO DE SIMULADOR DE REALIDAD VIRTUAL COMO  
HERRAMIENTA EDUCATIVA ODONTOLÓGICA EN ESTUDIANTES DE LA  
UNIVERSIDAD DE CHILE DEL SEXTO SEMESTRE AÑO 2014.**

**Valentina Javiera Parada Rosales**

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

**TUTOR PRINCIPAL**

**Prof. Dra. Claudia Sommariva Miranda**

**TUTOR ASOCIADO**

**Prof. Dra. Ximena Lee Muñoz**

**Santiago – Chile  
2015**





**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
UTE SIMULACIONES PARA EL EJERCICIO PROFESIONAL**

**ESTUDIO EXPLORATORIO DE SIMULADOR DE REALIDAD VIRTUAL COMO  
HERRAMIENTA EDUCATIVA ODONTOLÓGICA EN ESTUDIANTES DE LA  
UNIVERSIDAD DE CHILE DEL SEXTO SEMESTRE AÑO 2014.**

**Valentina Javiera Parada Rosales**

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

**TUTOR PRINCIPAL**

**Prof. Dra. Claudia Sommariva Miranda**

**TUTOR ASOCIADO**

**Prof. Dra. Ximena Lee Muñoz**

**Santiago – Chile  
2015**

A mis padres y Constanza,  
que con su amor hicieron esto posible.  
A Nelda y Germán,  
por ser mi luz.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a la vida por haberme dado la determinación para alcanzar este logro soñado y a cada persona que participó en este proceso maravilloso, del que me llevo los mejores y más lindos recuerdos.

A mis padres Patricio y Carolina, infinitas gracias por su amor y apoyo incondicional, y por haberme obsequiado el regalo más preciado que es mi educación. A mi hermana y amiga Constanza gracias por soportarme en los momentos difíciles y por ser la primera en celebrar mis victorias. A mi abuela Nelda, gracias por ser un ejemplo de mujer excepcional y por consentirme con las comidas más ricas. A todo el resto de mi familia, gracias por ser el pilar de mi vida.

Agradecer enormemente a mi tutora, la Dra. Claudia Sommariva, quien siempre estuvo atenta y disponible cuando necesité su ayuda; por compartir su experiencia y tiempo con mucha dedicación y cariño. También gracias a todos los involucrados que hicieron esto posible: a la Dra. Ximena Lee por su apoyo como tutor asociado, a la Dra. González por su papel como examinadora, al Dr. Labra por enseñarme a usar Simodont®, a Camilo por compartir bibliografía, y a todos los estudiantes voluntarios que participaron en la tesis.

Gracias a todos los docentes responsables de mi formación profesional y a la Universidad de Chile por inculcar en mi un sentido ético y cívico basado en el respeto a las personas y la solidaridad social. Mención honrosa al Dr. Marcelo Valle, por ser un gran maestro y amigo, y por confiar en todas mis capacidades. A mis pacientes en los ramos clínicos, gracias por su compromiso y paciencia.

Gracias a todas las personas que conocí durante mi internado asistencial, doctores, técnicos y compañeros, en especial al Dr. Olavarría por su calidad humana y profesional, su vocación docente y rigor científico.

A mis amigas del colegio Gabriela y Cintia, por ser un apoyo fundamental antes y durante la universidad, y por compartir nuestro sueño de ser de la Chile. A mis amigos desde primer año Cristóbal, Matías y Darinka; a mi gran amiga Valentina con quien tuve la fortuna de compartir saberes odontológicos, intelectuales y espirituales. A mis compañeros: Ignacio, Nicolás y Gerardo por las tardes más lindas en microclima. Y en especial a Carolina Ugalde, por cada momento vivido, por los consejos, las aventuras y los viajes, por compartir nuestro amor por el pincel y la turbina, por ser una amiga única.

Gracias a Francisco Verdugo por su aporte fotográfico en esta tesis, por entenderme y apoyarme con su amor y fortaleza hasta el final.

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>Introducción</b> .....	1
<b>II.</b>	<b>Marco Teórico</b> .....	3
	1. Aprendizaje .....	3
	1.1. El aprendizaje significativo.....	3
	1.2. El aprendizaje basado en competencias .....	5
	1.3. Evaluación de competencias.....	6
	2. Aprendizaje en odontología .....	7
	2.1. Simulaciones para el Ejercicio Profesional y Operatoria Básica .....	8
	2.2. Desarrollo de destrezas clínicas .....	9
	2.3. Simulación Clínica .....	10
	2.3.1. Realidad Virtual y Háptica .....	13
	2.3.2. Simodont®.....	16
	3. Satisfacción de los estudiantes.....	17
	4. Evaluación de Impacto.....	18
<b>III.</b>	<b>Hipótesis y Objetivos</b> .....	19
<b>IV.</b>	<b>Materiales y Método</b> .....	20
<b>V.</b>	<b>Resultados</b> .....	31
	1. Análisis cuantitativo.....	31
	1.1. Composición de la muestra.....	31
	1.2. Análisis de Frecuencias cuestionarios pre y post- experimental .....	32
	1.3. Nivel de Satisfacción.....	38
	1.4. Análisis descriptivo de ejercicios de destreza psicomotora.....	39
	1.5. Análisis inferencial de ejercicios de destreza psicomotora.....	42
	1.6. Evaluación de impacto.....	48

2. Análisis cualitativo.....	50
2.1. Triangulación metodológica de preguntas abiertas con aseveraciones del cuestionario post-experimental.....	50
<b>VI. Discusión .....</b>	<b>53</b>
<b>VII. Conclusiones.....</b>	<b>56</b>
<b>VIII. Referencias .....</b>	<b>57</b>
<b>IX. Anexos.....</b>	<b>63</b>

## RESUMEN

**Introducción:** En las últimas décadas el paradigma enseñanza-aprendizaje ha evolucionado otorgando al estudiante un lugar más activo en su educación. La simulación clínica es una metodología educativa que sitúa al estudiante en un contexto análogo a la realidad clínica, con el fin de entrenar habilidades y evaluar conocimientos en la práctica. El desarrollo tecnológico en ciencias biomédicas ha avanzado hacia la simulación integrada a sistemas computacionales y realidad virtual. Como parte del Proyecto presentado al Fondo de apoyo a la docencia de Pregrado (FaDop-2013), la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile adquirió un simulador dental de realidad virtual 3D y háptico, llamado Simodont®.

**Metodología:** Se realizó un estudio descriptivo, con estudiantes que cursaron Operatoria Básica el año 2014. Se dividió la muestra aleatoriamente en dos grupos, a cada uno de los cuales, se le solicitó realizar 3 ejercicios de destrezas psicomotoras y uno de ellos utilizó el simulador háptico en el segundo ejercicio. Posteriormente, un único examinador calificó el desempeño de cada estudiante mediante una rúbrica. Además, los estudiantes respondieron dos cuestionarios de satisfacción, uno antes y otro después de emplear el simulador.

**Resultados:** En un total de 32 estudiantes, 15 del grupo control y 17 del grupo experimental, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el uso de un simulador háptico y una loseta de apresto, en cuanto al puntaje de rúbrica medido como desempeño psicomotor y el tiempo de trabajo empleado. Tampoco existió diferencia en la evaluación de impacto de utilizar uno u otro método. Al consultar a los estudiantes, éstos señalaron sentirse satisfechos y consideraron que el simulador es una herramienta educativa útil complementaria a la metodología de enseñanza pre-clínica tradicional.

**Conclusiones:** El mejoramiento de las habilidades psicomotoras de los estudiantes después de utilizar un simulador háptico, no fue distinta a la mejora que experimentaron los estudiantes que usaron una loseta de apresto, ni tampoco hubo diferencias en cuanto al tiempo de trabajo que demoraron en realizar los ejercicios. La opinión de los estudiantes respecto al simulador Simodont® es favorable como herramienta de formación pre-clínica complementaria.

## I. INTRODUCCIÓN

La educación es un derecho humano fundamental, esencial para poder ejercitar todos los demás derechos. Es un instrumento poderoso que promueve la libertad y la autonomía personal, y genera importantes beneficios a toda la sociedad (*UNESCO, 2015*).

Actualmente la educación universitaria se desarrolla bajo un método de enseñanza-aprendizaje basado en competencias. Este modelo se caracteriza por enfatizar el aprendizaje por sobre la mera transmisión de conocimientos, donde el profesor deja de ser el «centro del saber» y toma el rol de un guía o facilitador que ayuda al estudiante a que adquiera conocimientos y desarrolle su capacidad de reflexión y comprensión (*García, 2007*).

La docencia en odontología se ha caracterizado por ser un ámbito de limitada investigación. Por esta razón es necesario hacer énfasis en los aspectos metodológicos y prácticos, y considerar la importancia de adoptar tecnologías innovadoras que favorezcan un mayor protagonismo de los estudiantes en su propio aprendizaje (*Tünnermann, 1996*).

En la actualidad se realizan procedimientos tecnológicos, como la simulación, para lograr una 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 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 (*Corvetto y cols., 2013; Ortega y cols., 2010*).

La tecnología de la simulación en ciencias biomédicas está modernizándose cada vez más para mejorar la educación en el cuidado de la salud. En las dos últimas décadas, se ha consolidado una creciente aceptación de la simulación como complemento o sustituto ventajoso de la formación clínica, caracterizada por el desarrollo de maniqués altamente sofisticados y simuladores de tareas específicas. Paralelamente, la investigación sobre la utilidad de la simulación clínica en el desarrollo de competencias clínicas ha experimentado una expansión exponencial en el número de artículos publicados en los últimos diez años (*Corvetto y cols., 2013*).

Este tipo de simulación tradicional contrasta con modelos tecnológicos más avanzados como los simuladores integrados a sistemas computacionales. Estos modelos permiten desarrollar competencias técnicas y específicas profesionales, logrando simular casos clínicos más complejos y mejor caracterizados, llevando un registro pormenorizado de la actuación del estudiante y siendo cada vez más cercanos a la realidad del entrenamiento (*Abellán y cols., 2012*).

Dentro de este marco, lo más reciente corresponde a la tecnología de realidad virtual y los denominados simuladores «hápticos». Esta técnica háptica hace referencia al hecho de manejar software, tercera y cuarta dimensión con sensación y percepción táctil, auditiva y visual que emulan la realidad.

Cabe destacar también, que esta tendencia a la innovación corresponde a su vez a un periodo de globalización de la educación, en búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza aplicando estas nuevas tecnologías, 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*).

El presente estudio exploratorio tiene como propósito evaluar el impacto del uso de un simulador entrenador dental de realidad virtual en las habilidades psicomotoras y el nivel de satisfacción percibido al utilizarlo en estudiantes de Odontología de 4to año de la Universidad de Chile año 2015.

## II. MARCO TEÓRICO

### 1. Aprendizaje

El aprendizaje ha sido definido como el cambio progresivo en las capacidades de la persona, ocurriendo como resultado de la experiencia, para entender, controlar y realizar su potencial como individuo dentro de un orden social (*Yip y Barnes, 1997*).

Para ser efectivo, requiere que el estudiante entienda el material, aprenda a pensar de forma activa y sea capaz de resolver problemas; evaluando críticamente las diferentes alternativas. Dicho enfoque, llamado «aprendizaje activo», no se puede separar de la enseñanza, la cual debe proporcionar una gama de oportunidades de desarrollo, apoyados por una orientación y materiales estructurados, tanto de aprendizaje como de retroalimentación y reflexión (*Yip y Barnes, 1997*).

#### 1.1. El aprendizaje significativo

Ausubel define el aprendizaje significativo como el mecanismo humano por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de información e ideas representadas en cualquier campo del conocimiento (*Ausubel, 1973*).

Un punto relevante de la teoría ausbeliana es el hecho que todos los seres humanos tenemos una estructura cognoscitiva –a la que le da una gran relevancia en el proceso de aprendizaje– y la entiende como: el conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee sobre un determinado campo de conocimientos, así como la forma en la que los tiene organizados (*Manríquez, 2012*).

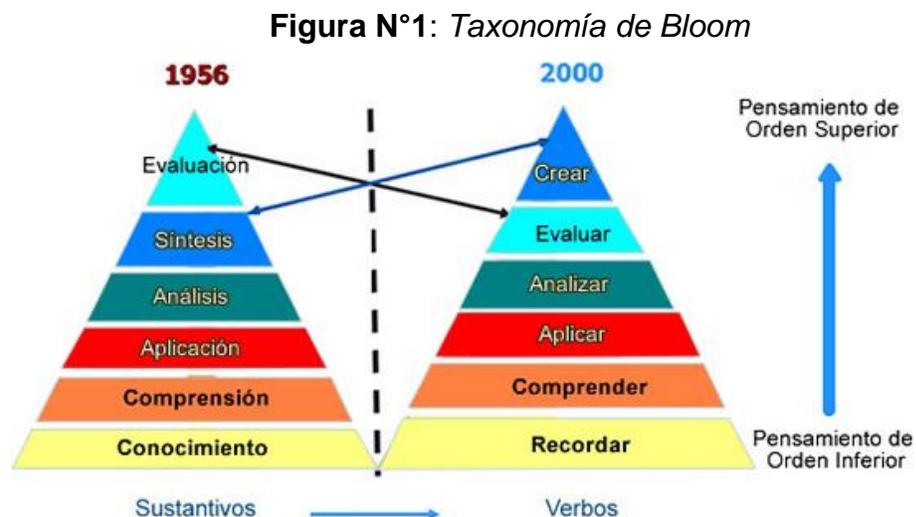
Un individuo que aprende significativamente debe tratar de relacionar los nuevos conocimientos con los conceptos y proposiciones relevantes que ya conoce. (*Manríquez, 2012*).

Este tipo de aprendizaje posee dos características básicas, la no-arbitrariedad y la sustantividad (Moreira y cols., 1997). Presupone que el estudiante manifiesta una disposición para relacionar material nuevo con su estructura cognoscitiva, y a la vez, que este material es potencialmente significativo, siendo relacionable a su estructura de conocimiento en forma intencional (Acosta, 2002).

Desde esta perspectiva el conocimiento se construye, y el proceso de aprendizaje ocurre en la medida que el sujeto aprendiz procesa la información de manera sistemática y organizada (Díaz y Hernández, 1998).

La comprensión de los conceptos no determina el aprendizaje significativo; un buen desempeño implica un dominio conceptual añadido a la metacognición, que se entiende como el pensamiento estratégico que regula la propia actividad de aprendizaje y nos habitúa a reflexionar sobre el propio conocimiento (Pozo, 1999). Este vínculo conlleva al desarrollo de una competencia (Manríquez, 2012).

La taxonomía de Bloom, actualizada el año 2000, propone un orden para adquirir conceptos y habilidades, expresados en forma de verbos. Pretende explicar el proceso de aprendizaje clasificando las metas educativas de manera ordenada y jerárquica (Krathwohl, 2002; Figura N°1).



El cono del aprendizaje de Dale (Figura N°2), es otro esquema capaz de mostrar como los estilos de aprendizaje pueden favorecer la retención a través del uso de los sentidos. Destaca el hecho que el porcentaje de retención después de dos semanas aumenta considerablemente desde una actividad de naturaleza verbal (pasivo) hacia una actividad pura (activo) del educando (*Fadel y Lemke, 2008*).

**Figura N°2: Cono del Aprendizaje de Edgar Dale**



## 1.2. El aprendizaje basado en competencias

El término competencia se ha planteado de manera convencional como las capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y autónoma, las situaciones de la vida. Se fundamentan en un saber profundo, no sólo saber qué y cómo, sino saber ser persona en un mundo complejo, cambiante y competitivo (*Beneitone y cols., 2007*).

El modelo pedagógico basado en competencias, establece un paradigma en la educación actual: el centro del proceso de enseñanza- aprendizaje deja de ser el profesor y pasa a ser el estudiante, de modo que, de la educación centrada en la enseñanza, pasa a sustentarse en el aprendizaje (*Manríquez, 2012*).

