



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Odontología

CARACTERÍSTICAS, AVANCES Y PROBLEMAS DEL SIMODONT DENTAL TRAINER

Madrid, curso 2022/2023

Número identificativo: 11

Resumen

Introducción : El uso de simuladores emergentes complejos para la práctica preclínica odontológica ha crecido en los últimos años. Los simuladores virtuales como el Simodont Dental Trainer, el cual analizaremos en esta revisión, están tomando una gran importancia en este papel como herramientas para la práctica. De manera alternativa existen un gran número de simuladores emergentes complejos que han precedido al Simodont y otros que igualan e incluso amplían las funciones de este. También analizamos los antecedentes históricos del Simodont, la empresa desarrolladora en el pasado y en el presente y los diferentes distribuidores a lo largo de la historia. **Objetivos** : El objetivo principal fue realizar una revisión crítica del Simodont. Como objetivos específicos describimos el hardware y el software del Simodont con la intención de analizarlo y buscar las distintas ventajas y desventajas del mismo. **Metodología** : Realizamos una pregunta de investigación adecuada y a raíz de ello desarrollamos diferentes ecuaciones de búsqueda, utilizando diferentes descriptores y términos libres para encontrar artículos de los que se puedan obtener ventajas y desventajas además de una descripción del propio hardware y software del Simodont y otros simuladores alternativos en tres bases de datos diferentes. **Resultados** : Aplicando los criterios de exclusión e inclusión establecidos obtuvimos un total de 21 artículos los cuales analizaban el propio simulador Simodont, la práctica sobre este y otros simuladores alternativos para compararlos en cuanto a su hardware y software. **Conclusiones** : El simulador dental Simodont es una buena herramienta para la práctica preclínica odontológico en conjunto a otras no por si sola. Pese a presentar algunos problemas en su hardware y software el conjunto general del simulador ayuda al desarrollo de habilidades de destreza manual en estudiantes de odontología.

Palabras clave

Odontología, Simodont, Háptico, Realidad virtual, Realidad aumentada, Simulador, Hardware, Software.

Abstract

Introduction : The use of complex emergent simulators for dental preclinical practice has grown in recent years. Virtual simulators such as the Simodont Dental Trainer, which we will discuss in this review, are taking on great importance in this role as practice tools. Alternatively, there are a large number of complex emerging simulators that have predicted the Simodont and others that match and even extend its functions. We also analyze the historical background of Simodont, the developer company in the past and present, and the different distributors throughout history. **Objectives:** The main objective was to perform a critical review of the Simodont. As specific objectives we describe the Simodont hardware and software with the intention of analyzing it and looking for its different advantages and disadvantages. **Methodology:** We ask a suitable research question and as a result of this we develop different search equations, using different descriptors and free terms to find articles from which advantages and disadvantages can be obtained, as well as a description of the hardware and software of the Simodont itself and other simulators. alternatives in three different databases. **Results:** Applying the established exclusion and inclusion criteria, we obtained a total of 21 articles which analyzed the Simodont simulator itself, the practice on it and other alternative simulators to compare them in terms of their hardware and software. **Conclusions:** The Simodont dental simulator is a good tool for preclinical dental practice in conjunction with others, not by itself. Despite presenting some problems in its hardware and software, the general set of the simulator helps the development of manual dexterity skills in dental students.

Keywords

Dentistry, Simodont, Haptic, Virtual reality, Augmented reality, Simulator, Hardware, Software.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	05
1.1 Simuladores emergentes complejos alternativos al fantoma dental.....	05
1.2 Antecedentes históricos del Simodont	10
2 OBJETIVOS	10
3 METODOLOGÍA	10
3.1 Pregunta PICO	10
3.2 Pregunta de investigación	10
3.3 Criterios de elegibilidad	11
3.4 Fuentes de información	11
3.5 Estrategia de búsqueda	11
4 RESULTADOS	12
4.1 Aspectos generales del Simodont Dental Trainer	17
4.2 Hardware del Simodont Dental Trainer	18
4.3 Software del Simodont Dental Trainer	22
5 DISCUSIÓN	25
5.1 Aspectos generales del Simodont Dental Trainer	25
5.2 Hardware del Simodont Dental Trainer	26
5.2.1 Pantalla táctil	26
5.2.2 Pantalla 3D	27
5.2.3 Campo háptico	27
5.2.3.1 Rotatorios	28
5.2.3.2 Reposamanos	28
5.2.3.3 Espejo	28
5.2.4 Ratón óptico	29
5.2.5 Columna ergonómica	29
5.2.6 Pedal	29
5.2.7 Silla del operador	29
5.3 Software del Simodont Dental Trainer	30
5.3.1 Courseware del alumno	30
5.3.1.1 Descripción del caso	30
5.3.1.2 Detalles del paciente	31
5.3.1.3 Plan de tratamiento	31
5.3.1.4 Selección de instrumental	31
5.3.1.5 Ejecución del tratamiento	32
5.3.1.6 Resultados.....	33
5.3.2 Menú de gestión del profesor	33
5.3.2.1 Planificador de cursos	33
5.3.2.2 Monitorización, evaluación y reporte	34
5.3.2.3 Creación de casos	34
6 CONCLUSIONES	35
7 BIBLIOGRAFÍA	36

1. INTRODUCCIÓN

El uso de simuladores emergentes complejos que vinculan varias tecnologías para entrenamientos prácticos en odontología está estableciéndose desde hace años. De manera similar a los maniquís odontológicos, los simuladores virtuales para prácticas odontológicas permiten garantizar la seguridad del paciente ya que los alumnos pueden realizar sus primeras intervenciones clínicas no expertas en los simuladores y no en pacientes enfermos reales. Pese a las posibilidades y a los grandes avances tecnológicos de los últimos años aún queda en duda si los simuladores virtuales pueden igualar a los maniquís convencionales en la práctica preclínica odontológica. (1,2)

Durante la historia la práctica odontológica ha evolucionado en gran medida y por tanto la práctica preclínica lo ha hecho en paralelo. En la actualidad es necesario pasar unas pruebas teóricas y prácticas para poder obtener la titulación de odontólogo. Para realizar estas prácticas preclínicas se han utilizado diferentes tipos de simuladores a lo largo de la historia. (3)

En esta revisión bibliográfica vamos a analizar el Simodont Dental Trainer, un simulador virtual de práctica odontológica desarrollado en Países Bajos por Nissin. Este sistema permite la práctica preclínica odontológica en un entorno 3D mediante el uso de gafas polarizadas pasivas sobre una pantalla especializada para ellas, también incorpora un componente háptico que permite al usuario obtener un feedback a tiempo real. (4,5)

1.1 Simuladores emergentes complejos alternativos al fantoma dental

Tradicionalmente, los simuladores dentales se componían de una cabeza la cual presentaba ambos maxilares con réplicas de dientes reales en plástico. (6) Un ejemplo de simulador dental de este tipo sería el Kavo Dental Simulator, desarrollado por Kavo Dental Corp. Este se compone de las siguientes partes : Estación de trabajo, maniquí completo y un set de instrumentos rotatorios con aspiradores incluidos. El Kavo Dental Simulator, como muchos otros simuladores previos al Simodont, es un sistema totalmente físico y no presenta ningún tipo de sistema digital para su funcionamiento. Pese a esto en la actualidad siguen siendo simuladores dentales usados para las prácticas pre-clínicas en muchos centros. (7) La misma

empresa que desarrolla Simodont actualmente también dispone de simuladores para la práctica odontológica los cuales presentan un sistema totalmente físico, estos son los simuladores convencionales de entrenamiento dental y un ejemplo sería el modelo “NISSIM Tipo 1 Avanzado” como podemos observar en la figura 1. (8)



Figura 1. Nissim Tipo 1 Avanzado. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV.

