

Diseño y validación de un modelo tridimensional digital educativo en modalidad virtual de la unidad dentogingival dirigido a estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás

Marcela Torrado Montagut y Yelinda García Alvarez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Periodoncia

**Directora
Rosiris Giraldo Escobar
Especialista en Periodoncia**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División de Ciencias de la Salud
Especialización en Periodoncia
2022**

Contenido

Resumen	6
Abstract	7
1. Introducción	8
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Justificación	11
2. Marco teórico	12
2.1 Unidad dentogingival	12
2.1.1 Encía	13
2.1.2 Tejido conectivo	15
2.2 Unidad dentoalveolar	20
2.2.1 Cemento	20
2.2.2 Cemento celular	20
2.2.3 Cemento acelular	20
2.2.4 Hueso alveolar	21
2.2.5 ligamento periodontal	21
2.2.6 Estructura-función patológica alteraciones de los tejidos periodontales	21
2.3 Modelos tridimensionales en educación médica	22
2.4 Enfoques educativos en cuanto a la enseñanza y aprendizaje	23
2.5 Estudios para evaluar pruebas diagnósticas	24
2.5.1 Validez	24
2.6 Estrategias de educación para la salud	25
2.6.1 Aprendizaje significativo	25
2.6.2 Métodos y técnicas educativas	25
3. Objetivos	26
3.1 Objetivo general	26
3.2 Objetivos específicos	26
4. Métodos	26
4.1 Tipo de estudio	26
4.2 Selección y descripción de participantes	27
4.2.1 Población	27
4.2.2 Muestra	27
4.2.3 Muestreo	27
4.2.4 Criterios de inclusión	27
4.2.5 Criterios de exclusión	27
4.3 Variables	27
4.4 Instrumento	27
4.5 Procedimiento	28
4.5.1 Validación facial del modelo 3D digital de la unidad dentogingival	29
4.6 Análisis estadístico	29
4.7 Consideraciones éticas	29
4.8 Prueba piloto	31
5. Resultados	31
5.1 Elaboración del modelo 3D	31
5.2 Descripción sociodemográfica de los jurados de la validación facial	35
5.3 Análisis e interpretación de la validación facial	35

6. Discusión.....	36
7. Conclusiones	37
8. Recomendaciones.....	38
Referencias	39
Apéndices	43
Apéndice A. Tabla de operacionalización de variables.....	43
Apéndice B. Instrumento: Encuesta para la validación del modelo tridimensional.....	45
Apéndice C. Plan de análisis estadístico del análisis univariado	47

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Caracterización sociodemográfica de la población.</i>	35
Tabla 2. <i>Interpretación de la encuesta de validación del diseño.</i>	36

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Fibras dentogingivales (28).....	15
<i>Figura 2.</i> Porción del epitelio oral visto en un corte histológico (29).	16
<i>Figura 3.</i> Modelos solidos	32
<i>Figura 4.</i> Creación de materiales	33
<i>Figura 5.</i> Iluminación y creación de escena.	33
<i>Figura 6.</i> Animación.	34
<i>Figura 7.</i> Edición de video.....	34