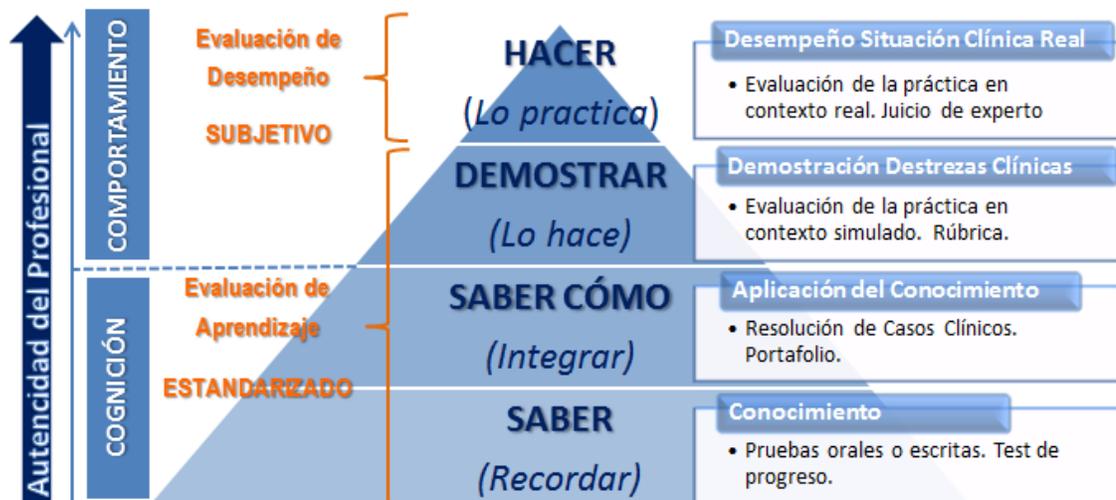
El estudiante pasa a tener una participación activa en la construcción de su propio aprendizaje, con lo que el profesor se convierte en el gran facilitador que pone en manos de los estudiantes los recursos, elevando su motivación, compromiso, gusto por aprender y comprender la utilidad del aprendizaje (*Beneitone y cols., 2007*).

### 1.3. Evaluación de competencias

El Ministerio de Educación (MINEDUC), define la Evaluación para el aprendizaje como: «El proceso de recoger evidencias e información acerca de los aprendizajes logrados por los estudiantes utilizando criterios de evaluación preestablecidos. El análisis de los resultados es utilizado para retroalimentar con el fin de promover el aprendizaje y realizar los ajustes necesarios en la planificación de actividades en aula» (*MINEDUC, 2006*). De acuerdo a este punto de vista, la evaluación se torna un elemento crucial, pues origina lo que se llama punto de encuentro didáctico, es decir la intersección de los contenidos, estudiantes y docentes (*Castillo, 2002*).

La llamada Pirámide de Miller (Figura N°3), es un modelo para evaluar habilidades clínicas, competencias y desempeño en el ámbito de la medicina (*Miller, 1990*).

Figura N°3: Pirámide de Miller



En la revisión de estudios pedagógicos de Manríquez (2012), se plantean tres recursos evaluativos que estarían alineados con tácticas metodológicas apropiadas para medir el desarrollo de competencias, que son los mapas conceptuales, portafolios y matrices de valoración o rúbricas.

En cuanto a esta última, la rúbrica se caracteriza por ser una pauta que nos permite aunar criterios de evaluación, niveles de logro y descriptores (*Herrera, 2001*). Es un recurso suficientemente flexible, que puede ser regulado en la práctica para encontrar el justo valor de la evaluación. También es muy importante su carácter de pre-establecida, acordada y socializada con los estudiantes antes de ser aplicada. Tiene la propiedad de ser un instrumento indicador que evidencia la calidad de un ejercicio y proporciona orientaciones para interpretar los resultados de una evaluación (*Conde y Pozuelo, 2007*).

## **2. Aprendizaje en odontología**

El objetivo de la educación dental es guiar el desarrollo de los estudiantes a través de diferentes etapas desde principiante hasta competente, resultando eventualmente en un clínico experto (*Suebnuksarn y cols., 2009*).

El aprendizaje de la práctica clínica en odontología presenta diversos inconvenientes que podrían dificultar una enseñanza eficaz. A menudo, las disciplinas son impartidas por expertos clínicos que, en parte, tienen limitada formación previa en docencia (*Schönwetter y cols., 2006*) y consecuentemente existe escasa literatura al respecto; además, una parte fundamental de la formación del estudiante de odontología consiste singularmente en el desarrollo de habilidades psicomotoras finas. Los estudiantes tradicionalmente dedican varios años en la adquisición de estas habilidades para estar preparados en la entrada a la práctica odontológica (*Suebnuksarn y cols., 2009*).

Para progresar en esta labor, los estudiantes debieran adquirir habilidades de una manera científica, que implique no sólo optimizar el uso del tiempo, sino producir una satisfactoria experiencia de aprendizaje (*Virdi, 2011*). A ello se enfocan las metodologías educativas actuales, incluyendo el autoaprendizaje y el desarrollo de los materiales multimedia en odontología (*Kersten y cols., 2007*).

## **2.1. Simulaciones para el Ejercicio Profesional y Operatoria Básica**

A partir del año 2014, y gracias a la gestión de la Comisión de Innovación Curricular (CIC), se implementó en la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (FOUCH) una nueva Malla Curricular.

Tiene como propósito orientar la formación del odontólogo enfatizando en las exigencias actuales de un profesional de la salud y en el contenido actualizado, mediante un desempeño eficiente y responsable, dentro de un marco valórico caracterizado por el compromiso ético y espíritu crítico inherentes a la formación impartida por la Universidad de Chile (*Reglamento FOUCH, 2014*).

Una modificación importante es que el concepto de asignatura se renueva hacia actividades curriculares organizadas y estructuradas denominadas Unidades de Trabajo del Estudiante (UTE), que permiten a los estudiantes alcanzar de manera progresiva las competencias declaradas en el Perfil de Egreso.

Según esta nueva Malla, se adelanta la adquisición de habilidades psicomotoras y cognitivas, para el desarrollo de competencias odontológicas clínicas, a partir del III y IV semestre, a cargo exclusivamente de la UTE Simulaciones para el Ejercicio Profesional (*Programa Simulaciones, 2015*).

Esto constituye una gran diferencia con la Malla antigua, que estipulaba esta formación desde el V y VI semestre bajo la tutela de las asignaturas Operatoria Básica, Prótesis Fija y Prótesis Removible.

En particular, el curso de Operatoria Básica se orientaba al estudio de las distintas causas que alteran la integridad del diente y las formas de devolver su equilibrio biológico. Propendía al desarrollo de destrezas manuales para realizar preparaciones biológicas en dientes de plástico (marfilina), sobre modelos articulados, simulando un área clínica de trabajo bajo los principios de ergonomía y bioseguridad (*Programa Operatoria Básica, 2014*).

## **2.2. Desarrollo de destrezas clínicas**

Se inicia el desarrollo de habilidades psicomotoras en Odontología, con ejercicios de introducción al uso de instrumental de corte y materiales rotatorios. Una técnica es practicar líneas y figuras geométricas, bajo relieve, con alta velocidad y diferentes formas de fresas dentales en un bloque de acrílico, para después reconocer y tipificar el trazo obtenido mediante observación y exploración con sonda periodontal (*Programa Operatoria Básica, 2014*).

Para la realización de esta competencia, se suele utilizar la herramienta didáctica Learn-A-Prep II (LAP II, Figura N°4), que es una loseta de acrílico fabricada especialmente para desarrollar la coordinación mano-ojo, fomentar la habilidad de crear preparaciones tridimensionales precisas, mejorar la discriminación temprana del sentido del tacto y diferenciar las profundidades anatómicas dentales porque simula esmalte, dentina y tejido pulpar utilizando diferentes colores y dureza del material (*Boushell y cols., 2010*; Figura N°5).

Se ha comprobado que LAP II es una herramienta útil en la identificación de una amplia gama de patrones de desempeño y la comunicación inmediata con el estudiante puede lograrse fácilmente. De esta manera, permite identificar a los estudiantes que necesitan reforzamiento en el manejo de material rotatorio al inicio del curso y enfocar los recursos educativos en intervenciones tempranas para mejorar los resultados académicos (*Boushell y cols., 2010*).

**Figura N°4:** *Loseta Learn-A-Prep II (de Whip Mix Corporation). Patrones geométricos e imitaciones de preparaciones dentales en la superficie del esmalte.*

**Figura N°5:** *Blanco: Esmalte (1,5 mm) Amarillo: Dentina (2 mm) Rosado: Tejido Pulpar (5 mm).*



### 2.3. Simulación Clínica

La acción de simular se define según la RAE como la representación de algo, fingiendo o imitando lo que no es (RAE, 2015).

La simulación clínica constituye una metodología que ofrece al estudiante la posibilidad de realizar de manera segura y controlada, una práctica análoga a la que realizará en la práctica profesional. A través de la simulación clínica el estudiante interactúa, en un entorno que simula la realidad, con una serie de elementos, a través de los cuales resolverá una situación o caso clínico (Abellán y cols., 2012).

Se puede decir que tiene cuatro objetivos principales: educación, evaluación, investigación e integración del sistema de salud. El aprendizaje por simulación es un puente entre el aprendizaje en clase y la experiencia clínica real. Los ejercicios de simulación pueden ir desde lo más simple a situaciones de alta complejidad (Abellán y cols., 2012).

Hoy en día, la simulación es parte integral del currículo de educación en medicina, tanto en nuestro país como el resto del mundo (*Acosta, 2002*). La razón se debe principalmente al desarrollo de la bioética (que protege a los individuos como sujetos de experimentación), el progreso en la educación médica (con mayores exigencias para asegurar su calidad y el cambio de paradigma a un aprendizaje basado en la demostración de competencias) y el desarrollo tecnológico en materiales, computación y electrónica (*Corvetto y cols., 2013*).

Las ventajas que ofrece la simulación clínica son inconmensurables y ampliamente descritas. Proporciona un ambiente controlado y seguro; desarrolla el entrenamiento sistemático y repetido de habilidades prácticas y competencias; permite equivocarse y aprender de los errores; la experiencia de aprendizaje se puede personalizar; mejora la retroalimentación educativa y la evaluación objetiva; posibilita la práctica de situaciones clínicas poco usuales, permite el desarrollo de habilidades de pensamiento, conocimiento en acción, toma de decisiones, trabajo en equipo y comunicación efectiva. Por último y más importante, no conlleva riesgos ni para el paciente ni para el estudiante.

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 de tipo escrito, de baja fidelidad, de pantallas computacionales, estandarizados, de fidelidad intermedia y de alta fidelidad (*Alinier, 2007*).

El contexto de trabajo simulado en la FOUCH se caracteriza por la práctica en laboratorio con cabezas artificiales, o fantomas, de mediana complejidad, que se acoplan a un modelo de dentadura, o tipodonto, con la finalidad de realizar acciones odontológicas imitando el quehacer clínico real (Figura N°6).

**Figura N°6:** *Fantoma Dental y Tipodonto*



A pesar de ser considerado como una especie de «gold standard» de la educación pre-clínica dental, el ejercicio con fantasmas dentales no es buen indicador de la evolución clínica de los estudiantes. Esto se explica principalmente por la uniformidad de atender maniqués, que se contrapone con la realidad y la diversidad de pacientes y casos clínicos. Si bien es una valiosa herramienta de preparación en procedimientos odontológicos, su utilidad es más importante en la enseñanza de principios que en el cuidado del paciente, ya que su uso para medir competencias es cuestionable (*Nunez y cols., 2011*).

En resumen, los inconvenientes que presenta esta metodología son:

- Restricción a procedimientos no realistas: Se ha comprobado que la dureza en dientes de marfilina es similar al esmalte (*Miyasuyi y cols., 1990*), sin embargo los dientes que utilizamos no hacen distinción con la dureza de la dentina y el tejido pulpar. Tampoco simulan lesiones de caries, y por el contrario se encuentran todos indemnes y correctamente posicionados en la arcada.
- Elevado costo en materiales de entrenamiento: Si un estudiante comete un error, implica fracaso y por lo tanto necesita un nuevo diente o modelo para continuar.

- Imposibilidad de realizar casos clínicos desafiantes de la vida real (*Rhienmora y cols., 2010*).
- Naturaleza subjetiva de la evaluación y disponibilidad limitada de supervisión por expertos: La evaluación se limita al tiempo de finalización de una tarea y el número de errores, o una valoración subjetiva por parte de un experto (*Rhienmora y cols., 2011*).

### 2.3.1. Realidad Virtual y Háptica

Aunque ha sido ampliamente utilizada hace varias décadas en otros campos como la formación aeronáutica y las telecomunicaciones, la tecnología de realidad virtual (RV) sólo se ha propuesto recientemente como una poderosa herramienta para la educación de los profesionales de la salud dental (*Suebnuarn y cols., 2009*).

El progreso de hardware y software ha llevado al desarrollo de entornos virtuales que apoyan el campo de la simulación avanzada. La RV crea mundos ficticios utilizando modelos matemáticos y programas computacionales, lo que permite a los usuarios moverse en este escenario de una manera similar a la vida real (*Suebnuarn y cols., 2009*).

La háptica es la tecnología de retroalimentación o respuesta táctil, que se vale del sentido del tacto de un usuario aplicando fuerzas, vibraciones, y/o movimientos sobre él. La interface háptica es un dispositivo que permite al individuo interactuar con el computador mediante retroalimentación táctil; ésta se obtiene con la ayuda de un manipulador que aplica un grado de fuerza que se opone al usuario a lo largo de los ejes x, y, z. (*Suebnuarn y cols., 2009; Bakr y cols., 2012*).

La realidad virtual háptica ha revolucionado la adquisición de destrezas en odontología (*Suebnuarn y cols., 2010*). Un dispositivo háptico permite «enseñar» a los estudiantes el sentido táctil de una maniobra (*Bakr y cols., 2012*).

La fortalezas de la metodología de un sistema de RV háptico son que facilitan la repetición de una destreza para que sea aprendida, ofrecen controlar las variables de entrenamiento, y proporcionan la oportunidad de evaluar cuantitativamente el desempeño del estudiante, extralimitándose a la mera medición de los resultados (*Pohlenz y cols., 2010*).

Esta tecnología permite grabar automáticamente los datos cinemáticos asociados a cada paso de una tarea (*Suebnuarn y cols., 2009 y 2010*), lo que constituye una gran significancia educativa debido que al registrar las equivocaciones, ofrece la oportunidad de aprender del error.

❖ Ventajas de un simulador de RV háptico:

- ✓ El aprendizaje háptico tiene un enorme potencial para mejorar la formación basada en competencias y ofrece nuevas posibilidades de educación odontológica (*Heiland y cols., 2004*).
- ✓ Los programas asociados a este tipo de simuladores aportan imágenes tridimensionales realistas y visión indirecta. La tecnología háptica otorga la posibilidad de diferenciar tejidos, por ejemplo las distintas durezas entre el esmalte, la dentina y el tejido pulpar (*Rhienmora y cols., 2010*).
- ✓ Como todos los instrumentos y materiales son virtualmente representados, se pueden realizar innumerables repeticiones de un ejercicio sin costos adicionales. Por otra parte, al no haber agua y succión se elimina el riesgo de proliferación de *Legionella* (*Bakker y cols., 2010; Rhienmora y cols., 2010*).
- ✓ Cualquier tipo de caso clínico dental puede ser generado y se pueden añadir condiciones patológicas en sets de datos para ampliar la gama de simulación (*Pohlenz y cols., 2010*). A futuro se pretende importar la información de sistemas de tomografía computarizada cone beam para la simulación de tratamiento de patologías orales reales (*Heiland, 2004*).