El próximo paso en materia de simuladores dentales fue añadir un componente digital a la ecuación. Un claro ejemplo sería DentSim, el simulador desarrollado por la empresa Israelí Denx a finales de la década de los 90. Este simulador sigue presentando elementos físicos como es el diente de plástico mostrado en la figura, pero a su vez estos elementos físicos se encuentran en concordancia con un sistema digital capaz de aportar diferentes funciones. Este simulador se divide en las siguientes partes : Maniquí, set de rotatorios, aspiradores y un ordenador de forma adicional el cual se encarga de evaluar y por tanto aportar un feedback a tiempo real de la preparación dentaria que se está realizando en el maniquí. (9) Otro ejemplo de simulador que combinaba tecnología digital y física sería el caso del simulador CDS Simex, este puede aportar avisos audio-visuales a mitad de un tratamiento en caso de que el alumno los necesite y mantiene al maniquí de los primeros simuladores dentales con el objetivo de mantener una postura más realista y ergonómica en los alumnos. (10)

La siguiente adición a los simuladores dentales fue la tecnología háptica. Esta tecnología se desarrolló inicialmente para el campo aero-espacial, con el fin de realizar prácticas de vuelo en simuladores. No fue hasta comienzos del siglo XXI que se observaron las grandes posibilidades que permitía este sistema para aplicarlo a campos de la salud, en este caso a la odontología. (11,12) El PerioSim, desarrollado en la universidad de Illinois en Chicago, se compone de las siguientes partes : Dos pantallas en las que se pueden visualizar por una

parte la realidad virtual en 3D gracias al uso de gafas especiales y en la otra se visualiza una presentación tipo power point la cual guiará a los practicantes aportando todas las instrucciones necesarias para realizar el caso seleccionado, un ordenador y un sistema háptico el cual era capaz de aportar un feedback físico y tres grados de libertad. (13)

En los próximos años se desarrollarían multitud de simuladores que ya incorporaban la unidad háptica como lo hizo el simulador PerioSim pero buscando mejorar algunos de los puntos débiles de este simulador. Un claro ejemplo fue el simulador IDEA desarrollado por IDEA Dental US-NV el cual se utilizaba con el hardware háptico de 3dsystems. Este presentaba las mismas características que el PerioSim, pero añadió la posibilidad de trabajar utilizando visión indirecta gracias a la presencia de un espejo virtual y por otra parte el software permite aportar un feedback instantáneo al alumno e indicar la precisión con la que se trabajó. (14)

El simulador dental Voxel-Man también presentaba la posibilidad de usar la visión indirecta y permitía el trabajo mediante gafas polarizadas y tecnología háptica como podemos observar en la figura 4. (15) Mas adelante en el año 2011 se desarrolló en Francia el simulador VirTeaSy por la empresa HRV. Como se puede observar en la figura 2, este simulador consta de un ordenador conectado a dos pantallas, una de ellas táctil para poder utilizar la interfaz del software (VirTeaSy Dental V.0) y con la otra se observa la imagen 3D gracias a unas gafas especiales, de manera adicional presenta un contra-ángulo conectado al brazo háptico, un ratón 3D y un pedal de pie que permite la activación de los rotatorios. También existe una versión alternativa del simulador VirTeasy el cual permite el uso de gafas de realidad virtual y de esta forma se elimina la pantalla 3D, añadiendo mas realismo a la práctica de esta forma. (16)



Figura 2. Simulador dental Virteasy. Imagen cortesía de Virteasy.

Los próximos simuladores odontológicos pre-clínicos que ya se están desarrollando o se han desarrollado se centran en añadir nuevas características capaces de aumentar el realismo y la adaptación de los practicantes a ciertas situaciones. La empresa Nissin ha desarrollado dos simuladores dentales avanzados capaces de superar en muchos sentidos a sus predecesores. El simulador Dentaroid que podemos observar en la figura 3 provee de un entrenamiento clínico mucho más realista ya que el robot utilizado para este simulador es capaz de comunicarse de manera similar a los humanos utilizando diálogos automáticos y ciertos gestos usados en combinación con la textura realista de la piel, también simula algunas de las reacciones de los pacientes reales y por lo tanto entrena a los estudiantes

frente a ciertos posibles accidentes que se pueden dar durante el tratamiento. (17)



Figura 3. Practicante utilizando el simulador Dentaroid. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (17)

Por otra parte, el simulador Manabot también desarrollado por Nissin, es un simulador totalmente físico centrado en el cuidado de los pacientes geriátricos. Representa de forma realista pacientes ancianos y se equipa con una cavidad oral la cual presenta varias prótesis dentales como podemos observar en la figura 4. Este simulador permite el trabajo sobre dientes móviles o que presenten atricción al igual que en este tipo de pacientes, también presenta los órganos circundantes a la cavidad oral como puede ser la garganta, lo que a su vez permite realizar prácticas relacionadas con esta zona. Por otra parte, el hecho de que se trate de un maniquí de cuerpo completo permite a los usuarios trabajar de forma adecuada y aprender el correcto ajuste postural según la situación que se produzca. (18)



Figura 4. Colocación de una prótesis en el simulador Manabot Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (18)

1.2 Antecedentes históricos del Simodont

Inicialmente, el Simodont fue desarrollado por la empresa holandesa MOOG FCS en colaboración con el instituto académico de odontología de Amsterdam (ACTA) hace más de diez años, gracias a un grupo de investigación pionero en el uso de la tecnología de simulación de vuelo aplicado a la odontología.

En el año 2018 la empresa Japonesa Nissin adquirió los derechos de fabricación y comercialización del simulador Simodont, de esta forma se convirtieron en el desarrollador y distribuidor exclusivo desde entonces. (19)

2 OBJETIVOS

Como objetivo general de el estudio queremos realizar una revisión crítica del Simodont Dental Trainer. En cuanto a los objetivos específicos presentamos dos :

1. Describir el hardware y software del Simodont.
2. Analizar las ventajas y desventajas de el hardware y software del Simodont utilizando estudios, revisiones y manuales acerca del propio Simodont y otros simuladores alternativos complejos para la práctica odontológica pre-clínica los cuales permitan realizar una comparación con el propio Simodont.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Pregunta PICO :

P Paciente : Simodont

I Intervención : Características del hardware y software

C Comparación : Simuladores dentales

O Resultados : Ventajas y desventajas

3.2 Pregunta de investigación :

¿Cuáles son las ventajas y desventajas que presenta el hardware y software del Simodont como simulador dental?

3.3 Criterios de elegibilidad :

Criterios de inclusión : Artículos publicados en los últimos 10 años, idioma inglés y español, estudios de revisión, artículos de investigación descriptiva cualitativa o cuantitativa, artículos sobre simuladores en odontología, artículos que presenten las palabras claves : Simodont; Dental training; Dental Simulators; Haptic training.

Criterios de exclusión : Artículos no relacionados con el ámbito de la odontología, artículos que no tengan rigurosidad metodológica, reseñas, artículos que puedan ocasionar conflictos de interés con la casa desarrolladora de Simodont.

3.4 Fuentes de información :

Se llevó a cabo una búsqueda sistematizada en las bases de datos : Dentistry & Oral Sciences Source, Medline, Pubmed.

3.5 Estrategia de búsqueda :

Se utilizaron las siguientes ecuaciones de búsqueda :

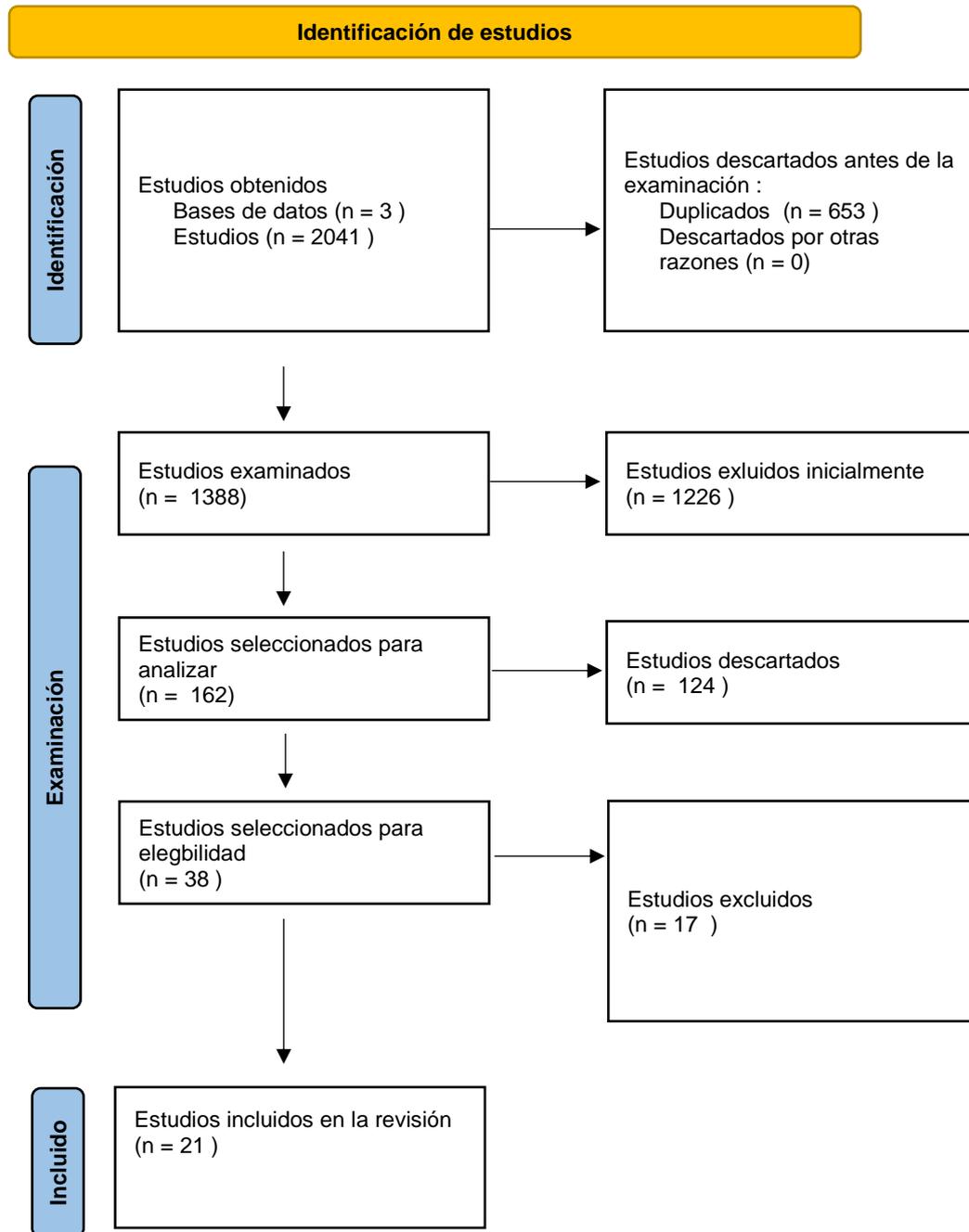
((Haptic Simulator) OR (SIMODONT)) AND (Dentistry)