Resumen

Introducción: En estos momentos de educación virtual en tiempos de pandemia el docente requiere de instrumentos y/o métodos que le sean prácticos y útiles para integrar los conocimientos adquiridos en la virtualidad y a su vez, el estudiante de odontología que va a iniciar su práctica clínica y aquellos que van a realizar su profundización en cirugía puedan adquirir y consolidar con anterioridad diferentes habilidades, conocimientos y destrezas en su formación. Este proyecto en su forma primaria desea mantener una educación de alta calidad en estos tiempos tan difíciles. Para ello, al finalizar sus raciocinios, se generará un modelo tridimensional virtual de la unidad dentogingival, en el marco de una implementación como apoyo educativo, que permitirá a los estudiantes ampliar los conceptos y profundizar en el tema, para que en su práctica clínica puedan tener un instrumento de respaldo e incorporar mejor el papel de esta estructura, y a partir de allí, comprender el progreso de determinadas patologías en el área de la periodoncia. **Objetivos:** diseñar y validar un modelo tridimensional digital en modalidad virtual de la unidad dentogingival como ayuda didáctica para docentes de pregrado de la facultad de Odontología en la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga. **Metodología:** se realizó un tipo de estudio de prueba diagnóstica, a partir de la ejecución y validación del modelo 3D virtual con animación por medio de unos jurados expertos en el tema los cuales debían cumplir una suma de características. **Resultados:** la elaboración del producto utilizado en esta investigación consto de diferentes pasos, como los resultados y característica de la búsqueda, modelo 3D (modelos solidos), Shanding o creación de materiales, iluminación y creación de escena, animación, edición del video y el producto final. **Conclusiones:** Los modelos 3D virtuales son una gran ayuda didáctica para complementar e incentivar al aprendizaje de los estudiantes.

Palabras claves: educación en salud, estudiantes de la salud, realidad virtual didáctica, anatomía.

Abstract

Introduction: In these moments of virtual education in times of pandemic, the teacher requires instruments and / or methods that are practical and useful to integrate the knowledge acquired in virtuality and in turn, the dental student who is going to start his clinical practice and those who are going to carry out their deepening in surgery can acquire and consolidate different abilities, knowledge and skills in their training beforehand. This project in its primary form wishes to maintain a high quality education in these difficult times. To do this, at the end of their reasoning, a virtual three-dimensional model of the dentogingival unit will be generated, within the framework of an implementation as educational support, which will allow students to expand the concepts and deepen the subject, so that in their clinical practice they can have a back-up instrument and better incorporate the role of this structure, and from there, understand the progress of certain pathologies in the area of periodontology. **Objectives:** to design and validate a three-dimensional digital model in virtual modality of the dentogingival unit as a didactic aid for undergraduate teachers of the Faculty of Dentistry at the Universidad Santo Tomás, sectional Bucaramanga. **Methodology:** a type of diagnostic test study was carried out, from the execution and validation of the virtual 3D model with animation by means of expert juries in the subject which had to fulfill a sum of characteristics. **Results:** the elaboration of the product used in this investigation consisted of different steps, such as the results and characteristics of the search, 3D model (solid models), Shanding or creation of materials, lighting and scene creation, animation, video editing and the Final product. **Conclusions:** it can be concluded with this study that virtual 3D models are a great didactic aid to complement and encourage student learning.

Keywords: health education, health students, didactic virtual reality, anatomy.

1. Introducción

En la actualidad, la pandemia por COVID-19 ha tenido un impacto en diferentes aspectos sociales, económicos y sanitarios a nivel mundial; muchas de las actividades que se realizaban presencialmente se están manejando por medios electrónicos para evitar traslados y reuniones masivas. Entre ellas, las actividades presenciales de carácter formativo, en el sector educación en al menos 190 países se dio cese de actividades presenciales con la finalidad de evitar la propagación del virus y reducir sus impactos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en de mayo de 2020 más de 1.200 millones de estudiantes en todos los niveles de formación a nivel mundial, habían cesado las acciones formativas de carácter presencial, de esa cifra, 160 millones eran estudiantes de Latinoamérica y el Caribe. En este sentido, muchas de las medidas adoptadas por estos países ante la contingencia abarcan la suspensión de las actividades formativas presenciales, de esta acción adoptada por los niveles educativos se originaron tres campos de acción emergentes: la formación remota, el aprendizaje a distancia y el empleo de plataformas digitales, como conferencias de audio y video, chats y seminarios web para educadores como Skype, Zoom y Google Hangouts Meet, entre otros (1).