- ✓ Provee una nueva oportunidad de desarrollar un método objetivo de evaluación imparcial de las competencias clínicas de un estudiante (*Pohlenz y cols., 2010; Rhienmora y cols., 2010, Suebnukarn y cols., 2010*).
- ✓ Implica un cambio cualitativo significativo para la docencia, enfocado en el uso de tecnología aplicada a la enseñanza-aprendizaje para la creación de conocimiento.
- ✓ Todos los detalles de una tarea pueden ser grabados y caracterizar los movimientos realizados, tales como angulaciones, fuerza utilizada, velocidad y distancia recorrida durante la simulación. Permite que la sesión pueda ser continuada, corregida, o revisada en cualquier momento (*Pohlenz y cols., 2010; Rhienmora y cols., 2010*).
- ✓ El modelo facilita el aprendizaje odontológico para las nuevas generaciones de nativos virtuales.

❖ Desventajas del simulador de RV háptico:

- La mayoría de estos simuladores virtuales están en etapas tempranas o experimentales (*Rhienmora y cols., 2010*).
- Debido a su reciente aparición y aceptación en la comunidad científica, y su alta complejidad tecnológica, los aparatos tienen un alto valor monetario. De igual forma, los programas (software/licencias) necesarios para su aplicación también son costosos y se compran por separado.
- Es fundamental ofrecer modelos virtuales y programas computacionales más sofisticados, que sorteen las limitaciones actuales, para instituir la realidad virtual como herramienta establecida en la educación dental.

### 2.3.2. Simodont®

En este estudio analizaremos la funcionalidad del simulador Simodont® (Figura N° 7), fabricado por la empresa Moog y el Centro Académico de Odontología de Ámsterdam (ACTA) en los Países Bajos.

Simodont® es un simulador dental de alta tecnología y alta fidelidad, que permite entrenar a futuros dentistas en procedimientos dentales, en un entorno virtual realista, mientras reciben información sensorial háptica, visual y de audio (*Vervoorn y Wesselink, 2009*). Posee un brazo robot conectado a un software, de tal modo que cada movimiento del brazo se visualiza en una pantalla, y entrega sensación háptica debido a la retroalimentación de la fuerza ejercida (*Bakker y cols., 2010*). Es posible grabar las maniobras realizadas y permite a los profesores seguir el avance y plan de trabajo de manera más eficiente (*Forsell, 2011*).

**Figura N°7:** Entrenador Dental Simodont®, de Moog



### 3. Satisfacción de los estudiantes

La Real Academia Española (RAE) en su quinta acepción define la palabra satisfacción como «el cumplimiento del deseo o del gusto» (RAE, 2015). No obstante, la definición economicista de Kotler estima que satisfacción es «el nivel del estado de una persona que resulta de comparar el rendimiento que se percibe de un producto con sus expectativas. El nivel de satisfacción es una función de la diferencia entre rendimiento percibido y las expectativas» (Kotler, 1989).

Lo anterior establece su aplicación práctica mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Satisfacción} = \text{Rendimiento Percibido} - \text{Expectativas}$$

En otras palabras, los sujetos se sentirán satisfechos si la acción a valorar supera sus expectativas previas (Pérez y cols., 2010).

Uno de los métodos propuestos para hacer un seguimiento y cuantificar estas variables son las encuestas de satisfacción (Kotler, 1999), las cuáles generalmente son aplicadas en escala psicométrica de Likert (que especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración).

Marchesi y Martín (1998) citado por Gento, señalan que uno de los indicadores más válidos para medir el grado de calidad de la enseñanza tiene que ver con el grado de satisfacción de las personas que están vinculadas al proceso educativo (Gento y Rivas, 2003).

Por lo tanto, para valorar un método educativo, el estudiante resulta como el mejor evaluador de la enseñanza recibida a través de niveles de satisfacción. Esto es, debido a que ellos actúan como receptores y usuarios subsecuentes de la educación dada por la universidad (De la Fuente y cols., 2010). Así, la satisfacción de los estudiantes con la educación que reciben es referida como un elemento clave en la valoración de la calidad de la educación (García y cols., 2011).

#### 4. Evaluación de impacto

La evaluación de impacto tiene como propósitos determinar si un programa, en este caso herramienta, produce los efectos deseados en las personas que la utilizan, para obtener una estimación cuantitativa de los beneficios y evaluar si ellos son o no atribuibles a la intervención del programa (*Aedo, 2005*).

Generalmente, estas evaluaciones estiman los impactos promedio de un programa. El enfoque en la causalidad es la característica distintiva de las evaluaciones de impacto y determina las metodologías a usar. Cualquiera sea el método, siempre debe estimar los resultados de la muestra que materializa la intervención, y además el denominado contrafactual, es decir, los resultados de la muestra de comparación que no participa en el programa (*Gertler y cols., 2011*).

Según la determinación del contrafactual, se definen dos tipos de diseño: experimental o cuasiexperimental. El primer diseño construye ambas muestras asignando aleatoriamente individuos provenientes de una misma población de elegibles. De esta manera se asegura que los atributos de los individuos de ambas muestras sean, en promedio, iguales, condición necesaria para una estimación insesgada del impacto del programa (*Aedo, 2005*).

Por otro lado, existe una estrategia de evaluación de impacto denominada «metodología de diferencias en diferencias o modelo de dobles diferencias». Esta técnica define el impacto como la diferencia en la variación de los resultados, antes y después de una intervención, entre una población inscrita en un programa (grupo experimental) y una población no inscrita (grupo control) (*Ivàlua, 2009*).

La principal utilidad de este método, es que la diferencia en los resultados entre dos grupos se explica por la intervención de una herramienta de impacto, suponiendo que el resto de las características de los individuos se mantienen fundamentalmente constantes a lo largo del tiempo (*Gertler y cols., 2011*).

### **III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **Hipótesis.**

El uso de un simulador dental de realidad virtual tridimensional y háptico implica un mejoramiento en las habilidades psicomotoras de estudiantes de Odontología de 4to año de la Universidad de Chile año 2015.

#### **Objetivo General.**

Evaluar el impacto de un simulador dental virtual tridimensional y háptico en las habilidades psicomotoras y el nivel de satisfacción percibido al utilizarlo, en estudiantes de Odontología de 4to año de la Universidad de Chile año 2015.

#### **Objetivos Específicos.**

Determinar cuantitativamente el nivel de satisfacción en relación al simulador háptico según expectativas y rendimiento percibido, en estudiantes que cursaron Operatoria Básica de la Universidad de Chile en el año 2014.

Determinar cuantitativamente si el impacto del simulador háptico en las habilidades psicomotoras es mayor que el efecto de la loseta de apresto en estudiantes, del grupo experimental y control respectivamente, que cursaron Operatoria Básica de la Universidad de Chile en el año 2014.

Determinar cualitativamente la frecuencia de respuestas positivas en relación al uso del simulador háptico por parte de estudiantes de Odontología de 4to año de la Universidad de Chile año 2015.

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODO**

##### **Tipo de estudio.**

Tipo de investigación y diseño: Estudio descriptivo con diseño de análisis mixto cuantitativo y cualitativo.

##### **Obtención de la muestra.**

El universo consistió en estudiantes regulares de Odontología que cursaron Operatoria Básica en el 6to semestre durante el año 2014, correspondientes a 119 estudiantes, en la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (FOUCH).

El día 12 de marzo del 2015 todos los sujetos fueron invitados a participar voluntariamente en el estudio. Constituyeron la muestra 32 estudiantes, quienes se fueron inscribiendo vía e-mail hasta el 30 de abril del 2015.

La intervención iniciaba con la firma y recepción de copia del Documento de Consentimiento Informado (Anexo N°1), aprobado por expertos de la Oficina de Educación Odontológica. Luego, cada estudiante definía la pertenencia en el grupo de participación, sorteado por método aleatorio de «cara o sello», resultando respectivamente, 15 estudiantes en el grupo control y 17 estudiantes en el grupo experimental.

##### **Criterios de Inclusión:**

- Estudiantes que accedieron voluntariamente a participar y firmaron el Consentimiento Informado o CI (Anexo N°1).
- Estudiantes que aprobaron la asignatura en primera instancia (categoriza a los participantes de la muestra en un nivel básico de competencias aprobadas).

**Materiales.**

- Impresora HP
- 224 hojas tamaño carta para documento de consentimiento informado, cuestionario pre-experimental y cuestionario post-experimental.
- 47 losetas de apresto “Learn a Prep II”
- Instrumento rotatorio de alta velocidad: Turbina NSK Panamax
- 10 fresas cilíndricas de extremo plano (N 836R, ISO 012, cabeza de 6 mm)
- 1 sonda periodontal tipo Carolina del Norte milimetrada
- Simulador de realidad virtual 3D y háptico: Simodont®
- Barreras de Protección por cada participante: Traje clínico, guantes, mascarilla y antiparras.

**Intervención.**

Durante marzo y abril del año 2015, los estudiantes voluntarios fueron citados, de forma individual o grupal (hasta 3 personas), según tiempo libre en horario de clases. La intervención tenía una duración aproximada de una hora por participante y fue desarrollada en el Laboratorio Pre-clínico N°2, 3º piso del Edificio Docente de la FOUCH. Luego de firmar el CI y definir el grupo al cual pertenecían, los estudiantes presenciaban una exposición introductoria de realidad virtual y simuladores hápticos de 10 minutos (Anexo N°2), para después responder un cuestionario pre-experimental (Anexo N°3), enfocado en sus expectativas.

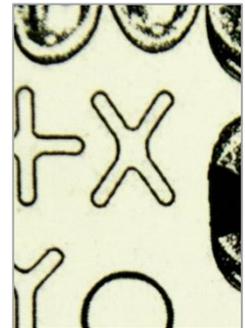
Se proseguía con la realización de ejercicios de destrezas psicomotoras. Los materiales utilizados fueron loseta de apresto LAP II (Anexo N°4), instrumento rotatorio de alta velocidad (turbina NSK Panamax), fresa cilíndrica de extremo plano (N 836R, ISO 012, cabeza de 6 mm), sonda periodontal tipo Carolina del Norte milimetrada (Figura N°8), y el simulador háptico Simodont®.

**Figura N°8:** *Materiales utilizados para medir desempeño psicomotor.*



Se dispusieron una o dos losetas por participante, y se rotularon con un número asignado para su tabulación y análisis estadístico. Cabe destacar que para realizar estos ejercicios, era indispensable el dominio de turbina y tallado de cavidades con planimetría, competencias pre-clínicas obligatorias de la asignatura Operatoria Básica.

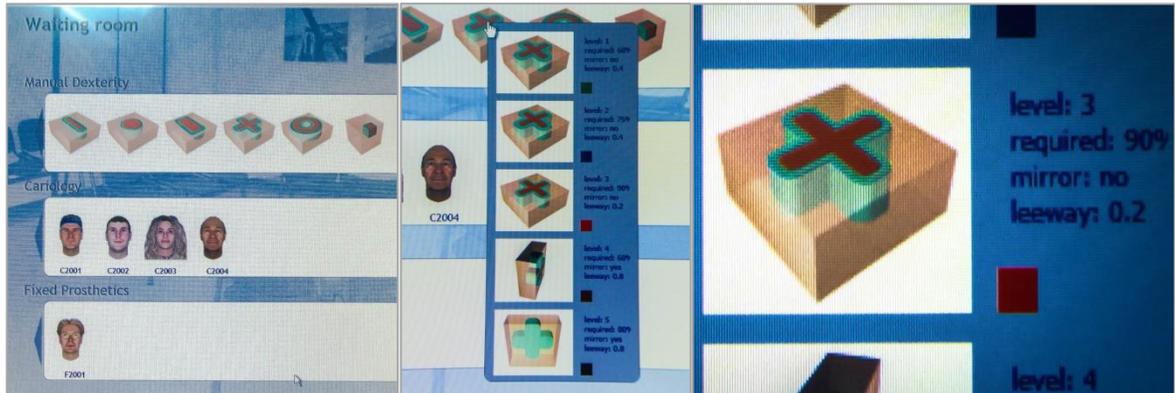
Los sujetos asignados aleatoriamente al grupo experimental realizaron un ejercicio (Ejercicio N°1) en loseta de apresto LAP II, que consistió en desgastar una figura en forma de equis con 2 mm de profundidad. Debieron seguir las siguientes instrucciones: conservar la línea del margen, paredes rectas, lisas y paralelas entre sí y piso plano. El tiempo de prueba fue registrado, teniendo en cuenta un máximo de 10 minutos.



A continuación, los estudiantes de este grupo, realizaron un ejercicio en el simulador Simodont® (Ejercicio N°2), que ofrece las mismas características de la realidad (loseta, turbina y fresa cilíndrica de extremo plano) pero en un medio virtual, tridimensional y con sensación háptica.

En el programa computacional se seleccionó la sección “Manual Dexterity”, el cuarto ejercicio con figura en forma de cruz y grado de dificultad del 90%, correspondiente al porcentaje requerido de desgaste total. El dispositivo evaluó el desgaste de 2mm de profundidad y margen de la figura conservado (Figura N°9).

**Figura N°9:** Selección Ejercicio N°2 del grupo experimental en el Simodont®.

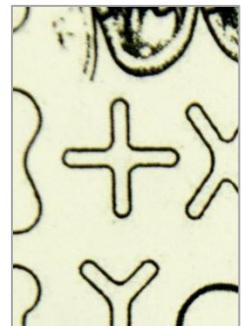


En el computador asociado al simulador se puede observar de manera automática, el tiempo de trabajo, el porcentaje de volumen que logra el objetivo de desgaste, y también el porcentaje de volumen que sobrepasa el margen hacia el fondo y hacia los lados; todos fueron registrados (Figura N°10).

**Figura N°10:** Visualización de pantalla y computador asociado al Simodont®.

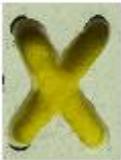
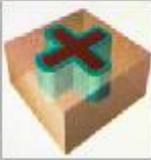
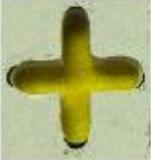


Acto seguido, los estudiantes volvieron a trabajar en la loseta que les fue asignada en un principio, y realizaron un ejercicio en forma de cruz (Ejercicio N°3), siguiendo todas las indicaciones descritas anteriormente y con un tiempo de prueba máximo de 10 minutos que fue registrado.



Los sujetos asignados aleatoriamente al grupo control, realizaron el Ejercicio N° 1, 2 y 3 en loseta LAP II con las mismas características y grado de dificultad que los realizados por el grupo experimental, con registro del tiempo de prueba (Tabla N°1). Al terminar, cada participante fue invitado a utilizar el simulador para la realización del ejercicio N° 2 del grupo experimental (Figura N°9), de modo que su participación y asignación aleatoria en este grupo no los privara de la oportunidad de usar esta nueva herramienta educativa.

**Tabla N° 1.** *Ejercicios realizados por grupo experimental y control para evaluar impacto del uso del simulador Simodont® en desempeño psicomotor.*

GRUPO	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3
Experimental			
Control			

Al final de la intervención, cada estudiante respondía un cuestionario post-experimental de uso del Simodont® (Anexo N°6), que concluía con tres preguntas abiertas, enfocado en el rendimiento percibido.

### **Operacionalización de las variables.**

#### Satisfacción:

Para determinar la satisfacción con respecto al simulador, se usaron dos cuestionarios pre y post- experimentales (Anexo N° 3 y 6), obtenidos del estudio de Bakr (2013) y aprobados por expertos de la Oficina Odontológica de la FOUCH.

La estructura del cuestionario pre-experimental incluyó 7 afirmaciones y 1 pregunta relacionadas a las expectativas antes de usar el Entrenador Dental Simodont®. Cada enunciado fue valorado en 5 niveles en escala de Likert: desde «muy en desacuerdo» con valor equivalente a 1, hasta «muy de acuerdo» con valor equivalente a 5 (*Hernández, 2006*).