((Augmented reality) OR (Virtual Reality)) AND (Dentistry) AND (Simulator)

((Computerized dental simulation) OR (Computer assisted learning) OR (Virtual Reality Simulator)) AND ((Dentist) OR (Dental Student) OR (Dentistry))

((((((((((((Simodont) OR (DentSim)) OR (Virteasy)) OR (IDEA)) OR (Virtual Reality)) OR (Augmented Reality) OR (Voxel-Man)) AND (Dental training)) OR (Hardware)) OR (Software)) OR (Voxel-Man)) AND (Dentistry)) AND (Simulator)) AND (Haptic)

4 RESULTADOS



Prisma 2000 flow diagram. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

En la tabla 1 podemos observar una recopilación de la información extraída de estudios y revisiones acerca del simulador dental Simodont. En la tabla 2 se puede observar otra recopilación de datos de artículos sobre estudios y revisiones que tratan simuladores alternativos al Simodont.

Tabla 1. Estudios y Revisiones sobre el simulador dental Simodont

	Año y Autor	Muestra	Intervención	Control	Resultado
1	2016, Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, Al- Saud LM, Tickhill N, Potter C	289	Simulador dental Simodont.	Analizar si los simuladores dentales virtuales reflejan la habilidad dental de forma adecuada en alumnos con distintos años de experiencia, de uno a cinco.	El Simodont si refleja de forma adecuada la práctica dental pero debe usarse en combinación con otras prácticas dentales y sigue requiriendo la presencia de un profesor para su correcto uso.
2	2013, Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, Al- Saud LM, Tickhill N, Potter C	11	Simulador dental Simodont.	Describir la percepción del personal académico de la odontología de la universidad de Griffith en Australia respecto al realismo del Simodont.	El personal académico de la odontología de la universidad valoró los aspectos positivos del Simodont, pero consideraron que es necesario realizar mas investigación al respecto para comprar los beneficios que puede presentar la tecnología háptica 3D-VR en comparación a otro tipo de simuladores dentales.

3	2021, Leung 0 AL-S, Yeung C, Chu S, Wong AW-Y, Yu OY, Chu C- H.	Simulador dental Simodont.	Revisión acerca de las habilidades que pueden obtenerse mediante la práctica en un simulador virtual, con especial referencia al propio Simodont Dental Trainer. Desglose de las limitaciones del Simodont Denta Trainer.	Simodont Dental Trainer es una gran plataforma para la práctica preclínica si se utiliza en conjunto con otra herramientas. El sistema háptico ayuda a desarrollar habilidades de destreza en la práctica preclínica.
4	2014, Elizabeth J Eve , Samuel Koo, Abdulmone m A Alshihri, Jeremy Cormier, Maria Kozhenikov, R Bruce Donoff, Nadeem Y Karimbux	Simulador dental Simodont.	Comparación de las habilidades de destreza manual de estudiantes novel de odontología contra estudiantes residentes de prótesis dental utilizando un simulador dental háptico como es el Simodont Dental Trainer.	Los usuarios con mas experiencia en el campo práctico de la destreza manual removieron mas superficie cariada y de manera mas eficiente que los estudiantes nóvel, por lo que el simulador fue capaz de diferenciar entre usuarios mas y menos avanzados en cuanto a los resultados obtenidos.

Tabla 2. Estudios y Revisiones sobre simuladores alternativos al Simodont.

	Año y Autor	Muestra	Intervención	Control	Resultado
1	2022, Li Y, Ye H, Wu S, Zhao X, Liu Y, Lv L	34	Simulador dental Unidental MR.	Describir aspectos del nuevo simulador dental háptico “Unidental MR Simulator” y realizar una evaluación preliminar de su posible validez.	El simulador “Unidental MR Simulator” es válido para la realización de preparaciones en dientes virtuales. Logra un buen grado de similitud con el entorno real. Los practicantes afirman conseguir una mejor experiencia para obtener sus habilidades dentales.
2	2013, Ben-Gal, G. Weiss, E. I. Gafni, N. Ziv, A.	106	Simulador dental Idea.	Determinar mediante un estudio si el simulador Idea Dental Trainer tiene potencial como herramienta en la práctica preclínica odontológica para desarrollar habilidades de destreza manual.	Los resultados del estudio muestran que el simulador Idea Dental Trainer es muy fiable como herramienta para la práctica clínica, sin embargo le falta diferenciar mejor entre profesionales y alumnos.

3	2018, Ta-Ko 0 Huang , Chi- Hsun Yang , Yu-Hsin Hsieh , Jen- Chyan Wang , Chun-Cheng HungWong AW-Y, Yu OY, Chu C-H.	Simuladores dentales (AR) y (VR) : PerioSim, Simodont, CDS, DentSim, IDEA	Análisis de distintos simuladores para la práctica preclínica odontológica que usen tecnología (AR) y/o (VR). Síntesis de las diferencias y características de cada simulador.	Los simuladores que proporcionan un feedback físico directo gracias a una unidad háptica presentan características que los posicionan como buenas herramientas para la práctica preclínica en un futuro. Estos simuladores van a reducir los riesgos derivados de la práctica clínica temprana en pacientes reales.
4	2022, Sophia 56 Ziane- Casenave , Marthe Mauroux , Raphaël Devillard , Olivia Kérourédan	Simulador dental VirtEasy.	Estudiar los resultados obtenidos y las sensaciones subjetivas de diferentes grupos de personas con distintos niveles de destreza manual en el campo odontológico utilizando un simulador de prácticas preclínicas con tecnología háptica como es el simulador dental VirtEasy.	El estudio muestra la necesidad de mejorar ciertos aspectos del simulador para que diferencia con mayor exactitud entre usuarios con distintos grados de habilidad real en cuanto a los resultados obtenidos en el simulador.

4.1 Aspectos generales del Simodont Dental Trainer

En la tabla 3 que podemos observar a continuación, se presentan de manera breve las diferentes ventajas y desventajas de los aspectos generales del Simodont Dental trainer.

Tabla 3. Análisis crítico de Simodont. Aspectos generales. (2,4,5,6,12,20,21)

Unidades de Análisis	Ventajas	Desventajas
Aspecto Económico	<i>Menor coste de mantenimiento a largo plazo.</i>	<i>Elevado coste inicial.</i>
Realismo entre simulador y paciente real	Feedback sonoro realista. Posición del operador y el paciente virtual representa la práctica real.	Feedback háptico no es fiel a la realidad. No es posible recrear situaciones inesperadas con pacientes (tos, atragantamientos, arcadas).
Procedimientos que permite realizar	<i>Cavidades.</i> Obturaciones. <i>Preparaciones dentarias.</i>	<i>Dificultad para regularizar pisos y paredes.</i> Obturaciones demasiado simples que distan de la realidad. <i>Dificultad para ajustar ángulos y márgenes.</i>

Procedimientos que no
permite realizar

Aislamiento dental.