Las variables del cuestionario se midieron según afirmaciones agrupadas en el interés, las expectativas y la actitud frente al Simulador, que a continuación se enuncian en conjunto según el tema:

#### Interés

- Estoy emocionado de usar el simulador háptico

#### Expectativas

- Espero que mejore mis habilidades clínicas/pre-clínicas
- Espero que sea fácil de usar
- Espero adquirir destreza manual más rápido con el simulador que con los métodos tradicionales de formación pre-clínica
- Espero que sea fácilmente integrado en el ambiente de aprendizaje
- Espero que su uso añada valor al entrenamiento dental
- Espero que trabajar en él sea realista

#### Actitud

- ¿Cuál es su actitud frente al uso del simulador háptico en la educación?

La estructura del cuestionario post-experimental incluyó 12 afirmaciones relacionadas al desempeño percibido posterior al uso del Entrenador Dental Simodont®. Cada enunciado fue valorado en 5 niveles en escala de Likert.

Las variables de este cuestionario fueron agrupadas según la apariencia 3D, la experiencia de uso, la retroalimentación educativa y háptica, la utilidad como herramienta educativa y la presencia de un tutor, enunciados a continuación:

#### Apariencia 3D

- Las imágenes de modelos anatómicos e instrumentos parecían realistas

#### Experiencia de Uso

- Me sentí cómodo usándolo
- Pienso que me siento más seguro acerca de mis habilidades después de usarlo

#### Retroalimentación educativa

- Utilizarlo contribuyó con mi aprendizaje
- La retroalimentación educacional que proporciona contribuyó con mi aprendizaje
- Utilizarlo mejoró mis habilidades visuales-motoras
- Utilizarlo mejoró mi conocimiento

#### Retroalimentación háptica

- La dureza , textura y sensación háptica proporcionada se sintió realista
- La sensación de fuerza proporcionada contribuyó con mi aprendizaje

#### Utilidad como herramienta educativa

- Utilizarlo en el laboratorio en el futuro ayudará a los estudiantes a mejorar sus habilidades pre-clínicas/clínicas
- Debería ofrecerse a todos los estudiantes de Odontología antes de que realicen procedimientos en pacientes reales

#### Presencia de un tutor

- La presencia de un tutor o monitor durante su uso complementaría el aprendizaje

El cuestionario terminaba con tres preguntas abiertas, referidas a la aproximación del simulador a una experiencia real pre-clínica, la utilidad de esta herramienta educativa en programas de formación dental, y si podría el simulador reemplazar al método convencional de formación.

### Evaluación de la Satisfacción:

Se midió la fórmula del nivel de satisfacción de Kotler. Para aplicarla fue necesario asignar un valor a cada cuestionario, por lo cual se calculó la media de los resultados en ambos. La diferencia de las medias post y pre-experimental dan como resultado un indicador a partir de Likert, que puede variar en una escala de valores del -4 al 4. De esta forma, definimos arbitrariamente 3 niveles satisfacción:

- Insatisfacción (Desde el valor -4 a -2): Se produce cuando el desempeño percibido del objeto no alcanza las expectativas del usuario.
- Satisfacción (Desde el valor -1 a 1): Se produce cuando el desempeño percibido del objeto coincide con las expectativas del usuario.
- Complacencia (Desde el valor 2 a 4): Se produce cuando el desempeño percibido excede a las expectativas del usuario.

### Competencias psicomotoras:

Las competencias psicomotoras se midieron en el trabajo realizado en los ejercicios de destrezas psicomotoras. Cada ejercicio cumplía una función en particular y se representaban los objetivos de la siguiente manera:

- Ejercicio N°1: Familiarizar a los estudiantes con la actividad y entregar información acerca de las destrezas basales de la muestra.
- Ejercicio N°2: Representar la variable de impacto que hace la diferencia entre el grupo de intervención (experimental) y el contrafactual o de comparación (control). Por ser formativo no se sometió a evaluación.
- Ejercicio N°3: Dar respuesta al objetivo del estudio, y comparar los resultados obtenidos en ambos grupos para evidenciar si la variable simulador genera diferencias estadísticamente significativas.

Las losetas del Ejercicio N° 1 y 3 fueron evaluadas por un único examinador calibrado que utilizó una rúbrica de evaluación planimétrica desarrollada en el área de Operatoria Básica (Anexo N°5). El examinador calificó todas las losetas sin saber el grupo del estudiante a la cual pertenecía (ciego), y se registraron los resultados; una semana después, el mismo examinador calificó todas las losetas nuevamente y según el grado de congruencia con los resultados iniciales se midió el índice Kappa correspondiente a 0,8.

La rúbrica de evaluación contiene cuatro ítems que expresan las siguientes variables de medición:

**Paredes Lisas:** Regularidad de las paredes de contorno y fondo de la preparación.

Variable cualitativa ordinal: expresada como «logrado favorablemente» cuando todas las paredes del contorno y del fondo estaban lisas, «logrado con reparos» cuando habían al menos 3 de 5 paredes lisas, y «no logrado» cuando habían menos de 3 paredes lisas.

**Profundidad:** Profundidad de desgaste de la preparación con respecto a la superficie de la loseta.

Variable cualitativa ordinal: expresada como «logrado favorablemente» cuando habían 2 mm de profundidad en toda la extensión, «logrado con reparos» cuando habían entre 1,5 a 2mm de profundidad, y «no logrado» cuando había profundidad menor a 1,5 mm o mayor a 2 mm.

**Paredes paralelas:** Grado de paralelismo de las paredes de la cavidad.

Variable cualitativa ordinal: expresada como «logrado favorablemente» cuando todas las paredes eran paralelas, «logrado con reparos» cuando habían 3 paredes paralelas, y «no logrado» cuando habían menos de 3 paredes paralelas.

**Contorno:** Se refiere a la línea del margen conservada en la figura.

Variable cualitativa ordinal: expresada como «logrado favorablemente» cuando se respetaba todo el contorno de la figura, «logrado con reparos» cuando se desgastaba parte del contorno de la figura, y «no logrado» cuando no se observa la línea del contorno.

#### Evaluación de las competencias psicomotoras:

Se evaluó el desempeño clínico de los estudiantes tomando en cuenta todas las variables de la rúbrica de evaluación (Anexo N°5), y sus expresiones fueron asignadas con un puntaje: logrado favorablemente con 5 puntos, logrado con reparos con 3 puntos, y no logrado con 0 puntos. El promedio de las 4 variables nos dio el puntaje total obtenido.

#### **Instrumentos de sistematización de la información.**

Los datos requeridos fueron recolectados en una planilla Excel 2010.

#### **Análisis Estadístico.**

##### Análisis Cuantitativo

Los resultados de los cuestionarios se tabularon en forma separada y se estudiaron bajo un análisis de frecuencias. El nivel de satisfacción se determinó por la diferencia de la media de los resultados del cuestionario post y pre-experimental.

Los resultados de los puntajes de rúbrica y el tiempo de trabajo empleado en cada ejercicio, se analizaron utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics 20, comparando el desempeño y duración del grupo experimental con los estudiantes del grupo control.

La distribución de la población se dio a conocer a través del test de normalidad Shapiro Wilk, dado que la muestra es menor a 50 datos. Las variables cuantitativas fueron analizadas bajo el test de Wilcoxon, para muestras relacionadas, dado que los datos no se aproximaban a una distribución normal según el análisis del test de normalidad de Shapiro Wilk.

Los efectos del uso del simulador, en comparación con los efectos de la loseta de apresto, se analizaron mediante una metodología de evaluación de impacto experimental, utilizando una metodología de diferencias en diferencias o modelo de dobles diferencias.

### 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 estudiante con respecto a la experiencia de utilizar el simulador Simodont® y su importancia en el proceso formativo profesional.

Lo anteriormente descrito, se potenció con el análisis de frecuencias relacionadas del ítem post experimental, mediante un matiz de triangulación metodológica, en donde se explica el fenómeno a partir de una mixtura de metodología cualitativa y cuantitativa, otorgándole al análisis mayor solvencia y robustez.

## V. RESULTADOS

### 1. Análisis cuantitativo

#### 1.1. Composición de la muestra

La muestra de esta investigación quedó conformada por un total de 32 estudiantes, de los cuales 24, es decir el 75% eran mujeres y 8 eran hombres, representando el 25%. Por otro lado, el grupo control fue conformado por 15 estudiantes que representan el 47%, mientras que el grupo experimental por 17 estudiantes que representan el 53%.

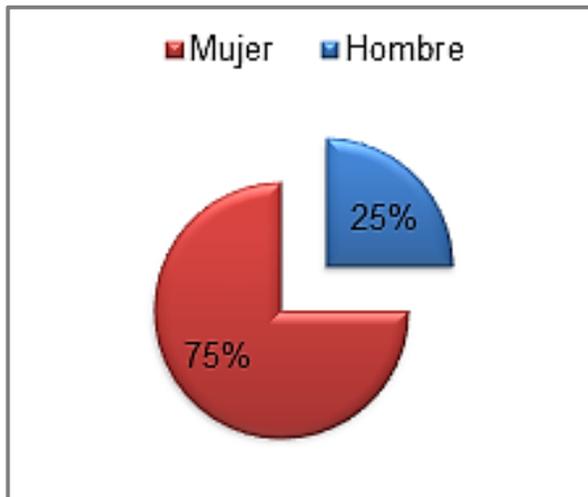


Gráfico N°1: Sexo

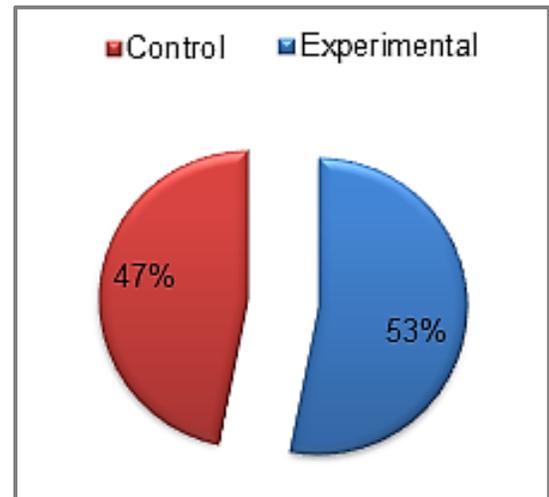
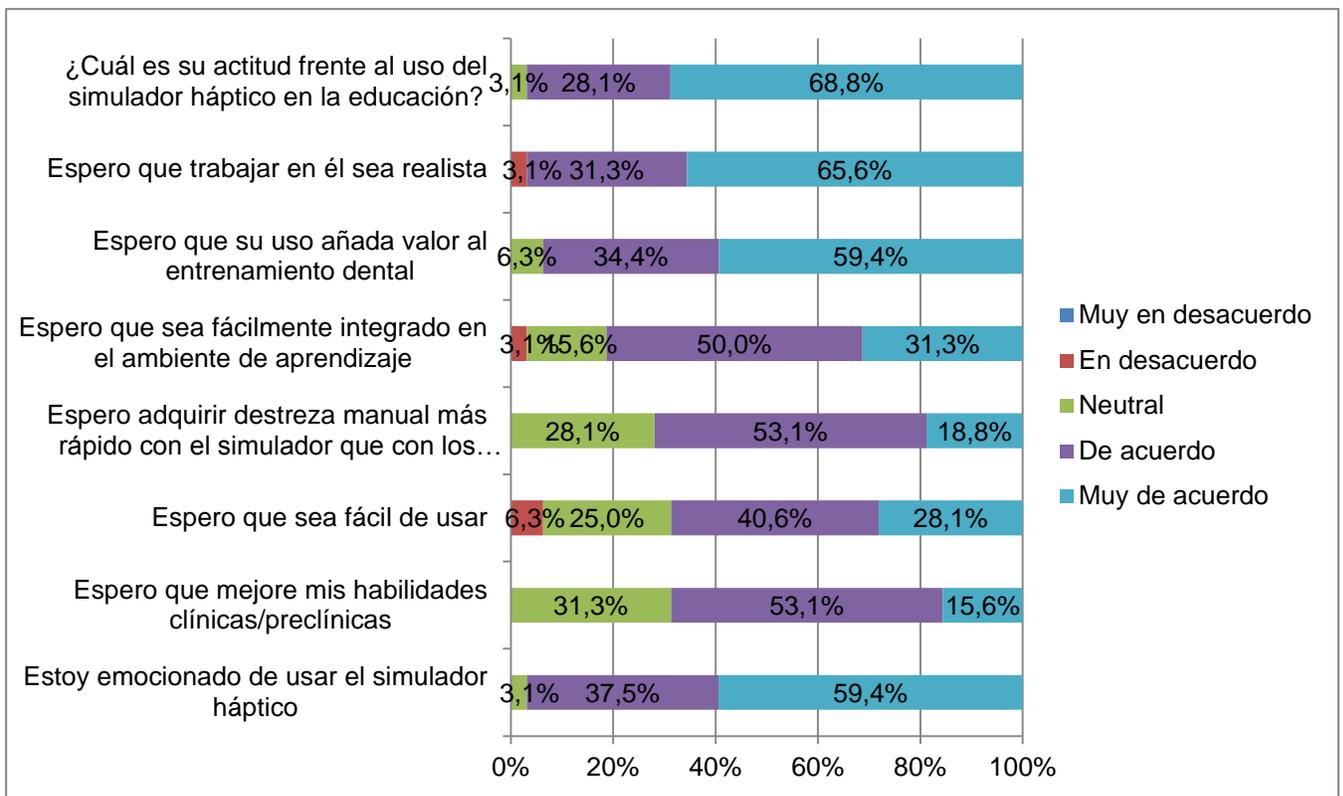


Gráfico N°2: Tipos de grupo

## 1.2. Análisis de Frecuencias cuestionarios pre y post- experimental

A continuación se presentan los resultados de los cuestionarios pre-experimental y post-experimental, en escala de Likert, relacionados con las expectativas de los estudiantes y el desempeño que percibieron del simulador háptico respectivamente. En el gráfico N°3 se muestran los porcentajes de la frecuencias obtenidas del cuestionario previo al uso del simulador, para cada una de las 8 aseveraciones aplicadas a los 32 estudiantes. La información de este gráfico se analizó agrupando las aseveraciones según los distintos factores que las definen: interés, expectativas y actitud frente al simulador.

**Gráfico N°3: Resultados (%) del Cuestionario Pre-experimental**



Con el objetivo de optimizar el análisis, en las siguientes tablas se agrupan las respuestas en tres categorías: «de acuerdo» (que suma las columnas de acuerdo y muy de acuerdo), «neutral» y «desacuerdo» (sumando las opciones en desacuerdo y muy en desacuerdo).

**Tabla N°2.** *Respuesta a aseveración respecto al interés.*

Interés	De acuerdo n (%)	Neutral n (%)	Desacuerdo n (%)
Estoy emocionado de usar el simulador háptico	31 (96,9)	1 (3,1)	0 (0)

En la tabla N°2 se aprecia que, en términos generales, un 96,9% de los estudiantes se encuentran emocionados de poder usar el simulador; mientras que solo una persona (3,1%) se considera neutral al respecto.

**Tabla N°3.** *Respuestas a aseveraciones respecto a las expectativas.*

Expectativas	De acuerdo n (%)	Neutral n (%)	Desacuerdo n (%)
Espero que mejore mis habilidades clínicas/preclínicas	22 (68,8)	10 (31,2)	0 (0)
Espero que sea fácil de usar	22 (68,8)	8 (25)	2 (6,2)
Espero adquirir destreza manual más rápido con el simulador que con los métodos tradicionales de formación preclínica	23 (71,9)	9 (28,1)	0 (0)
Espero que sea fácilmente integrado en el ambiente de aprendizaje	26 (81,3)	5 (15,6)	1 (3,1)
Espero que su uso añada valor al entrenamiento dental	30 (93,8)	2 (6,2)	0 (0)
Espero que trabajar en él sea realista	31 (96,9)	0 (0)	1 (3,1)

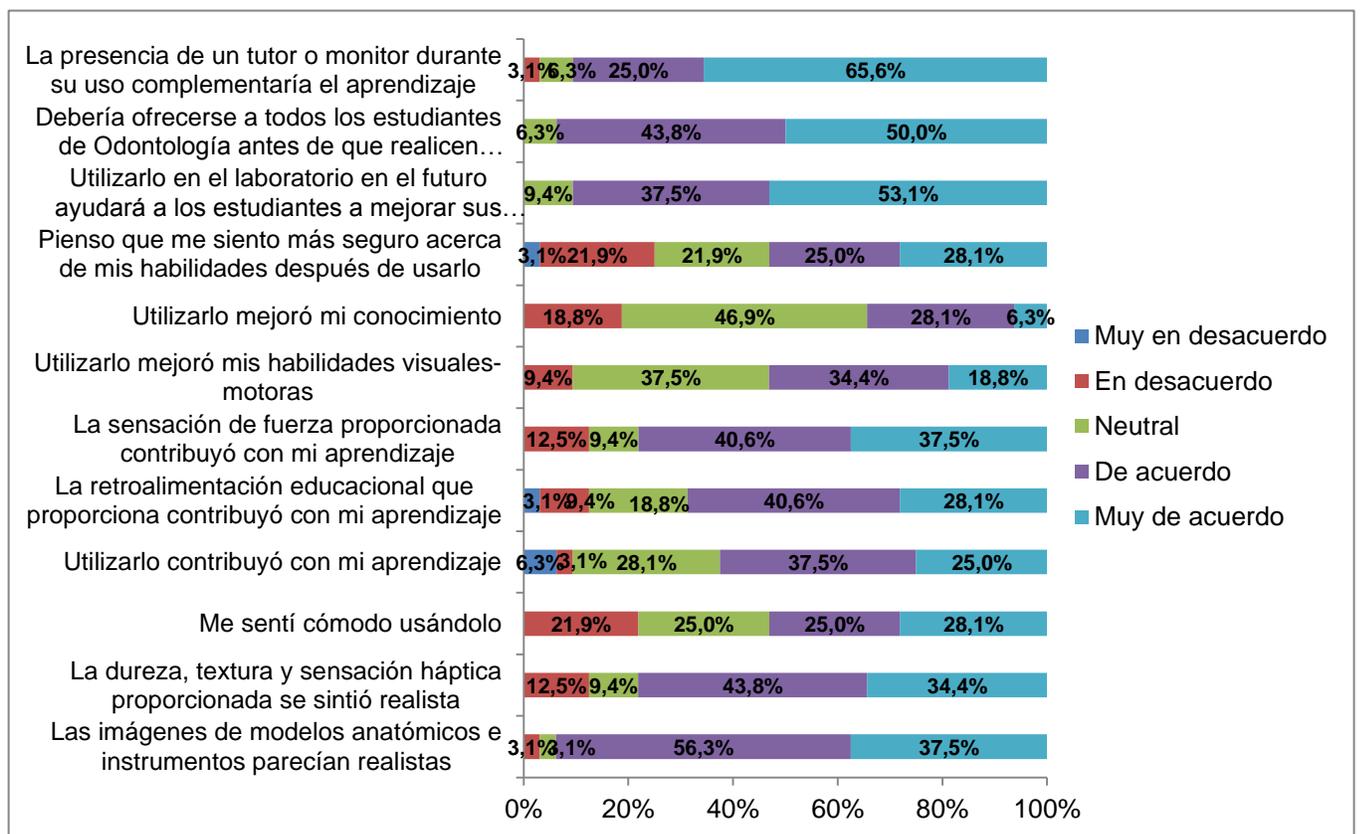
En esta tabla, se describen los aspectos relacionados a lo que se espera del simulador. En general destaca un alto porcentaje de respuestas positivas en todos los ítems. Las categorías `espero que mejore mis habilidades, que sea fácil de usar y que permita adquirir destrezas manuales más rápidamente´ presentaron al menos un 25% de respuestas neutrales. Con respecto a que sea fácilmente integrado sólo una persona no estuvo de acuerdo. Sin embargo, al considerar el valor que puede añadir al entrenamiento dental y las expectativas de realismo, respondieron con un alto nivel de acuerdo de 93,8% y un 96,9% respectivamente.

**Tabla N°4. Respuesta a aseveración respecto a la actitud.**

Actitud	Positiva n (%)	Neutral n (%)	Negativa n (%)
¿Cuál es su actitud frente al uso del simulador háptico en la educación?	31 (96,9)	1 (3,1)	0 (0)

De la misma manera, casi la totalidad de los estudiantes (96,9%) señalan tener una actitud positiva con el uso del simulador en la educación.

En el gráfico N°4 se muestran los porcentajes de los resultados obtenidos del cuestionario posterior al uso del simulador, para cada una de las 12 aseveraciones planteadas. La información de este gráfico se analizó agrupando las aseveraciones según: apariencia 3D, experiencia de uso, retroalimentación educativa y háptica, utilidad como herramienta educativa y presencia de un tutor.

**Gráfico N°4: Resultados (%) del Cuestionario Post-experimental**

Con el mismo objetivo de síntesis las siguientes tablas se agruparon en tres categorías: «de acuerdo» (que suma de acuerdo y muy de acuerdo), «neutral» y «desacuerdo» (que suma desacuerdo y muy en desacuerdo).

**Tabla N°5.** *Respuesta a aseveración con respecto a la apariencia 3D.*

<b>Apariencia 3D</b>	<b>De acuerdo n (%)</b>	<b>Neutral n (%)</b>	<b>Desacuerdo n (%)</b>
Las imágenes de modelos anatómicos e instrumentos parecían realistas	30 (93,8)	1 (3,1)	1 (3,1)

La tabla N°5 nos muestra como la mayoría de los estudiantes se consideran conformes con la apariencia que da el simulador, ya que un 93,8% declara estar de acuerdo con que las imágenes e instrumentos parecían realistas.

**Tabla N°6.** *Respuestas a aseveraciones de la experiencia de uso.*

<b>Experiencia de Uso</b>	<b>De acuerdo n (%)</b>	<b>Neutral n (%)</b>	<b>Desacuerdo n (%)</b>
Me sentí cómodo usándolo	17 (53,1)	8 (25)	7 (21,9)
Pienso que me siento más seguro acerca de mis habilidades después de usarlo	18 (56,2)	7 (21,9)	7 (21,9)

En relación a este ítem, a pesar de que en ambas aseveraciones se alcanza un porcentaje de acuerdo superior al 50%, un 21,9% de los estudiantes respondieron no sentirse cómodos usando el simulador. Hay 7 participantes que no están de acuerdo con sentirse más seguros después de usarlo, y de ellos hay una persona que se declara muy en desacuerdo. Un porcentaje similar se mantiene neutral con respecto a ambas aseveraciones.

**Tabla N°7.** *Respuestas a aseveraciones de la retroalimentación educativa.*

Retroalimentación educativa	De acuerdo n (%)	Neutral n (%)	Desacuerdo n (%)
Utilizarlo contribuyó con mi aprendizaje	20 (62,5)	9 (28,1)	3 (9,4)
La retroalimentación educacional que proporciona contribuyó con mi aprendizaje	22 (68,7)	6 (18,8)	4 (12,5)
Utilizarlo mejoró mis habilidades visuales-motoras	17 (53,1)	12 (37,5)	3 (9,4)
Utilizarlo mejoró mi conocimiento	11 (34,4)	15 (46,9)	6 (18,7)

Un 62,5% de los estudiantes estima que usar el simulador contribuyó con su aprendizaje. Además un 68,7% indica que la retroalimentación educacional proporcionada también aportó con su aprendizaje. Sin embargo, con respecto a mejorar las habilidades visuales-motoras, aproximadamente la mitad se mostró de acuerdo y un 37,5% respondió de manera neutral. El porcentaje de neutralidad alcanza su mayor valor (46,9%) en la categoría que considera que usar el simulador mejora el conocimiento.

**Tabla N°8.** *Respuestas a aseveraciones de la retroalimentación háptica.*

Retroalimentación háptica	De acuerdo n (%)	Neutral n (%)	Desacuerdo n (%)
La dureza , textura y sensación háptica proporcionada se sintió realista	25 (78,1)	3 (9,4)	4 (12,5)
La sensación de fuerza proporcionada contribuyó con mi aprendizaje	25 (78,1)	3 (9,4)	4 (12,5)

En esta tabla podemos ver que, un 78,1% de los estudiantes están de acuerdo con que la sensación háptica es realista y contribuye con su aprendizaje. Mientras un 9,4% se mantienen neutrales y un 12,5% se declara en desacuerdo para ambas aseveraciones.

**Tabla N°9.** *Respuestas de la utilidad como herramienta educativa.*

Utilidad como herramienta educativa	De acuerdo n (%)	Neutral n (%)	Desacuerdo n (%)
Utilizarlo en el laboratorio en el futuro ayudará a los estudiantes a mejorar sus habilidades preclínicas/clínicas	29 (90,6)	3 (9,4)	0 (0)
Debería ofrecerse a todos los estudiantes de Odontología antes de que realicen procedimientos en pacientes reales	30 (93,8)	2 (6,2)	0 (0)

De la tabla N°9 podemos concluir que casi todos los estudiantes coinciden en que el simulador háptico es una herramienta educativa útil. Sólo un 9,4% respondió neutral frente a que utilizarlo en el laboratorio ayudará a los estudiantes a mejorar sus habilidades pre-clínicas/clínicas; y de igual forma sólo 2 estudiantes respondieron neutral a que debería ofrecerse antes de realizar procedimientos en pacientes reales.

**Tabla N°10.** *Respuesta a aseveración respecto a la presencia de un tutor*

Presencia de un tutor	De acuerdo n (%)	Neutral n (%)	Desacuerdo n (%)
La presencia de un tutor o monitor durante su uso complementaría el aprendizaje	29 (90,6)	2 (6,3)	1 (3,1)

En esta tabla podemos ver que un 90,6% de los estudiantes está de acuerdo con que la presencia de un tutor complementaría el aprendizaje durante el uso del simulador háptico.

### 1.3. Nivel de Satisfacción

Teniendo en cuenta los resultados anteriores de ambos cuestionarios pre y post-experimental, llevaremos a cabo el cálculo del nivel de satisfacción con respecto al simulador háptico Simodont®. El valor asignado a cada cuestionario corresponde al promedio de los resultados de todos los estudiantes, que generan un indicador a partir de Likert. Basándonos en la fórmula de Kotler

$$\text{Nivel de Satisfacción} = \text{Rendimiento Percibido} - \text{Expectativas}$$

Consideraremos que:

$$\begin{aligned} \text{Nivel de Satisfacción} &= (\bar{x} \text{ resultados C. Post. E}) - (\bar{x} \text{ resultados C. Pre. E}) \\ &= 3,916 - 4,261 \\ \text{Nivel de Satisfacción} &= -0,345 \end{aligned}$$

Y según los 3 niveles satisfacción definidos anteriormente:

- Insatisfacción (Desde el valor -4 a -2)
- Satisfacción (Desde el valor -1 a 1)
- Complacencia (Desde el valor 2 a 4)

Podemos concluir que el nivel de satisfacción en relación al simulador de realidad virtual háptico Simodont® es: **SATISFACTORIO**, debido a que el desempeño percibido prácticamente coincide con las expectativas de los estudiantes.

#### 1.4. Análisis descriptivo de ejercicios de destrezas psicomotoras

##### Puntaje rúbrica y tiempo de trabajo empleado en Ejercicios N°1 y N°3

En la tabla N°11 se describen las medidas de tendencia central de los resultados del ejercicio 1 y 3, obtenidos a través del promedio de los puntajes de las variables en la rúbrica de cada estudiante, y el tiempo de trabajo empleado en cada ocasión.

**Tabla N°11.** Puntaje rúbrica y tiempo según los distintos ejercicios

	Ejercicio N°1		Ejercicio N°3	
	Puntaje rúbrica(ptos )	Tiempo (min.)	Puntaje rúbrica(ptos )	Tiempo (min.)
N	32	32	32	32
Media	3,4688	6,6250	4,0469	4,8125
Mediana	3,6250	6,0000	4,0000	4,0000
Desvest	,78224	2,05960	,74714	2,60814
Mínimo	2,00	4,00	2,25	1,00
Máximo	4,50	10,00	5,00	10,00

Los puntajes mínimos fueron similares en ambas instancias, siendo 2 puntos en el primer ejercicio y 2,25 en el tercero; estos puntajes quieren decir que algún estudiante no alcanzó el nivel de «logrado con reparos» en el promedio de las variables de la rúbrica de evaluación. Mientras que el máximo fue de 4,5 puntos en el primer ejercicio, en el tercero lograron el puntaje superior de 5 puntos, lo que significa que alguien obtuvo el puntaje correspondiente a «logrado favorablemente» en todos los ítems de la rúbrica.

Las medidas de tendencia central aumentaron de un ejercicio a otro. La media en el ejercicio 1 fue de 3,5 puntos, y aumentó a 4 puntos, con desviaciones estándar similares, lo que significa que los datos se desvían aproximadamente 0,8 puntos promedio con respecto a la media. La mediana aumentó de 3,6 a 4 puntos.

Lo anterior se traduce en que la media y la mediana de los resultados aumentaron porque en el ejercicio final alcanzaron más variables «logradas favorablemente».

En lo que respecta al tiempo de trabajo empleado, el mínimo en la primera instancia fue de 4 minutos, mientras que en la tercera disminuyó a 1 minuto. El tiempo máximo fue igual en ambos ejercicios con 10 minutos de trabajo. El promedio disminuyó de 6,6 a 4,8 minutos y la mediana también disminuyó, de 6 a 4 minutos.

### **Puntaje rúbrica y tiempo de trabajo empleado en Ejercicios N°1 y N°3 en grupo Control y Experimental**

En la tabla N°12 figuran las medidas de tendencia central de los puntajes promedio de la rúbrica de cada estudiante, y el tiempo de trabajo empleado en los ejercicios 1 y 3, según sea grupo control o experimental.

**Tabla N°12.** *Puntaje rúbrica y tiempo en ejercicio 1 y 3 - Grupo Control/Grupo Experimental*

	Control				Experimental			
	Ejercicio N°1		Ejercicio N°3		Ejercicio N°1		Ejercicio N°3	
	Ptje (ptos)	Tiemp (min)						
N	15	15	15	15	17	17	17	17
Media	3,350 0	6,400 0	3,933 3	4,533 3	3,573 5	6,823 5	4,147 1	5,058 8
Mediana	3,250 0	6,000 0	4,000 0	4,000 0	4,000 0	7,000 0	4,000 0	5,000 0
Desvest	,7837 6	1,681 8	,8099 1	2,774 0	,7894 1	2,377 9	,6963 0	2,511 7
Mínimo	2,00	4,00	2,25	1,00	2,00	4,00	2,25	2,00
Máximo	4,50	10,00	5,00	10,00	4,50	10,00	5,00	10,00

- En el Ejercicio N°1:

\* Puntaje: Tanto el grupo control como el experimental, presentan algún puntaje mínimo igual a 2 puntos y puntaje máximo igual a 4,5 puntos. Esto quiere decir, que el promedio de las variables de la rúbrica en el puntaje mínimo no alcanza el nivel de «logrado con reparos»; y el puntaje máximo estuvo muy cerca de lograr todos los ítems favorablemente.

Con respecto a las medidas de tendencia central, cabe destacar que la media representa que ambos grupos en promedio, lograron lo requerido en cada ítem aunque con reparos, con 3 puntos y fracción y similares desviaciones estándar. La mediana es mayor por 0,75 puntos en el grupo experimental.

\*Tiempo: El grupo control y el grupo experimental presentan los mismos valores mínimos y máximos de tiempo de trabajo, de 4 y 10 minutos respectivamente. La media es casi igual en ambos, cercana a los 6,5 minutos, pero los datos se desviaron más en su distribución respecto a la media en el ejercicio 3. La mediana fue ligeramente mayor en el grupo experimental por 1 minuto.