Tratamientos quirúrgicos
(colgajos, ventanas
quirúrgicas, implantes, ...).

Tratamiento de conductos.

Tratamientos ortodónticos.

4.2 Hardware del Simodont Dental Trainer

Para poner en funcionamiento el simulador Simodont es necesario instalar y conectar las siguientes unidades : Simodont/s, servidor (Dell T330), estación del profesor (Dell T3620). En la figura 5 podemos observar un esquema básico con una configuración simple de simodont dental trainer utilizando tan solo una estación del profesor. (20)

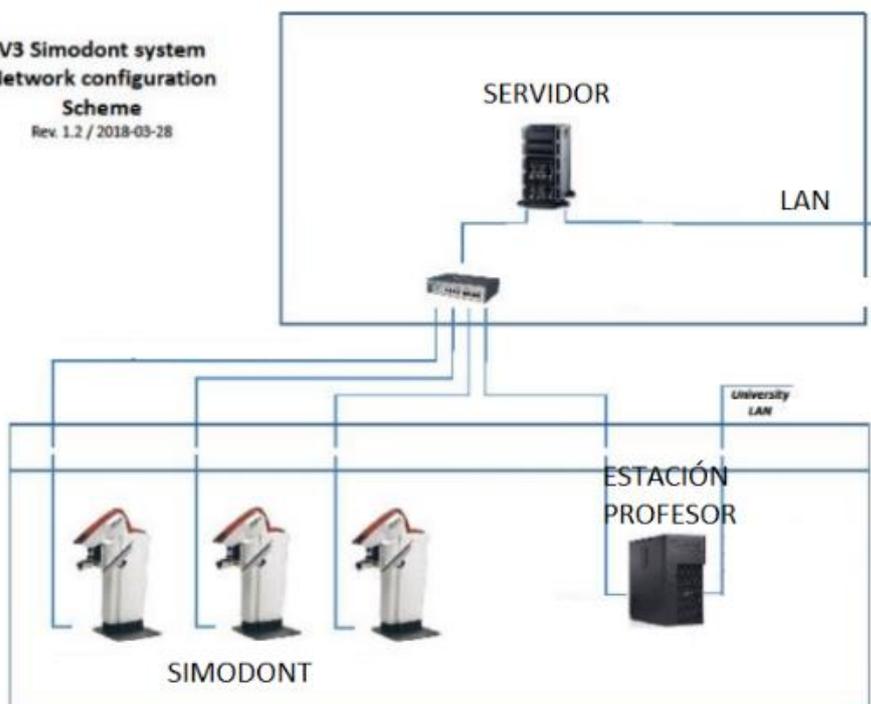


Figura 5 . Esquema de conexiones para el funcionamiento del Simodont Dental Trainer. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (20)

El servidor se ocupa de almacenar toda la información relacionada con el uso del simulador, es necesario que se encuentre encendido en todo momento para el uso del simulador. La estación del profesor es el ordenador que utilizará el profesor o administrador, es posible conectar más estaciones del profesor si se necesitarán para controlar los simuladores desde varios equipos a la vez. Por último tenemos el propio simulador Simodont Dental Trainer donde trabajarán los alumnos. Todos estos equipos deben estar conectados mediante una conexión LAN (red de área local) llamada Simonet. (20)

Una vez instalado, el total del hardware del equipo CD50637 pesa 64kg y tiene unas dimensiones de 60cm (ancho), 100cm (largo) y 142cm (altura mínima)/167cm (altura máxima). En la figura 6 podemos observar las diferentes partes del hardware de la unidad. (20)

Name of components

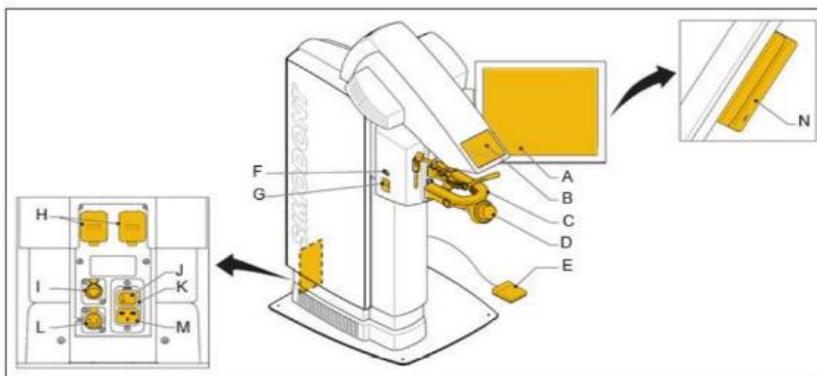


Figura 6. Partes del hardware del Simodont Dental Trainer. A, Pantalla táctil; B, Visualizador 3D; C, Unidad háptica; D, Ratón; E, Pedal; F, Botón de encendido/apagado; G, Botón de ajuste de la altura; H, Conexiones USB; I, Conexión SimoNet; J, Botón de alimentación; K, Compartimento principal de fusibles; L, Conexión de pedal; M, Entrada principal C13; N, Lector de tarjetas. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (20)

Si observamos la figura 7, podemos observar las diferentes partes de la unidad háptica del simulador Simodont.

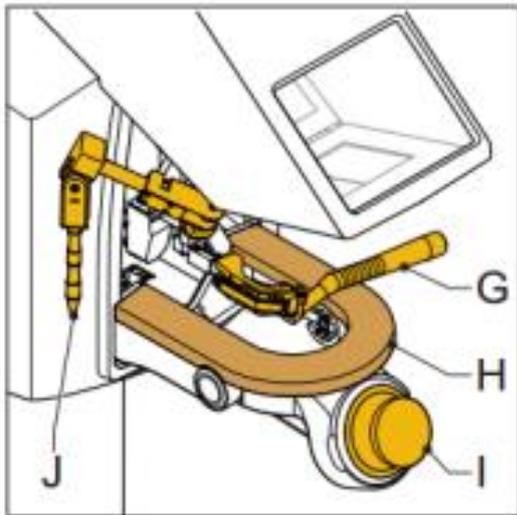


Figura 7. Partes de la unidad háptica del Simodont Dental Trainer. J, espejo; H, reposamanos; G Rotatorio. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (21)

En la tabla 4 se describen brevemente las ventajas y desventajas de las diferentes partes del hardware del Simodont Dental Trainer.

Tabla 4. Análisis crítico de Simodont. Hardware. (4,5,8,9,10,20,21,24,25)

Unidades de Análisis	Ventajas	Desventajas
Pantalla táctil	Alta calidad de la pantalla. Multifunción.	No permite un ajuste individual de la altura/posición. Requiere uso de un lapiz táctil.
Pantalla 3D	Realismo proporcionado por el entorno virtual 3D. La situación de la pantalla 3D es ergonómicamente adecuada para la práctica dental en el paciente.	Necesidad de uso de gafas 3D Percepción de la profundidad. Cansancio visual Tamaño reducido.

Campo háptico :

	Rotatorios Feedback preciso al usar el micromotor.	Feedback menos preciso con turbina que con micromotor.
	Se logra desarrollar psicomotricidad fina por parte de los practicantes.	Feedback háptico difiere de la realidad de los materiales y los tejidos dentarios. Curva de aprendizaje alta. Dificultad para realizar superficies lisas sin imperfecciones.
	Reposamanos Ajustable en altura y posición. Forma de hemiarcada realista.	No representa zonas de apoyo intraoral.
	Espejo Reflejo a tiempo real.	Ocupa parte de la unidad háptica permanentemente.
Ratón óptico	Posibilidad de ajustes de posición complejos.	Dificultad de manejo.
Columna ergonómica	Altura ajustable.	Unida a la pantalla táctil.
Pedal	Permite distintas velocidades de rotatorios, (sensible).	Tamaño pequeño.
Silla del operador	Permite elegir cualquier tipo de silla siempre que cumpla tres parámetros importantes para el simulador (ruedas, rotación y ajuste de altura).	La silla necesita : Ruedas, rotación sobre el eje Y, ajuste de altura.

4.3 Software del Simodont Dental Trainer

En la tabla 5 se pueden observar las diferentes ventajas y desventajas del software del Simodont Dental Trainer.

Tabla 5. Análisis crítico de Simodont. Software. (4,5,20,21,25, 29, 30, 31, 32, 33)

Unidades de Análisis	Ventajas	Desventajas
Courseware del alumno	<p>Descripción del caso Distintos tipos de casos para desarrollar distintos tipos de destrezas.</p> <p>Posibilidad de usar Imágenes/GIF.</p>	<p>Los casos deben ser previamente habilitados por el profesor o administrador mediante una configuración presencial, no permite posibilidad de carga remota ni vinculación con el campus virtual.</p>
Detalles del paciente	Descripción del paciente	No responde dudas.
Plan de tratamiento	Requiere menos tiempo para el plan de tratamiento ya que el profesor o administrador lo estipulan antes y el alumno lo puede visitar.	No responde dudas.

Selección de instrumental rotatorios.	Gran variedad de instrumentos	Requiere utilizar la pantalla táctil.
		Escaso instrumental fuera de los instrumentos rotatorios.
Ejecución del tratamiento	Requiere menos tiempo para la ejecución del tratamiento que con simuladores tradicionales gracias al feedback previo y a tiempo real. Permite la grabación y proyección del alumno.	No responde dudas.
Resultados	Feedback a tiempo real y/o al finalizar el tratamiento. Es posible activar o desactivar la opción de otorgar feedback tanto a tiempo real como al finalizar el tratamiento.	Solo valora porcentajes. Estadística limitada a la hora de descargar. No presenta un libro de calificaciones versátil.
Menú de Gestión del Profesor	Planificador de cursos Creación/Edición de cursos y grupos. Selección/Edición de usuarios.	Exige el trabajo presencial para la planificación de cursos. Elevada curva de aprendizaje.

Monitorización, evaluación y reporte	Visualización remota.	Gestión estadística limitada.
	Previsualización y evaluación de los intentos.	El manejo de los archivos .stl presenta una elevada curva de aprendizaje.
	Reportes de Grupos/Usuarios/Casos.	

Creación de casos	Crear/Editar/Exportar/Importar	Solo permite el uso de archivos .STL
-------------------	--------------------------------	--------------------------------------

Estadísticas de tratamiento.	Elevada curva de aprendizaje a la hora de introducir nuevos casos.
Selección del instrumental.	

Selección de modelos.

5 DISCUSIÓN

5.1 Aspectos generales del Simodont Dental Trainer

El coste inicial del simulador dental Simodont es elevado y también requiere un largo proceso de asimilación para poder utilizarlo de forma óptima. Pese a esto, el simulador dental Simodont es una buena inversión a largo plazo ya que elimina por completo muchos de los costes de repuestos de los simuladores tradicionales al no requerir de modelos físicos con dientes de plástico ni maniquís dentales. Otros gastos que se eliminan son los derivados del desgaste de los rotatorios y los diferentes elementos físicos presentes en un simulador tradicional físico. (2,22) Otra ventaja que presenta frente a la simulación tradicional es que los alumnos pueden utilizar estos simuladores de forma mucho más dinámica, el Simodont Dental Trainer supone una nueva alternativa de aprendizaje que permite a los alumnos trabajar de forma más autónoma que en la simulación tradicional. En esta simulación es posible desarrollar habilidades como el control muscular o la ergonomía durante la práctica odontológica. (23)

Por otra parte, hablando del realismo del simulador en comparación a la realidad no podemos decir que el Simodont sea fiel completamente a la realidad en cuanto a durezas, texturas y sensaciones. (6) Sin embargo, el feedback que proporciona el simulador se acerca bastante a la realidad, y aún no existen estudios que confirmen la necesidad de que el feedback otorgado por el elemento háptico del simulador deba ser exactamente igual al de la realidad para que el alumno aprenda una habilidad práctica transferible a la práctica real. Los dentistas deben estar acostumbrados a distintos niveles de feedback físico, por lo que entrenar con diferentes valores de estos en vez de los más exactos respecto a la realidad puede acabar siendo beneficioso para conseguir mejores habilidades manuales. (24) Otro punto a mencionar sería la incapacidad del simulador para representar situaciones extremas que se pueden dar en la práctica real : Pacientes con mucha tos o con un alto reflejo nauseoso, pacientes que interfieren con la lengua en la zona de trabajo, movimientos no deseados durante el tratamiento, reflejos involuntarios, pérdidas de consciencia, espasmos, etc... Estas son solo algunas de las situaciones que pueden ocurrir durante la práctica real que no suceden durante la práctica con el Simodont Dental Trainer. Como ya hemos mencionado previamente, la propia empresa Nissin ha desarrollado un simulador llamado Dentaroid el

cual realiza algunas de estas situaciones para que los alumnos puedan practicar con estas variables en juego y por lo tanto para que puedan prepararse para situaciones mas extremas que se puedan presentar en una futura práctica real. (18)

En cuanto a los tratamientos que se pueden realizar con el Simodont Dental Trainer, cabe destacar que este se centra en realizar los tratamientos que supongan preparaciones como pueden ser cavidades de obturaciones/pulpotomías y preparaciones dentarias. Además, es posible realizar obturaciones, aunque estas se realizan de una forma muy simple y precaria utilizando un botón para rellenar el la cavidad previamente realizada, esto no se ajusta a la práctica real en cuanto a obturar una cavidad y es por eso que para practicar estos tratamientos el simulador no es suficiente. De manera contraria no es posible realizar tratamientos o procedimientos que no entren dentro de las preparaciones dentarias o la obturación de cavidades : Aislamiento de cavidades, tratamientos de conductos, tratamientos ortodóncicos, tratamientos quirúrgicos como la colocación de implantes o la realización de colgajos entre otros... Esto supone que el simulador Simodont Dental Trainer usarse en cooperación con otras metodologías didácticas para que los alumnos de odontología obtengan las habilidades manuales necesarias para su trabajo. Por si solo no es suficiente como herramienta para formar a un estudiante de odontología en el ámbito práctico. Diferentes estudios confirman esta afirmación tanto desde el punto de vista de los estudiantes como desde el punto de vista de los profesores. (25)

5.2 Hardware del Simodont Dental Trainer

Para hablar del hardware del Simodont Dental Trainer comenzaremos por comentar las diferentes partes del mismo previamente mostradas en la tabla número 2 :

5.2.1 Pantalla táctil

En primer lugar, la pantalla táctil presenta una gran calidad y permite realizar diferentes funciones : Seleccionar casos, crear planes de tratamiento, seleccionar distintos instrumentos, responder preguntas y leer feedback. Sin embargo este elemento presenta dos problemas : No se puede ajustar su altura ni posición de forma individual ya que esta se encuentra unida a la columna ergonómica y por otra parte requiere del uso de un lápiz táctil para su manejo. (20,21)

5.2.2 Pantalla 3D

La pantalla 3D otorga un gran realismo a la simulación gracias al uso de la realidad virtual, además se encuentra en una posición ergonómicamente adecuada para la práctica odontológica, tanto desde el punto de vista de el paciente como desde el punto de vista del operador. Por otra parte hay que destacar una serie de puntos negativos : Para usar la pantalla 3D de forma óptima es necesario el uso de unas gafas especiales polarizadas diseñadas para la visualización 3D. El tamaño de la pantalla es algo reducido y podría ampliarse para facilitar la visión de elementos 3D sin necesidad de realizar un zoom fuera de lo normal. Existen diferencias en la percepción de la profundidad de las personas, existen estudios que afirman la existencia de una diferencia en la capacidad de la percepción de la profundidad de imágenes estereoscópicas, esto genera que no todos operadores rindan de la misma forma. De forma adicional también se ha demostrado que el uso extendido de estas pantallas 3D pueden ocasionar un cansancio visual en algunos de los operadores. (26)

5.2.3 Campo háptico

El campo háptico del simulador es un sistema es capaz de proporcionar diferentes sensaciones según la superficie y textura a tratar, así se consigue obtener un feedback físico similar al de la práctica real. El feedback físico depende de tres factores : Dureza del material virtual a tratar, velocidad de corte del rotatorio (“CutSpeedGain”) y la fuerza de empuje (“PushForce”). La dureza del material indicada en el simulador varía desde 0 (no existe resistencia) hasta 1 (imposible retirar el material). La velocidad de corte del rotatorio no es modificable ya que viene dada por cada tipo distinto de instrumento utilizado. La fuerza de empuje depende de la fuerza que el operador aplique sobre la superficie tratada, a mas fuerza se removerá de forma mas rápida hasta un límite y a menor fuerza se removerá de forma mas lenta y cuidadosa. (20)

Se ha demostrado que la práctica en un material duro parece resultar más fácil a los alumnos que trabajar sobre una superficie blanda, esto seguramente sucede porque en la práctica sobre una superficie blanda se requiere mayor precisión debido a que existe un menor margen de error en los movimientos y la presión aplicada. (24)

Dentro del campo háptico existen diferentes elementos que lo componen :