- En el Ejercicio N°3:

\*Puntaje: Tanto el grupo control como el experimental, presentan igual puntaje mínimo de 2,25 puntos e igual puntaje máximo de 5 puntos. Esto indica, que algún valor promedio de las variables de la rúbrica, en ambos grupos, no alcanza el nivel de «logrado con reparos»; y que alguien, también en ambos grupos, logró favorablemente todos los ítems de la rúbrica.

La media del grupo control es de 3,9 puntos, mientras que en el grupo experimental es 0,2 puntos mayor. Las medianas son iguales en ambos grupos, lo que quiere decir que el 50% de los estudiantes de la muestra están sobre los 4 puntos en el tercer ejercicio, con un puntaje casi favorable.

\*Tiempo: El tiempo mínimo de trabajo en el grupo control fue 1 minuto, mientras que el mínimo experimental demoró 1 minuto más. Los tiempos máximos llegaron al límite de 10 minutos en uno y otro grupo. En el grupo experimental la media fue de 5 minutos, medio minuto más que el grupo control; sin embargo los tiempos en ambos grupos se desvían en promedio 2,6 minutos aprox. respecto a la media. La mediana también es de 5 minutos en el grupo experimental, un minuto más que en el grupo control.

### 1.5. Análisis inferencial de ejercicios de destrezas psicomotoras

Para evidenciar si la variable simulador y la variable loseta producen diferencias estadísticamente significativas en el desempeño de los estudiantes, es preciso comparar los resultados del Ejercicio N°3 en ambos grupos.

#### Puntaje de rúbrica en Ejercicio N°3 entre grupo Control y Experimental

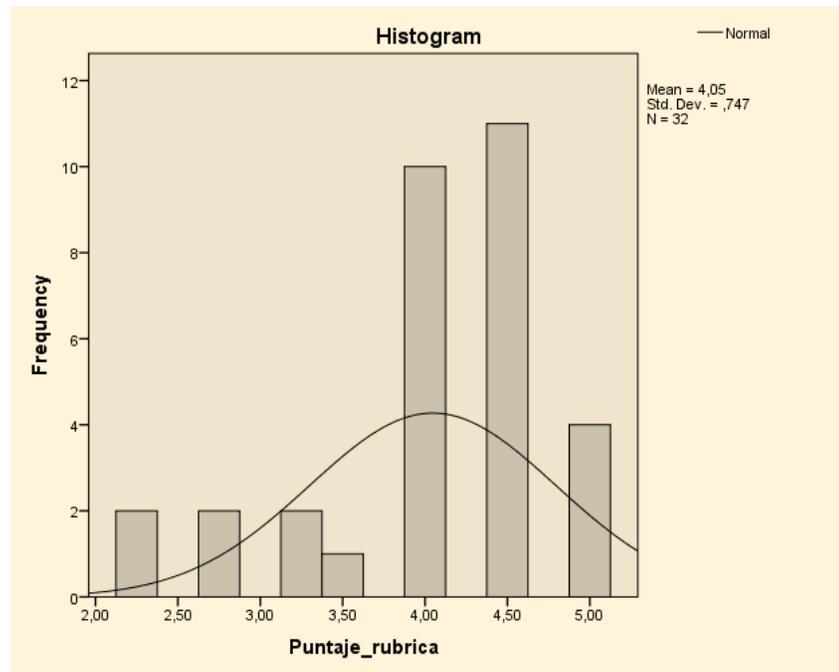
Con respecto al puntaje promedio obtenido en la rúbrica en el tercer ejercicio, primero debemos analizar los datos con distintas pruebas de normalidad, para determinar efectivamente si éstos se aproximan, o no, a una distribución normal.

**Tabla N°13. Test de Normalidad**

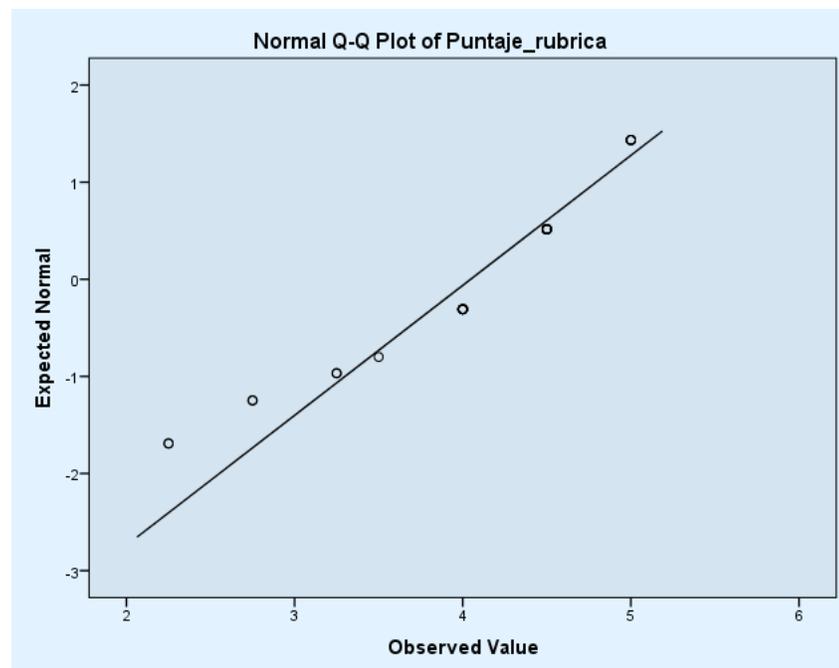
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Puntaje_rúbrica_E3	,256	32	,000	,863	32	,001

a. Lilliefors Significance Correction

Por lo que muestra la tabla N°13, es pertinente analizar el test de normalidad a partir de Shapiro-Wilk, dado que la muestra es menor a 50 datos. De esta forma al existir una significación inferior a 0,05, con un 95% de confianza, es posible determinar que los datos no se aproximan a una distribución normal.

**Gráfico N°5: Histograma**

Lo afirmado con anterioridad, queda corroborado en el histograma del gráfico n°5. En él se observa un sesgo negativo al agruparse los datos hacia la derecha; además existen puntuaciones que sobrepasan la campana de Gauss.

**Gráfico N°6: Q-Q de normalidad**

El gráfico Q-Q reafirma lo evidenciado en el histograma y en el test Shapiro Wilk de normalidad, puesto que los datos deberían acercarse en torno a la recta de ajuste para que se manifieste una aproximación hacia una distribución normal, condición que no se cumple.

En correspondencia con los análisis realizados, es posible afirmar que se deben realizar inferencias estadísticas con un test no paramétrico, siendo el más específico, el test de Wilcoxon para muestras relacionadas. Este test demuestra que si existen diferencias estadísticamente significativas comparando las medianas entre dos grupos, en este caso el grupo control y el experimental.

**Tabla N°14. Test de Wilcoxon**

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
	Control Ptje E3 – Experimental Ptje E3
Z	-,704 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,482

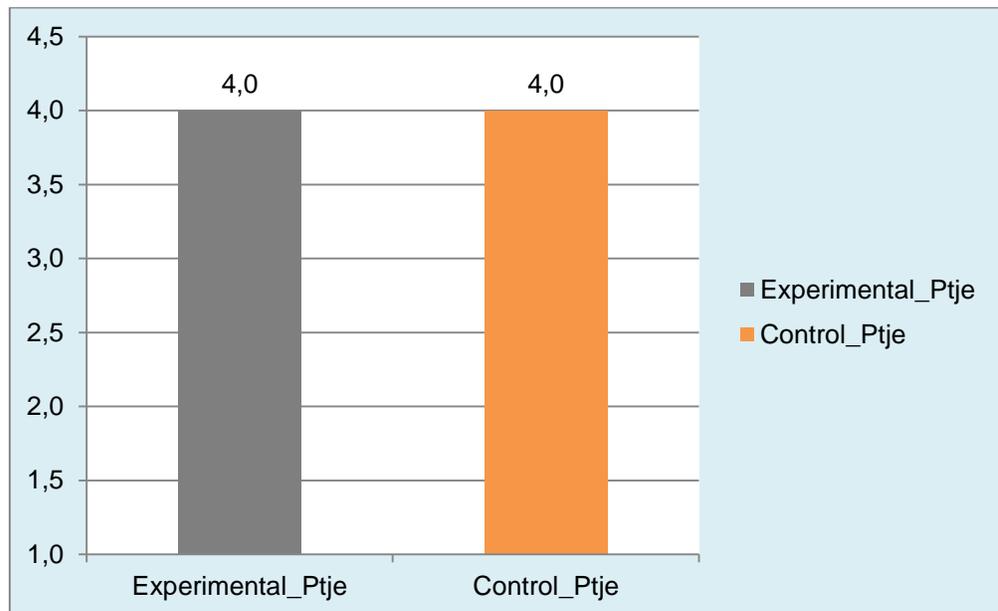
a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Como la significación es mayor a 0,05 con un 95% de confianza, es posible concluir que entre la mediana de estos dos grupos **no existen diferencias estadísticamente significativas**.

Los datos contenidos en el gráfico 7, demuestran que la mediana del puntaje de rúbrica del grupo control es igual a la del grupo experimental en el ejercicio 3.

**Gráfico N°7: Mediana Puntaje rúbrica en Ejercicio N°3 - Grupo Control/Experimental**



### Tiempo de trabajo empleado en Ejercicio N°3 entre grupo Control y Experimental

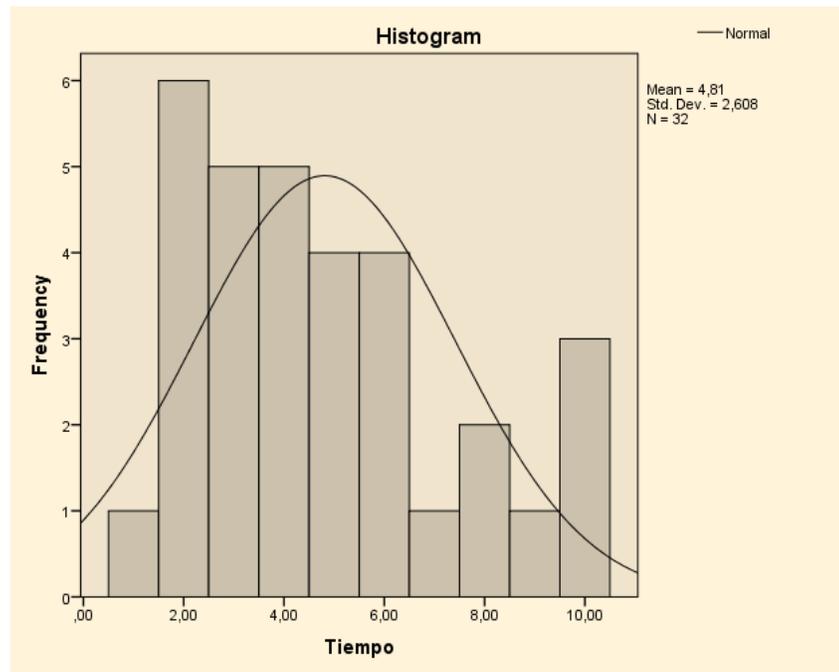
Con la misma finalidad de establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y experimental, respecto al tiempo empleado en el último ejercicio, es necesario el análisis mediante distintas pruebas de normalidad para determinar la distribución de los datos.

**Tabla N°15. Test de Normalidad**

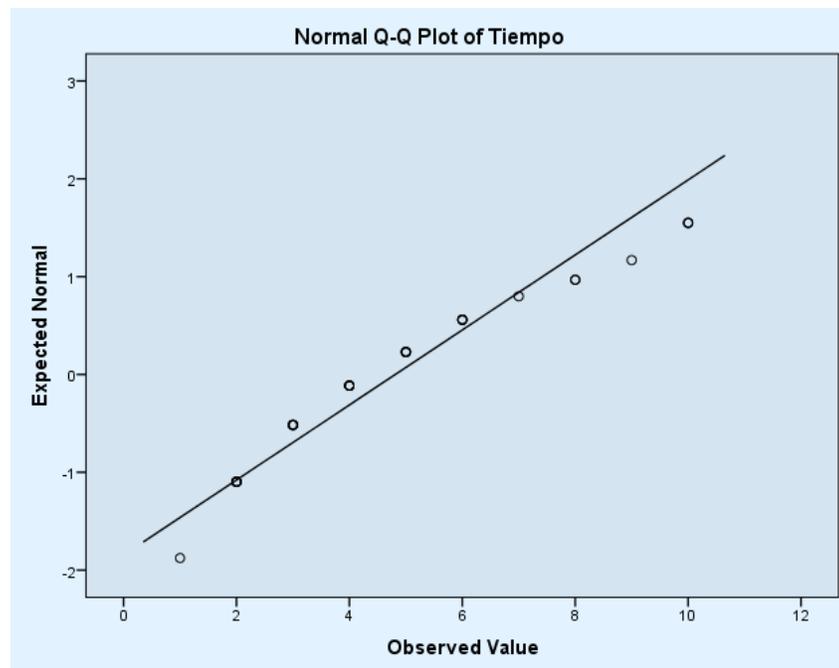
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tiempo	,154	32	,053	,914	32	,014

a. Lilliefors Significance Correction

Según la tabla N°15, se debe analizar el test de normalidad a partir de Shapiro-Wilk, debido al tamaño de la muestra. Al existir una significación inferior a 0,05 es posible determinar que los datos no presentan una distribución normal.

**Gráfico N°8: Histograma**

El histograma indica que los datos no se aproximan a una distribución normal, dado que existe una puntuación que sobrepasa la campana. El gráfico n°9 lo reafirma, puesto que los datos no se alinean en torno a la recta de ajuste.

**Gráfico N°9: Q-Q de normalidad**

Según los antecedentes, se deben realizar inferencias estadísticas con un test no paramétrico, siendo el más específico el test de Wilcoxon para muestras relacionadas.

**Tabla N°16. Test de Wilcoxon**

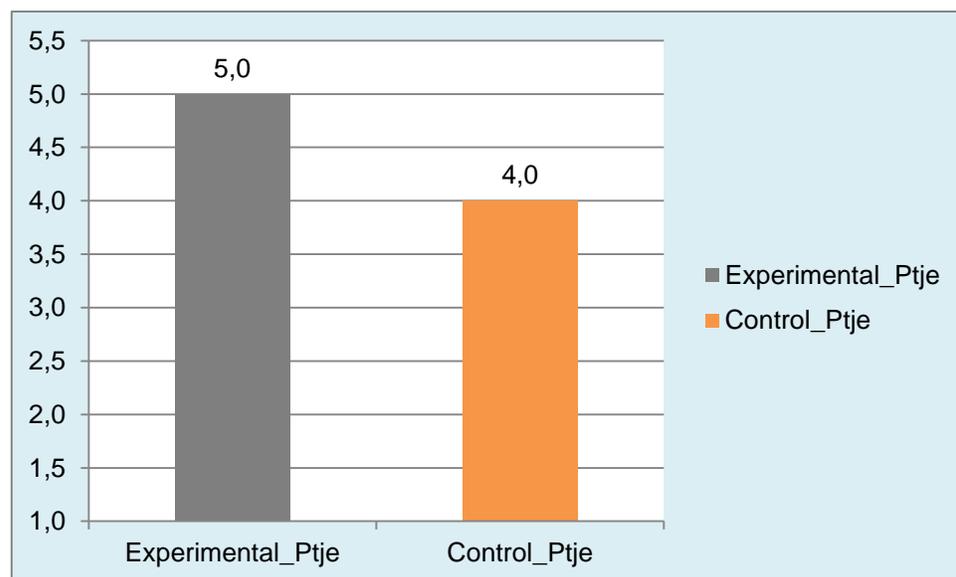
	Control Tiempo E3 – Experimental Tiempo E3
Z	-,661 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,508

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Como la significación es mayor a 0,05 con un 95% de confianza, es posible concluir que **no existe diferencia estadísticamente significativa**.

**Gráfico N° 10: Mediana tiempo de trabajo en Ejercicio N°3 - Grupo Control/Experimental**



Los datos contenidos en el gráfico n°10 indican un valor superior para el grupo experimental, sin embargo, como la significación es altamente mayor a 0,05, **no existe evidencia estadística suficiente** para establecer que haya una diferencia significativa entre los tiempos empleados en ambos grupos.



Por consiguiente, se computa la estimación del impacto de la siguiente manera:

1. Se calcula la diferencia de los resultados, antes y después del Ejercicio N°2 en el simulador, para el grupo experimental ( $B - A$ ).
2. Se calcula la diferencia de los resultados, antes y después del Ejercicio N°2 en loseta, para el grupo control ( $D - C$ ).
3. A continuación, se calcula la diferencia entre la diferencia en los resultados del grupo experimental ( $B - A$ ) y la diferencia del grupo control ( $D - C$ ):

$$\text{Impacto de la DD} = (B - A) - (D - C) = (4,15 - 3,57) - (3,93 - 3,35) \approx 0$$

Las relaciones presentadas en el gráfico n°11 también se pueden sintetizar en un cuadro simple. En la tabla N°17 se describen los componentes de las estimaciones de diferencias en diferencias.

**Tabla N°17.** *Diferencias en diferencias Resultados del Puntaje de Rúbrica*

	Después	Antes	Diferencia
G. Experimental	$B$	$A$	$B - A$
G. Control	$D$	$C$	$D - C$
Diferencia	$B - D$	$A - C$	$DD = (B - A) - (D - C)$

	Ejercicio N°3	Ejercicio N°1	Diferencia
G. Experimental	4,15	3,57	0,58
G. Control	3,93	3,35	0,58
Diferencia	0,22	0,22	$DD = 0,58 - 0,58 \approx 0$

En consideración con lo planteado, podemos establecer que la variación de los resultados del ejercicio n°1 al n°3 en el grupo experimental y control, indican igualdad en el impacto, causado por el simulador háptico y la loseta de apresto, en los puntajes de rúbrica de los participantes.

## 2. Análisis Cualitativo

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

**¿Qué tan cerca se aproxima el simulador a una experiencia real pre-clínica?**

En lo que concierne al análisis de esta primera pregunta de respuesta abierta, relacionada con la experiencia de utilizar el simulador háptico, existe una tendencia generalizada de los estudiantes por asociar dicha práctica con la realidad pre-clínica, independiente de su pertenencia al grupo control o experimental.

Sin embargo, en términos de la capacidad visual y motora que otorga el simulador, hay una parte importante de los estudiantes, sin distinción de grupo de pertenencia, que señala percibir ciertos matices diferentes a la realidad;

*«Tienden a ser similares, pero es más difícil la integración visual y motora»*  
(Grupo Control).

Cabe consignar que solamente un estudiante que corresponde al grupo experimental- cuya opinión, en términos generales, no genera un contraste en relación al grupo control- tuvo la capacidad de discernir que la aplicación del simulador háptico, se vincula más hacia una experiencia clínica que una pre-clínica, estableciendo que:

*«No es tan cercano a una experiencia pre-clínica, ya que hay cambios entre la visualización y lo táctil. Sin embargo, es más cercano a una experiencia clínica»*  
(Grupo Experimental).

Lo anteriormente descrito, tiene un grado de correspondencia con la percepción de los estudiantes al momento de establecer un nivel de acuerdo en aseveraciones como: «Las imágenes de modelos anatómicos e instrumentos parecían realistas» en la cual un 93,8% de los estudiantes asegura al menos estar de acuerdo; «La dureza, textura y sensación háptica proporcionada se sintió realista» y «La sensación de fuerza proporcionada contribuyó con mi aprendizaje» manifiestan un 78,1% de aprobación en ambas; «Me sentí cómodo usándolo» podría poner en evidencia las diferencias percibidas por los estudiantes, puesto que sólo el 53,1% afirmó estar de acuerdo.

**¿Crees que sería una herramienta educativa útil en programas de formación dental?**

Por lo general, existe un consenso indiscutible entre los estudiantes con respecto a la utilidad del simulador háptico en los programas de formación dental, pero haciendo énfasis en que debe ser aplicado con frecuencia y además, debe ser complementado con otras herramientas.

*«Excelente herramienta educativa porque es novedoso, entretenido y cercano a la realidad. Muy útil si se usa repetidas veces»* (Grupo Experimental).

*«Si, complementario al uso de fantomas»* (Grupo Control).

Por otro lado, hay ciertos estudiantes que le dan un sentido de costo-beneficio a la práctica con este simulador, por el hecho que se puedan optimizar recursos involucrados en la formación.

*«Permite practicar y mejorar las destrezas manuales sin necesidad de gastar recursos en loetas o dientes»* (Grupo Experimental).

*« (...) significa un ahorro en dientes y materiales»* (Grupo Control).

Lo anterior, se vincula directamente con la percepción de los estudiantes al momento de determinar un nivel de acuerdo en las siguientes aseveraciones: «Utilizarlo en el laboratorio en el futuro ayudará a los estudiantes a mejorar sus habilidades pre-clínicas/clínicas» y «Debería ofrecerse a todos los estudiantes de Odontología antes de que realicen procedimientos en pacientes reales», ya que en ambas el nivel de acuerdo general de los estudiantes fue superior al 90%.

**¿Podría el simulador reemplazar totalmente el uso de fantasmas en el entrenamiento pre-clínico?**

A diferencia de los casos anteriores, los estudiantes no mostraron aprobación con respecto al reemplazo total de la práctica con fantasmas. Esto se debe a que, al tratarse de una herramienta virtual, es presumible que corresponda parcialmente a las características y disposición espacial de la práctica real.

*« (...) se pueden complementar. Fantasmas tienen mejor visión indirecta y puntos de apoyo, y simulador mejor sensación táctil» (Grupo Control)*

*« (...) al ser virtual (el simulador) hay ciertos parámetros que no son comparables con fantasmas en términos de posición de trabajo y visualización» (Grupo Experimental)*

La percepción de los estudiantes, al establecer un grado de acuerdo con aseveraciones relacionadas a esta pregunta, se manifiesta más bien conservadora con los métodos utilizados tradicionalmente. Por ejemplo: «Pienso que me siento más seguro acerca de mis habilidades después de usarlo» presenta un porcentaje neutral del 25% y el más alto porcentaje de desacuerdo con un 21,9%; «Utilizarlo mejoró mis habilidades visuales-motoras» sólo alcanza un valor cercano al 50 % de aprobación; «Utilizarlo mejoró mi conocimiento» es otro ítem discutible debido que sólo un 34,4% de los estudiantes está de acuerdo y un 18,7% se manifiesta en desacuerdo.

## VI. DISCUSIÓN

En la presente investigación se determinó el impacto de un simulador dental virtual tridimensional y háptico en las habilidades psicomotoras y el nivel de satisfacción percibido al utilizarlo, en estudiantes de Odontología de 4to año de la Universidad de Chile año 2015.

Tras Brasil, somos el segundo país de Latinoamérica en adquirir este equipo de alta tecnología, y la Facultad de Odontología de la Universidad Chile, es la primera en promover la investigación para incorporar la simulación virtual en la formación odontológica. Por lo tanto, no existe evidencia a nivel regional que nos permita realizar comparaciones al respecto.

El resultado de este estudio, arrojó que no hubo diferencia en el desempeño psicomotor de los grupos control y experimental; es decir la práctica con simulador háptico Simodont® y con loseta de apresto Learn-a-Prep II promueve resultados similares, en cuanto a que no existe diferencia estadística significativa entre grupos en el ejercicio final y que el impacto evaluado en la experiencia de aprendizaje de estos sujetos fue al mismo nivel.

Cabe destacar que desde una perspectiva positivista, no sería correcto aplicar inferencia en estos resultados, ya que no se establecen adecuadamente los criterios de fiabilidad y generalizabilidad de una investigación cuantitativa. El tamaño de la muestra es insuficiente para ser representativo de la población y el método de muestreo fue no probabilístico de sujetos voluntarios, por lo que no es posible el cálculo del error aleatorio (*Hueso y Cascant, 2012*).

Sin embargo, desde una postura epistemológica realista, los criterios de rigor son diferentes y las técnicas cuantitativas tienen mucho que aportar, incluso si no se cumplen las condiciones deseables para aplicar la inferencia estadística (*Sumner y Tribe, 2008*).

Así, a pesar de las limitaciones del estudio, se puede considerar relevante el aporte de información sobre la situación estudiada, dado los esfuerzos por que el proceso fuera lo más sistemático, honesto y transparente posible. Se escatimó en el tamaño de la muestra por falta de participación voluntaria, que no fue retribuida y propendía del tiempo, a veces escaso, de los estudiantes de Odontología. Pero se priorizó en la contribución técnica de la intervención y el proceso de aprendizaje local, profundizando en los resultados mediante análisis cualitativo.

Por cierto, es aparente que las habilidades desarrolladas en Simodont® pueden ser aplicadas en la realidad, lo que implica la transferencia de destrezas desde la realidad virtual a la realidad tangible. Lo anterior por tanto, sugiere que el Simodont® puede ser un instrumento útil en el desarrollo de habilidades manuales para los estudiantes de odontología en formación (*Bakker y cols., 2010*).

En relación a la satisfacción de los estudiantes con respecto al simulador se obtuvo una alta aceptación general, reflejada en la alta frecuencia de respuestas positivas en las preguntas abiertas y al nivel de satisfacción estimado, que resultó satisfactorio según la correspondencia de los cuestionarios de expectativas y de rendimiento percibido.

De igual forma, se reconoce la opinión general de los estudiantes en cuanto a que no están de acuerdo con que esta nueva metodología reemplace completamente el modelo tradicional de formación, si no que más bien se acepte como un modelo complementario. Esta aseveración se confirma en la evidencia científica mundial (*Rhienmora y cols., 2010; Pohlenz y cols., 2010; Bakr y cols., 2012 y 2013*).

Sin embargo, es importante destacar la motivación de los estudiantes hacia la incorporación del simulador como herramienta educativa, y cómo el nivel de satisfacción expresado puede influir y favorecer el proceso de aprendizaje (*Tünnermann, 1996*).

En la educación dental, es importante motivar al estudiantado a un aprendizaje de mayor calidad, por lo que los docentes deben instruirse en nuevas metodologías de enseñanza. La simulación asegura un mejor rendimiento, y actualmente, otorga la posibilidad de formar a un estudiante dental con un alto nivel de habilidad, objetivamente medido, antes de que se le permita trabajar en un paciente.

Por último, es fundamental que se siga realizando más investigación en educación, específica para estas nuevas metodologías de simulación dental. Existe una tendencia a pensar que los simuladores virtuales son más útiles en estudiantes inexpertos, por lo cual, se sugiere que las investigaciones venideras consideren estudiantes principiantes de primer o segundo año de la carrera.

## VII. CONCLUSIONES

La presente investigación exhibe resultados representativos a las personas encuestadas que participaron voluntariamente.

El uso de un simulador dental de realidad virtual tridimensional y el uso de loseta de apresto no muestra diferencia significativa en los participantes, en cuanto al puntaje de rúbrica medido como desempeño psicomotor y el tiempo de trabajo empleado en el ejercicio final. Además el impacto de ambos métodos es equivalente en el desarrollo de destrezas psicomotoras finas.

Los estudiantes pertenecientes a esta investigación manifestaron su satisfacción mayoritaria respecto al uso del simulador háptico Simodont®, destacando favorablemente factores como la apariencia realista, sensación háptica, utilidad como herramienta educativa y facilidad de aprendizaje sin costos adicionales.

A modo de reflexión final se puede mencionar que, a pesar de no haber obtenido los resultados cuantitativos esperados para el simulador Simodont®, es posible formarnos una imagen más clara de su aplicabilidad en la formación pre-clínica, y que la opinión de los participantes indican una posible aceptación general de los estudiantes por el uso de esta nueva herramienta en educación dental.

## VIII. REFERENCIAS

Abellán M, Carnicer I, Castro C, Martínez J, Moreno L (2012). Manual de Casos Clínicos Simulados. *Convocatoria Universidad de Cádiz. Curso 2011 / 2012.*

Acosta M (2002). Elementos a considerar en la elaboración de materiales impresos para el autoestudio. *Educación Superior Año II Enero-Junio, N°1: 7-39.*

Aedo C (2005). Evaluación del Impacto. *CEPAL, Serie Manuales N°47: 5-18.*

Alinier G (2007). A typology of educationally focused medical simulation tools. *Medical Teacher 29(8): 243-250.*

Ausubel D (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. *Significado y aprendizaje significativo 1ª reimpresión, Editorial Trillas, México.*

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 Med-Systems Vol. 6, N° 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 MM, Massey WL, Alexander H (2013). Evaluation of Simodont® haptic 3D virtual reality dental training simulator. *International Journal of Dental Clinics Vol. 5, Issue 4.*

Beneitone P, Esquetini C, González J, Marty M, Siufi G, Wagenaar R (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. *Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.*

- Boushell LW, Walter R, Phillips C (2011). Learn-A-Prep II as a predictor of psychomotor performance in a restorative dentistry course. *Journal of Dental Education* Vol. 75, N° 10: 1362-1369.
- Castillo S (2002). *Compromisos de la Evaluación Educativa*. Madrid: Pentrice Hall.
- Conde A, Pozuelo F (2007). Las plantillas de evaluación (rubrica) como Instrumento para la evaluación. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES. *Investigación en la Escuela* N° 63: 77-90.
- Corvetto M, Bravo M, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, Varas J, Dagnino J (2013). Simulación en educación médica: una sinopsis. *Rev. Med Chile*; 141:70-79.
- De la Fuente H, Marzo M, Reyes M (2010). Análisis de la satisfacción universitaria en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* 18 (3): 350-363.
- Departamento Odontología Restauradora (2014). Programa del curso Operatoria Básica. Universidad de Chile.
- Díaz F, Hernández G (1998). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *México: Mc Graw*
- Fadel C, Lemke C (2008). Multimodal Learning Through Media: What the Research Says. Cisco System. Disponible en: <http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/Multimodal-Learning-Through-Media.pdf> consultado 21 de junio del 2015.
- Forsell T (2011). SenseGraphics – Medical Simulators Built on H3D API. *The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL*.

García N (2007). La motivación del alumnado a través de la satisfacción con la asignatura. Efecto sobre el rendimiento. *ESE 13: 89-112*.

García F, Sánchez M, Rubio D, Rodríguez J (2011). Evaluación de la satisfacción de los estudiantes con la implantación de los Grados. *III Congreso Internacional Uninvest, Junio 16-17, 2011, Girona*.

Gento S, Rivas M (2003). El SEUE: un instrumento para conocer la satisfacción de los estudiantes universitarios con su educación. *Acción Pedagógica 12 N° 2: 16-27*.

Gertler P, Martínez S, Premand P, Rawlings L, Vermeersch C (2011). La evaluación de impacto en la práctica. *Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial: 95-104*.

Heiland M, Petersik A, Pflesser B, Tiede U, Schmelzle R, Höhne KH y cols. (2004). Realistic haptic interaction for computer simulation of dental surgery. *International Congress Series 1268: 1226-1229*.

Hernández R (2006). Metodología de la Investigación. 4ª edición Mc Graw Hill. México.

Herrera R (2001). Evaluación de los Aprendizajes Escolares. *CPEIP, Santiago*.

Ivalúa (2009). Evaluación de Impacto. *Colección Ivalúa de guías prácticas sobre evaluación de políticas públicas. Guía práctica 5: 23-45*.

Hueso A, Cascant M (2012). Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. *Editorial Universitat Politècnica de Valencia. Cuadernos docentes en procesos de desarrollo N°1 1: 1-17*.

Kersten H, Vervoorn J, Zijlstra A, Snyders, van Eijden T (2007). Development and implementation of new educational concepts in a dental curriculum. *Eur J Dent Educ* 11:2-9.

Kotler P (1999). Dirección de Mercadotecnia. *8va Edición, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México D.F.*

Krathwohl D (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice* 41 (4): 212-218.