5.2.3.1 Rotatorios

El rotatorio presente en el campo háptico otorga un feedback de gran precisión y se encuentra en una posición ergonómicamente adecuada respecto al resto de elementos del simulador. Sin embargo el feedback que proporcionan pese a ser preciso no es exactamente el mismo al de la práctica real, aunque como ya comentamos previamente no existen estudios que demuestran que la práctica con distintos niveles de feedback físico no se transfiera a la práctica real. Otro apartado negativo de este elemento sería la elevada dificultad para adaptarse a este sistema por parte de usuarios sin experiencia previa en el manejo de rotatorios, ya que una primera experiencia con los mismos sumada a una primera experiencia en el ámbito de la realidad virtual puede llegar a resultar muy compleja debido a la elevada curva de aprendizaje que presenta el simulador. (24) Un último aspecto negativo de los rotatorios es la realización de cavidades con suelos planos sin imperfecciones es muy difícil debido a la sensibilidad del hardware y el feedback que este nos proporciona. Parte de este problema se genera debido a que el feedback de los instrumentos rotatorios viene dado tan solo por la punta activa de estos. Sería interesante corregir este aspecto técnico del hardware para que esta tarea sea mas acorde a la realidad, pudiendo mejorar los tres grados de libertad del feedback ante fuerza actuales del hardware a seis grados permitiendo así sentir los contactos en movimientos en los que contacta la parte no activa del instrumento rotatorio. (2)

5.2.3.2 Reposamanos

El reposamanos permite el ajuste de altura y posición. Además presenta una forma de hemiarcada para dar la sensación de apoyar sobre el labio del paciente, sin embargo, no existe presencia de un apoyo digital sobre el diente adyacente al que esta siendo tratado. Esto resta realidad y añade cierta dificultad en el manejo de los rotatorios durante la práctica virtual ya que el operador debe situar el apoyo digital en el arco el cual representa el labio del paciente, este apoyo es menos inestable que el intraoral debido a que se encuentra mas lejos del diente que se trate en la mayoría de los casos. (2,26)

5.2.3.3 Espejo

El espejo localizado en el campo háptico ofrece reflejo a tiempo real para que el operador pueda practicar utilizando visión indirecta, esto es un gran elemento para practicar una

técnica complicada en la práctica odontológica como es el trabajo mediante visión indirecta. Sin embargo la presencia de este elemento en el campo háptico es permanente, queriendo decir que no se puede retirar del mismo si no se necesita o no se estuviera utilizando. (20)

5.2.4 Ratón óptico

Gracias a este elemento del simulador se pueden realizar ajustes de traslación y rotación del modelo visualizable a través de la pantalla 3D. (20) Todos los movimientos se realizan con un solo aparato, esto puede resultar algo confuso si no se tiene práctica en su manejo.

5.2.5 Columna ergonómica

La columna ergonómica es el eje principal sobre el que se unifican gran parte de los elementos del hardware. Es posible ajustar la altura de la misma alterando también de forma simultánea la altura del resto de elementos que se encuentra unidos a ella. (20)

5.2.6 Pedal

Para poder utilizar los elementos rotatorios del simulador encontramos un pedal de pie el cual podremos activar con mayor o menor intensidad al igual que los elementos rotatorios en la práctica odontológica real. (20) El pedal que incluye el simulador Simodont es algo pequeño en comparación a otros pedales usados en sillones dentales para la práctica odontológica.

5.2.7 Silla del operador

La silla del operador no esta incluida con el propio simulador Simodont, (20) sin embargo, el mismo no requiere de una silla concreta que reúna ciertas características. Las características mínimas que debería presentar nuestra silla del operador serían : Ruedas incorporadas para poder ajustar la posición el operador respecto al simulador de forma cómoda, que permita la rotación sobre el eje Y para poder utilizar los diferentes elementos del simulador de forma ergonómica, y por último que permita el ajuste de la altura para que operadores con distintas estaturas puedan adecuar su posición a la necesaria para operar el simulador.

Por otra parte, en cuanto al material de la silla del operador, no será una característica tan importante a la hora de elegir nuestra silla para el simulador Simodont. Esto es debido a que

las sillas que elegimos para otras actividades como la práctica real o la práctica con simuladores físicos sufren la actividad de los diferentes rotatorios y aerosoles producidos durante las actividades que se realizan en ellos. (2, 22) En el caso de las sillas utilizadas para la práctica en el simulador Simodont no tendremos que preocuparnos porque sufran este tipo de situaciones.

5.3 Software del Simodont Dental Trainer

Para discutir las ventajas y desventajas del software del Simodont analizaremos la tabla número 3 previamente mencionada en la introducción.

5.3.1 Courseware del alumno

Este apartado del software se centra en todos los aspectos y apartados accesibles por parte de un alumno que accede al Simodont. Se clasifica en las siguientes partes : Descripción del caso; detalles del paciente; plan de tratamiento; selección del instrumental; ejecución del tratamiento; resultados. (29)

5.3.1.1 Descripción del caso

Permite la selección de los distintos tipos de casos que puede habilitar el administrador como se puede visualizar en la figura 8, en la que se observan los diferentes casos habilitados a un alumno : Destreza manual, cariología, realización de coronas, endodoncias, casos de anatomía dental y casos de puentes. Para la descripción precisa de aspectos del caso se pueden visualizar imágenes o GIF si el administrador así lo habilitó. (21, 30)

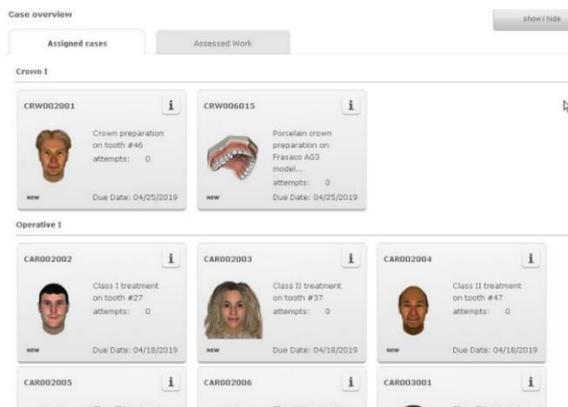


Figura 8. Software del Simodont Dental Trainer, casos asignados. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (21)

Cada caso presenta los siguientes apartados : Nombre del caso, breve descripción, intentos, fecha de realización y un icono del estado del caso. (21) Este icono puede indicar

que el caso es nuevo, que el caso esta en progreso o bien que el caso ha sido realizado y presentado.

Este apartado supone agilizar la práctica pre-clínica ya que los alumnos tienen la posibilidad de visitar aspectos del caso en cualquier momento y solucionar sus propias dudas. (21) Sin embargo para que los alumnos puedan realizar los diferentes casos es necesario que el profesor o administrador habilite los casos mediante una configuración presencial.

5.3.1.2 Detalles del paciente

Este apartado adicional describe detalles adicionales del paciente virtual que se nos presenta en el caso. (21)

5.3.1.3 Plan de tratamiento

En este apartado el alumno debe escribir su propio plan de tratamiento en base a lo leído previamente en la descripción del caso y en los detalles del paciente. (21) Otra alternativa que podría elegir el administrador es proporcionar directamente a los alumnos un plan de tratamiento para el caso presentado. Esto supone una agilización de la práctica pre-clínica si el administrador indica un plan de tratamiento previo el cual los alumnos puedan revisar de forma regular si les surge alguna duda. (31)

5.3.1.4 Selección de instrumental

Este apartado es utilizado por los alumnos para seleccionar los diferentes instrumentos que utilizará en la simulación. En función de como se configure el caso por parte del administrador tendremos dos escenarios distintos para el alumno (21, 31) :

El primero en el que el alumno debe elegir de un amplio catálogo de instrumentos los que necesita para el tratamiento. El administrador puede decidir un número de intentos para seleccionar el instrumental adecuado, y también podrá configurar una opción que tras utilizar todos los intentos posibles el alumno obtendrá todo el instrumental necesario y los intentos erróneos quedarán registrados. El segundo escenario presenta al alumno los instrumentos necesarios para la realización del tratamiento en cuestión. El administrador puede configurar que el alumno pueda añadir instrumental adicional si así lo quisiera, y en

caso de seleccionarlo el administrador puede elegir los instrumentos que desea que sean seleccionables por parte del alumno. (21, 31)

Simodont dental trainer presenta un amplio catálogo de instrumentos virtuales : Mas de ochenta instrumentos diferentes con características individuales. Para seleccionar los diferentes instrumentos permitidos en el caso el alumno debe utilizar la pantalla táctil junto al lápiz virtual. En la figura 12 se puede observar una imagen de la pantalla táctil en la que se puede observar una representación en 2D del modelo sobre el que se esta trabajando e inferiormente se distingue la ventana de selección de instrumental en la que el alumno puede seleccionar entre un gran abanico de instrumentos rotatorios. (21, 31) Sin embargo el simulador no presenta una gran variedad de instrumentos fuera de los rotatorios, una desventaja que hay que resaltar es la falta de instrumentos manuales variados.