Manríquez L (2012). ¿Evaluación en competencias? *Estudios pedagógicos XXXVIII, N°1: 353-366*

Miller G (1990). The assessment of Clinical Skill. *Competence-Performance. Academic Medicine, Vol. 9, N° 65: 63-67.*

MINEDUC. (2006). Evaluación para el Aprendizaje. *Santiago: Unidad de Currículum y Evaluación.*

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.

Moreira M, Caballero M, Rodríguez M (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España: 19-44.*

Nunez D, Taleghani M, Wathen W, Abdellatif H (2011). Typodont Versus Live Patient: Predicting Dental Students' Clinical Performance. *Journal of Dental Education, Vol. 76, N°4.*

Ortega A, Casanova I, Pertuz R, Cárdenas E (2010). Tendencias tecnológicas: simulación en la formación odontológica. *Ciencia Odontológica Vol. 7 N° 2 (Julio-Diciembre 2010): 116-128.*

Pérez J, Lozano J, de Terreros M, Aguilera A (2010). Diseño de un instrumento para la evaluación de la satisfacción de la formación recibida de las diferentes asignaturas correspondientes al plan de estudios del grado en psicología de la Universidad de Sevilla. *Revista de Enseñanza Universitaria Diciembre 36: 45-61.*

Pohlenz P, Gröbe A, Petersik A, Von Sternberg N, Pflesser B, Pommert A y cols. (2010). Virtual dental surgery as a new educational tool in dental school. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery 38: 560-564.*

Pozo J (1999). *Aprendices y maestros. Madrid: Alianza Editorial.*

RAE (2015). Definición de satisfacción. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=satisfacci%C3%B3n&m=form&o=h>. Consultado 28 de mayo del 2015.

RAE (2012). Definición de simular. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=simular&m=form&o=h>. Consultado 28 de mayo del 2015.

Reglamento y Plan de Formación de la Licenciatura en Odontología y del Título Profesional de Cirujano(a) Dentista (2014). *Otorgado por la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.*

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 52: 115-121.*

Schönwetter D, Lavinge S, Mazurat R, Nazarco O (2006). Students' Perceptions of Effective Classroom and Clinical Teaching in Dental and Dental Hygiene Education. *J Dent Educ* 70(6): 624-635.

Suebnuarn S, Phatthanasathiankul N, Sombatweroje S, Rhienmora P, Haddawy P (2009). Process and outcome measures of expert/novice performance on a haptic virtual reality system. *Journal of Dentistry* 37: 658-665.

Suebnuarn S, Haddawy P, Rhienmora P, Gajananan K (2010). Haptic virtual reality for skill acquisition in endodontics. *JOE Vol. 36, N° 1*: 53-55.

Tünnermann C (1996). La educación superior en el umbral del siglo XXI. *CRESALC/UNESCO, Caracas*.

Sumner A, Tribe M (2008). International development studies: theories and methods in research and practice. *London, SAGE Publications Ltd*.

UNESCO (2015). Derecho a la Educación. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/right-to-education>. Consultado el 21 de junio del 2015.

UTE Simulaciones para el Ejercicio Profesional (2015). Programa del curso, Universidad de Chile.

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*.

Virdi M, (2011). Effectiveness of a Five-Step Method for Teaching Clinical Skills to Students in a Dental College in India. *J Dent Educ* 75 (11): 1502-1506.

Yip H, Barnes I (1997). Learning in dental education. *Eur J Dent Educ* 1: 54-60.

## IX. ANEXOS

### ANEXO N° 1

#### DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha Edición: 10 de Diciembre 2014

**Nombre del Estudio:** “Estudio exploratorio de simulador de realidad virtual como herramienta educativa odontológica en estudiantes de la Universidad de Chile del 6to semestre año 2014”

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

**Investigador Responsable:** Valentina Parada Rosales

**Departamento:** Escuela de Pregrado, UTE Simulaciones para el Ejercicio Profesional.

**Nombre del Voluntario:**

Yo, Valentina Parada, estudiante de 6to año de la Facultad de Odontología de la U. de Chile (FOUCH), estoy realizando el trabajo de investigación “Estudio exploratorio de simulador de realidad virtual como herramienta educativa odontológica en estudiantes de la Universidad de Chile del 6to semestre año 2014”, 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 (CI) y puede que contenga términos que Ud. 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 las losetas de apresto. “Learn-A-Prep II” (LAP II, Whip Mix) es un bloque de acrílico didáctico que utiliza diferentes colores y durezas para imitar el esmalte, la dentina y tejido de la pulpa, con el fin de desarrollar la habilidad de crear preparaciones tridimensionales precisas.

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 háptica, que quiere decir tecnología de respuesta táctil 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 nos proporciona la posibilidad de realizar los mismos ejercicios desarrollados en la formación preclínica, incluida la loseta, y con retroalimentación táctil, permitiendo al usuario interactuar con el computador, con la ayuda de un manipulador que aplica un grado de fuerza que se opone al usuario a lo largo de los ejes x, y, z (S. Suebnukarn y cols., 2009; M. Bakr y cols., 2012).

- Objetivos de la Investigación:

El objetivo de este estudio es evaluar si el simulador dental de realidad virtual tridimensional y háptica incrementa el desarrollo de destrezas psicomotoras de los estudiantes previo a ingresar a la etapa clínica de formación. Usted ha sido elegido debido a que es un alumno recién formado en destrezas psicomotoras dentales y puede relacionar el método convencional de formación que experimentó al cursar la asignatura con esta propuesta tecnológica de simulación virtual. Se necesita un mínimo de 30 participantes para obtener resultados concluyentes.

- Criterios de Inclusión y Exclusión:

Criterios de Inclusión: Muestra mínima de 30 estudiantes de Operatoria Básica del 6to semestre año 2014 de la FOUCH que hayan aprobado la asignatura en primera instancia y que accedan voluntariamente a participar.

Criterios de Exclusión: Estudiantes de este universo que no hayan aprobado la asignatura, que estén cursando la asignatura en segunda instancia o que no hayan accedido a participar.

- Beneficios de la Investigación:

Los beneficios individuales en esta investigación tienen que ver con poner a prueba sus habilidades psicomotoras, aplicar sus conocimientos pre-clínicos en un nuevo formato, conocer y utilizar tecnología de vanguardia en simulación dental y, dependiendo del caso, experimentar una mejora en su formación como estudiante integral. Sin embargo, 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. Elegir una de las dos opciones que habrá en una tómbola, la cual definirá si participará en el grupo control o experimental.
3. Contestar un cuestionario pre-experimental: Es decir, previo a utilizar el simulador. Cada una de las preguntas deberá ser valorada desde muy en desacuerdo a muy de acuerdo en escala de Likert.
4. Grupo experimental: Realizar ejercicios de figuras geométricas en loseta de apresto LAP II: primero una equis (x), segundo una cruz (+) en loseta virtual del simulador y tercero una cruz (+) en loseta.

5. Grupo control: Realizar 3 ejercicios de figuras geométricas en loseta de apresto LAP II: primero una equis (x), segundo una cruz (+) y tercero una cruz (+). Al finalizar, tendrá acceso al uso del simulador para la realización del ejercicio N° 2 del grupo experimental.
6. Contestar un cuestionario post-experimental del uso del Simodont® tipo escala de Likert, además de tres preguntas abiertas.

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 Ud. vía e-mail.

- Lugar donde se realizará la Investigación:

Facultad de Odontología de la U. de Chile, Edificio Docente Administrativo, Laboratorio de Pre-clínico N° 2, 3° piso.

- Riesgos: Esta investigación científica no presenta riesgos para usted.

- Confidencialidad de la Información:

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

- Aclaraciones:

- Su participación en esta investigación es completamente voluntaria.
- Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su CI y abandonar esta investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho que le asiste como estudiante de esta institución y no se verá afectada la calidad de la formación educacional que merece.
- Si usted retira su CI, 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 (Tutora Principal) y Valentina Parada R., Investigadora Responsable del estudio, al teléfono 2-7178716.



ANEXO N° 2

REALIDAD VIRTUAL



sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad



aparición de realidad que permite tener la sensación de estar presente en ella



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)

Simuladores en Medicina

evolución de la enseñanza de las ciencias de la salud



Simuladores en Odontología

SIMODONT



HÁPTICA



Proyecciones

+ REALISMO

+ CASOS DE LA VIDA REAL

+ COMPLEJIDAD



### ANEXO N° 3

#### CUESTIONARIO DE APRECIACIÓN DEL SIMULADOR HÁPTICO

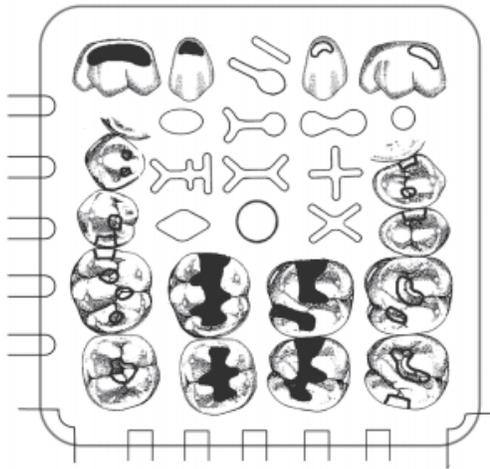
➤ Nombre del Voluntario:

➤ Fecha:

#### ❖ Cuestionario Pre-Experimental

PREGUNTA	Muy en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Neutral (3)	De acuerdo (4)	Muy de acuerdo (5)
Estoy emocionado de usar el simulador háptico					
Espero que mejore mis habilidades clínicas/preclínicas					
Espero que sea fácil de usar					
Espero adquirir destreza manual más rápido con el simulador que con los métodos tradicionales de formación preclínica					
Espero que sea fácilmente integrado en el ambiente de aprendizaje					
Espero que su uso añada valor al entrenamiento dental					
Espero que trabajar en él sea realista					
PREGUNTA	Muy negativa (1)	Negativa (2)	Neutral (3)	Positiva (4)	Muy positiva (5)
¿Cuál es su actitud frente al uso del simulador háptico en la educación?					

## ANEXO N° 4



Following are types of outlines included:

1. **Miscellaneous Outlines** — The shapes, such as the "+", "X", etc., are to be prepared for initiation of handpiece practice. As many or as few of the designs as the course director wants may be included.
2. **Conservative Preparations Involving Occlusal Surfaces** — The drawings of occlusal surfaces of four mandibular teeth and four maxillary teeth on the outside of the block are to represent teeth with initial caries lesions (in dentin), where the preparation shape and size would be determined by the shape and size of the lesions. Both small Class 1 and small, slot-type Class 2 outlines are included. The depth to which these preparations are to be cut should be determined by the faculty.
3. **Removal of Old Amalgam** — The drawings of the two maxillary and two mandibular molar occlusal surfaces toward the center are to represent teeth with old amalgam restorations that are to be removed. These are included to allow the student to create larger "cavity preparations", with size determined by old restorations instead of initial pathosis. Depth of preparations should be determined by the faculty.
4. **Class 5 Preparation Outlines** — Four facial surfaces are represented to present shapes of Class 5 cavity preparations, two as initial lesions and two as removal of old restorations.
5. **Edge Cuts** — There are box shapes with angles on the edge of the Learn-A-Prep II block to allow the student to prepare and view convergent boxes, as would be cut in Class 2 amalgam preparations. There are also semicircles to represent possible shapes for Class 2 preparations for bonded resin composite restorations.

### Safety Guidelines

As with any clinical operative procedure, use of protective eyewear, gloves and a face mask is recommended when cutting on the Learn-A-Prep II. Avoid breathing the nuisance dust generated during cavity preparation and wash hands thoroughly after use.

Learn-A-Prep II was developed with the assistance of James B. Summitt, D.D.S, and the staff of the Restorative Dentistry Facility of the University of Texas Health Sciences Center at San Antonio Dental School.



## Learn-A-Prep II

Item No. 15810 (Pkg. Of 10)

The #9683 Learn-A-Prep II is designed to give a student designs to cut in order to begin development of skills in using a dental handpiece. It also instills the ideas of conservative dentistry, in which only the carious dentin and overlying, unsupported enamel are removed in tooth preparation.

The three distinct resin layers of Learn-A-Prep II provide a way for students to:

- Learn the depth of the enamel, dentin and pulp layers
- Learn to differentiate the hardness between the enamel and dentin layers
- Practice before attempting a particular preparation on dentiform teeth.

Learn-A-Prep was first recommended to Whip Mix by Drs. Hardison and Skeeters of the University of Kentucky College of Dentistry.

Whip Mix Corporation • 361 Farmington Ave. • P.O. Box 17183 • Louisville, KY 40217-0183 USA  
502-637-1451 • 800-626-5651 • Fax 502-634-4512 • www.whipmix.com

**ANEXO N° 5****RÚBRICA DE EVALUACIÓN EN LOSETA LEARN-A-PREP II**

N° asignado:

**❖ EJERCICIO N° 1**

<b>Loseta</b>	<b>Logrado favorablemente (5 pts)</b>	<b>Logrado con reparos (3 pts)</b>	<b>No logrado (0)</b>	<b>Puntaje 1</b>
Paredes Lisas	Paredes de contorno y de fondo lisa	3 de 5 paredes lisas	Menos de 3 paredes lisas	
Profundidad	2 mm de profundidad en toda la extensión	1,5 a 2 mm de profundidad	Profundidad menos a 1,5mm o mayor a 2 mm	
Paredes Paralelas	Todas las paredes paralelas	3 paredes paralelas	Menos de 3 paredes paralelas	
Contorno	Respeta todo el contorno de la figura	Talla parte de la figura de contorno	No se observa la línea de contorno en algún sector	

**Tiempo requerido:** minutos.**PROMEDIO:****❖ EJERCICIO N° 3**

<b>Loseta</b>	<b>Logrado favorablemente (5 pts)</b>	<b>Logrado con reparos (3 pts)</b>	<b>No logrado (0)</b>	<b>Puntaje 1</b>
Paredes Lisas	Paredes de contorno y de fondo lisa	3 de 5 paredes lisas	Menos de 3 paredes lisas	
Profundidad	2 mm de profundidad en toda la extensión	1,5 a 2 mm de profundidad	Profundidad menos a 1,5mm o mayor a 2 mm	
Paredes Paralelas	Todas las paredes paralelas	3 paredes paralelas	Menos de 3 paredes paralelas	
Contorno	Respeta todo el contorno de la figura	Talla parte de la figura de contorno	No se observa la línea de contorno en algún sector	

**Tiempo requerido:** minutos.**PROMEDIO:**

## ANEXO N° 6

### ❖ Cuestionario Post-Experimental del uso del Simodont®

PREGUNTA	Muy en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Neutral (3)	De acuerdo (4)	Muy de acuerdo (5)
Las imágenes de modelos anatómicos e instrumentos parecían realistas					
La dureza , textura y sensación háptica proporcionada se sintió realista					
Me sentí cómodo usándolo					
Utilizarlo contribuyó con mi aprendizaje					
La retroalimentación educacional que proporciona contribuyó con mi aprendizaje					
La sensación de fuerza proporcionada contribuyó con mi aprendizaje					
Utilizarlo mejoró mis habilidades visuales-motoras					
Utilizarlo mejoró mi conocimiento					
Pienso que me siento más seguro acerca de mis habilidades después de usarlo					
Utilizarlo en el laboratorio en el futuro ayudará a los estudiantes a mejorar sus habilidades preclínicas/clínicas					
Debería ofrecerse a todos los estudiantes de Odontología antes de que realicen procedimientos en pacientes reales					
La presencia de un tutor o monitor durante su uso complementaría el aprendizaje					

### Preguntas abiertas:

1. ¿Qué tan cerca se aproxima el simulador a una experiencia real pre-clínica?
2. ¿Crees que sería una herramienta educativa útil en programas de formación dental?
3. ¿Podría el simulador reemplazar totalmente el uso de fantasmas en el entrenamiento pre-clínico?