5.3.1.5 Ejecución del tratamiento

Cuando los alumnos acceden a esta página el modelo se cargará en el simulador. Como se puede observar en la figura 9 se puede observar una imagen de la pantalla táctil en la que se puede observar una representación en 2D del modelo sobre el que se está trabajando e inferiormente se distingue la ventana de selección de instrumental en la que el alumno puede seleccionar entre un gran abanico de instrumentos rotatorios. De forma adicional el alumno puede grabarse e incluso proyectar su trabajo en directo si el profesor lo requiere. (21, 32)

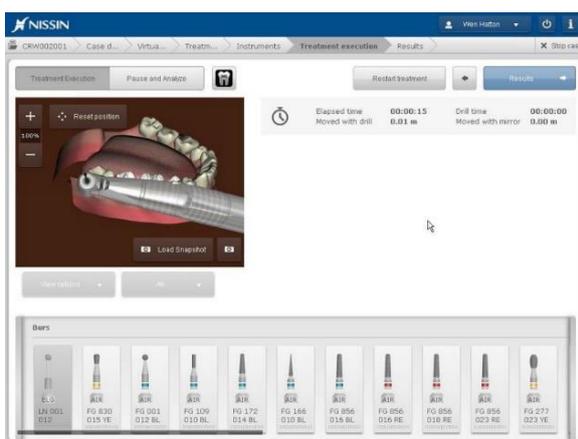


Figura 9. Software del Simodont Dental Trainer, selección del instrumental durante la práctica. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (21)

Según la configuración que haya seleccionado el administrador el alumno podrá modificar un gran número de características y opciones : Aumentar o disminuir el zoom, resetear la posición, bandeja de selección de instrumentos, realización y guardado de una imagen instantánea, cargado de imágenes previas, reiniciar el tratamiento, pausar y analizar el caso (estadísticas de tratamiento, rúbrica automática, evaluación del plan de tratamiento), visualizador de radiografías, detector de caries, opciones de visualización (antagonistas, eje axial, contorneado, dientes semi-transparentes), opciones de visibilidad de dientes, creación de restauraciones e irrigación. (21, 31, 32)

5.3.1.6 Resultados

En esta pestaña se presenta al alumno una descripción general de los datos que se enviarán al profesor. El alumno debe seleccionar la opción de enviar y esperar hasta que el caso haya sido enviado antes de finalizar. (21)

5.3.2 Menú de gestión del profesor

Para acceder al servidor como profesor/administrador es necesario obtener unas credenciales previamente indicadas por la empresa Nissin. El menú de gestión del profesor permite la administración de los diferentes apartados del software del Simodont dental trainer. (30) Este se divide en tres grandes apartados : Plan de cursos; monitorización, evaluación y reporte; creación de casos. (21)

5.3.2.1 Planificador de cursos

Desde este apartado el administrador puede comenzar la creación de un nuevo curso. (29) Para ello se debe acceder al calendario del curso donde se puede observar una previsualización del calendario con todos los cursos presentes en el. Para crear un nuevo curso tan solo se debe seleccionar una franja vacía del calendario, rellenar los detalles del curso, seleccionar los casos que se quieren añadir al curso y por último seleccionar en la pestaña de grupos a los participantes del curso. En este apartado también será posible editar y/o eliminar cursos ya existentes, y de forma adicional también será posible retirar el acceso de casos concretos a alumnos de forma individual o a un grupo en su conjunto. (21)

En cuanto a los usuarios que obtienen acceso al Simodont podemos diferenciar entre : Administradores, profesores, asistentes de estudiantes y estudiantes. Los administradores y

profesores tendrán la posibilidad de crear/importar/eliminar usuarios, actualizar su información, editar usuarios de forma individual, crear/modificar/eliminar grupos de usuarios. (21, 30)

5.3.2.2 Monitorización, evaluación y reporte

El profesor puede monitorizar a los alumnos desde la opción “visor remoto” la cual permite la visualización en directo de las pantallas de todos los simuladores activos conectados al servidor. Desde este visor remoto es posible observar el progreso de cada alumno de forma individual, observar las estadísticas de sus tratamientos, cambiar el punto de vista, añadir o retirar capas para visualizar el tratamiento de una forma mas precisa. (21, 30)

En cuanto a la pestaña de evaluación, el profesor puede acceder a todos los intentos que hayan realizado en los tratamientos los alumnos, observar el resultado final del modelos 3D, observar la sección de análisis donde el software muestra distintos parámetros : Estadísticas del tratamiento, plan de tratamiento realizado por el alumno, rúbrica y evaluación. A la hora de evaluar se podrá añadir un feedback para el alumno si fuera necesario además de la calificación pertinente. (21, 30)

Por último, el profesor podrá acceder a la pestaña de reportes para escribir un breve análisis acerca de alguno de los siguientes apartados : Usuario individual, grupo, calificación y curso. (21, 30)

5.3.2.3 Creación de casos

En este último apartado el profesor puede crear nuevos casos para el Simodont. Esta actividad se realiza a través del “case wizard” una herramienta que sirve de guía para la creación de casos. Para crear un nuevo caso será necesario completar las siguientes fases : Descripción del caso; selección del modelo; detalles del paciente; plan de tratamiento; selección de instrumental; ejecución de tratamiento; análisis. (21, 33)

A la hora de seleccionar modelos 3D para el caso debemos tener en cuenta que el software utiliza archivos formato .STL (21) por lo que será compatible con los archivos creados por escáneres Intraorales. (30) Esto permite que el software presente modelos basados en escaneos de alta resolución de medios orales reales. En la figura 10 se muestra el modelo

obtenido por un escáner intraoral en el software editor de escáneres intraorales. Pese a esto cabe destacar que el manejo de estos archivos .stl para la creación de nuevos casos es algo compleja y debido a su elevada curva de dificultad debemos considerarlo una desventaja. (33)

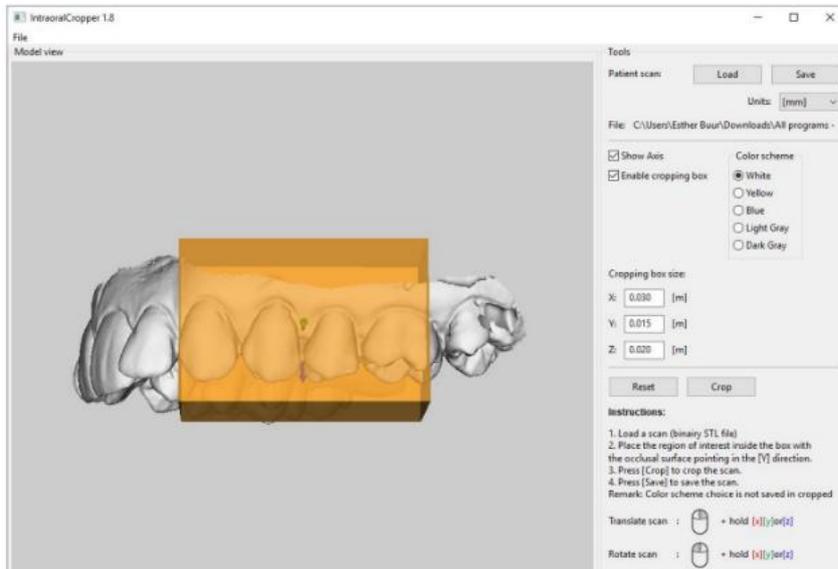


Figura 10. Editor de escáneres orales del Simodont Dental Trainer. Imagen cortesía de Nissin Dental Productos Europa BV. (21)

6 CONCLUSIONES

El simulador dental Simodont es una gran herramienta para la preparación pre-clínica de estudiantes de odontología. El simulador presenta un hardware compuesto de : Pantalla táctil, pantalla 3D, campo háptico, ratón óptico, columna ergonómica, pedal y silla del operador. Los alumnos pueden : Obtener la descripción del caso y detalles del paciente, elaborarr o designar un plan de tratamiento, seleccionar el instrumental, ejecutar el tratamiento y obtener los resultados. Los profesores y/o administradores pueden : Planificar cursos, monitorizar y evaluar reportes y crear casos desde cero o a través de modelos reales. También posibilita la monitorización y evaluación de los alumnos cuando trabajen sobre estos modelos en entornos virtuales 3D a través del software del simulador.

Esta herramienta presenta un gran número de ventajas : Menor costo de mantenimiento que otros simuladores convencionales, un entorno virtual realista gracias al uso de una pantalla 3D en combinación con una pantalla táctil la cual permite elegir instrumental y realizar algunas acciones sobre el modelo, un feedback físico preciso gracias a su sistema háptico, hardware ergonómicamente adecuado con ajustes de posición y altura, software

que permite la realización de casos y es capaz de otorgar feedback a tiempo real además de presentar una gran variedad de instrumentos rotatorios y tipos de casos. Para crear estos casos se pueden utilizar modelos reales usando archivos .STL compatibles con escaneos de escáneres intraorales.

Por otra parte también presenta una serie de desventajas : El coste inicial es elevado, no se recrean todas las situaciones posibles durante la práctica real, presenta dificultades técnicas para realizar algunas tareas y no permite realizar todos los tratamientos de la práctica real, el feedback físico que otorga el campo háptico difiere de la realidad y presenta una elevada curva de dificultad para adaptarse, no presenta zonas de apoyo intraoral adecuadas, el software no permite el diseño de casos de ningún tipo de forma remota, el feedback automático del programa solo valora porcentajes por lo que no responde dudas y por lo tanto requiere del feedback del profesor de forma complementaria siempre, por último cabe destacar que el manejo del software no es fácil y presenta una elevada curva de aprendizaje tanto para la creación de casos y administración de los mismos como para trabajar sobre estos desde el punto de vista de los alumnos.

7 BIBLIOGRAFÍA

1 Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, Al-Saud LM, Tickhill N, Potter C, et al. Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. Eur J Dent Educ [Internet]. 2016;22(1):67–71. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/eje.12245>

2 Bakr MM, Massey WL, Alexander H. Evaluation of Simodont® Haptic 3D virtual reality dental training simulator. Int. J. Dent. Clinics. [Internet]. 2013;5(4): 1-6 Disponible en : <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=125500381&site=eds-live>

3 Li Y, Ye H, Wu S, Zhao X, Liu Y, Lv L, et al. Mixed reality and haptic-based dental simulator for tooth preparation: Research, development, and preliminary evaluation. JMIR Serious Games [Internet]. 2022;10(1):e30653. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2196/30653>

4 Home - Simodont Dental Trainer - Taking away limits in dental education [Internet]. Simodont Dental Trainer. 2020 [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.simodontdentaltrainer.com>

- 5 Simulador Dental [Internet]. Nissin-dental.net. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.nissin-dental.net/es/products/DentalTrainingProducts/DentalSimulator/simodont/index.html>
- 6 Leung AL-S, Yeung C, Chu S, Wong AW-Y, Yu OY, Chu C-H. Use of computer simulation in dental training with special reference to Simodont. Dent J [Internet]. 2021;9(11):125. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/dj9110125>
- 7 Hollis W, Darnell LA, Hottel TL. Computer assisted learning: a new paradigm in dental education. J Tenn Dent Assoc. otoño de 2011;91(4):14–8; quiz 18–9
- 8 Simulador Dental [Internet]. Nissin-dental.net. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.nissin-dental.net/es/products/DentalTrainingProducts/DentalSimulator/index.html>
- 9 Ben-Gal G, Weiss EI, Gafni N, Ziv A. Testing manual dexterity using a virtual reality simulator: reliability and validity. Eur J Dent Educ [Internet]. 2013;17(3):138–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/eje.12023>
- 10 Huang T-K, Yang C-H, Hsieh Y-H, Wang J-C, Hung C-C. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. Kaohsiung J Med Sci [Internet]. 2018;34(4):243–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.009>
- 11 Eve EJ, Koo S, Alshihri AA, Cormier J, Kozhenikov M, Donoff RB, et al. Performance of dental students versus prosthodontics residents on a 3D immersive haptic simulator. J Dent Educ [Internet]. 2014;78(4):630–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/j.0022-0337.2014.78.4.tb05715.x>
- 12 Ziane-Casenave S, Mauroux M, Devillard R, Kérourédan O. Influence of practical and clinical experience on dexterity performance measured using haptic virtual reality simulator. Eur J Dent Educ [Internet]. 2022;26(4):838–48. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/eje.12767>
- 13 Steinberg AD, Bashook PG, Drummond J, Ashrafi S, Zefran M. Assessment of faculty perception of content validity of PerioSim, a haptic-3D virtual reality dental training simulator. J Dent Educ [Internet]. 2007;71(12):1574–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/j.0022-0337.2007.71.12.tb04434.x>
- 14 Irizarry D, Gore T. Dental simulation [Internet]. Healthysimulation.com. 2021 [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.healthysimulation.com/dental-simulation/>
- 15 VOXEL-MAN dental [Internet]. Voxel-man.com. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.voxel-man.com/simulators/dental/>

16 Ziane-Casenave S, Mauroux M, Devillard R, Kérourédan O. Influence of practical and clinical experience on dexterity performance measured using haptic virtual reality simulator. Eur J Dent Educ [Internet]. 2022;26(4):838–48. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/eje.12767>

17 Simulador dental [Internet]. Nissin-dental.net. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.nissin-dental.net/es/products/DentalTrainingProducts/Dentaroid/dentaroid/>

18 Dental simulator [Internet]. Nissin-dental.net. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.nissin-dental.net/es/products/DentalTrainingProducts/DentalSimulator/MANABOT/index.html>

19 Historia [Internet]. Nissin-dental.net. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.nissin-dental.net/es/aboutus/history.html>

20 Nissin, CD50637_Nissin V3_Installation Manual. 2019 : 42

21 Nissin, Simodont_Courseware_v4.8_Teacher_Manual

22 Al-Saud LM. The utility of haptic simulation in early restorative dental training: A scoping review. J Dent Educ [Internet]. 2021;85(5):704–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jdd.12518>

23 Hsu M-H, Yang H-W, Liu C-M, Chen C-J, Chang Y-C. Clinical relevant haptic simulation learning and training in tooth preparation. J Dent Sci [Internet]. 2022;17(3):1454–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jds.2022.01.018>

24 Boer IR, Lagerweij MD, Wesselink PR, Vervoorn JM. The effect of variations in force feedback in a virtual reality environment on the performance and satisfaction of dental students. Simul Healthc [Internet]. 2019;14(3):169–74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000370>

25 Bakr, Mahmoud Mahdy; Massey, Ward; Alexander, Heather. STUDENTS' EVALUATION OF A 3DVR HAPTIC DEVICE (SIMODONT®). DOES EARLY EXPOSURE TO HAPTIC FEEDBACK DURING PRECLINICAL DENTAL EDUCATION ENHANCE THE DEVELOPMENT OF PSYCHOMOTOR SKILLS? International Journal of Dental Clinics [Internet] 2014; 1-5. Disponible en : <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=d6f151aa-2e52-46ef-9029-cb37bd481336%40redis>

26 Hattori A, Tonami K-I, Tsuruta J, Hideshima M, Kimura Y, Nitta H, et al. Effect of the haptic 3D virtual reality dental training simulator on assessment of tooth preparation. J Dent

Sci [Internet]. 2022;17(1):514–20. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790221001574>

27 Murbay S, Neelakantan P, Chang JWW, Yeung S. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. Eur J Dent Educ [Internet]. 2020;24(1):5–16. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/eje.12453>

28 San Diego JP, Newton TJ, Sagoo AK, Aston T-A, Banerjee A, Quinn BFA, et al. Learning clinical skills using haptic vs. Phantom head dental chair simulators in removal of artificial caries: Cluster-randomized trials with two cohorts' cavity preparation. Dent J [Internet]. 2022;10(11):198. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/dj10110198>

29 MOOG Simodont Dental Trainer Manual [citado el 16 de abril de 2023]. Disponible en: https://www.moog.com/literature/ICD/datasheet_moog_simodont_dental_trainer.pdf

30 Teacher software [Internet]. Simodont Dental Trainer. 2020 [citado el 16 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.simodontdentaltrainer.com/teachers-software/>

31 Cariology preps - Simodont Dental Trainer - Taking away limits in dental education [Internet]. Simodont Dental Trainer. 2020 [citado el 16 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.simodontdentaltrainer.com/cariology-preps/>

32 Manual Dexterity Training - Simodont Dental Trainer - Taking away limits in dental education [Internet]. Simodont Dental Trainer. 2020 [citado el 16 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.simodontdentaltrainer.com/manual-dexterity-training/>

33 Hsu M-H, Liu C-M, Chen C-J, Yang H-W, Chang Y-C. Virtual 3D tooth creation for personalized haptic simulation training in access cavity preparation. J Dent Sci [Internet]. 2022;17(4):1850–3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jds.2022.06.014>