Debido a que la duración de la cuarentena y el aislamiento social son impredecibles, se están utilizando en mayor medida y con más frecuencia estas alternativas virtuales para dar continuidad con las actividades formativas de alta calidad. En gran parte de los países Latinoamérica y el Caribe se han empleado alternativas para la continuidad de las acciones formativas del ámbito académico como programas piloto de educación a distancia con el empleo de tecnología o sin ella, algunos incluso usan una alternativa mixta o blended. Entre las modalidades emergentes para el aprendizaje a distancia en línea se destaca el empleo de plataformas virtuales de aprendizaje con carácter asincrónico (2).

Los docentes, así como el personal anexo al sector educativo en conjunto, han asumido un rol fundamental en el implemento de las respuestas ante la contingencia del COVID-19 y han dado respuesta a las demandas emergentes durante la crisis por COVID-19; este escenario implicó replantear el proceso educativo convencional, en consecuencia, se hicieron ajustes a la metodología, a la estructura curricular, además de la organización de herramientas multimedia en múltiples formatos de trabajo. Además, las actuales necesidades en educación han demandado que el personal docente en todos los niveles emplee plataformas y herramientas virtuales de las que no poseía completo dominio (3). Igualmente, las actividades presenciales de los estudiantes de odontología de pregrado y posgrado también fueron interrumpidas en todo el mundo (4).

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la educación odontológica y de las ciencias de la salud, en general, tienen un componente teórico que se basa, tradicionalmente, en la asistencia de un docente y de sus estudiantes a un aula de clases. Se debe entonces considerar que no solo es posible proporcionar esta educación a distancia, sino que también se puede archivar para ser vista, evaluada y analizada posteriormente. En consecuencia, la principal ventaja del aprendizaje virtual es que el alumno puede acceder al contenido educativo en cualquier momento y en cualquier lugar sin limitaciones. Sin embargo, teniendo en cuenta la naturaleza independiente de este método, aspectos como la discusión en grupo y la comunicación activa con los compañeros no suelen ser factibles y constituyen una limitación de esta técnica. A su vez, el alto costo de establecer una red de instrucción virtual, la necesidad de tener un computador, las habilidades necesarias para usar

este sistema (un conocimiento informático adecuado) y la falta de familiaridad con las reglas y regulaciones de derechos de autor son, igualmente, algunas de las limitaciones de este método de instrucción (5). Por lo anterior, se ha de considerar que la instrucción virtual se puede utilizar en diferentes niveles para la educación dental (6,7).

Para poder llevar a cabo estos procesos educativos, parte de esta nueva implementación e innovación son los modelos tridimensionales anatómicos digitales (4) los cuales permiten combinar y superponer objetos reales, con información y con objetos virtuales. Generando así, al mismo tiempo, beneficios múltiples de medios de representación, de acción y varias formas de involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje (8,9).

Del mismo modo, hay evidencia que muestra que la realidad virtual impacta positivamente en la experiencia educativa de los estudiantes porque aumenta la confianza, el nivel de compromiso e interés, la motivación en los estudiantes y brinda oportunidades para el autoaprendizaje pues mejora el aprendizaje colaborativo (10). Sin embargo, para los estudiantes de odontología todavía es un método poco explorado e incluso hoy se está analizando su desarrollo (11). Es por esto que se hace evidente la necesidad de realizar y validar un modelo 3D digital para la enseñanza de la unidad dentogingival a los estudiantes de odontología en la Universidad Santo Tomás (11).

1.1 Planteamiento del problema

Se denomina tejido de inserción supracrestal (espacio biológico) a la unidad dentogingival (UDG), que se referencia como la unidad funcional, que se compone de tejido conectivo de inserción además de epitelio de unión y encía (10). Esta es una de las regiones del periodonto de protección sumado a la encía adherida (fija) además de la encía marginal o libre (vertiente bucal de la encía), y es descrita como la unidad anatómica y funcional que figura como interfaz de la encía y la estructura dentaria. En la investigación realizada por el equipo que lideró Gargiulo y cols. en 1961 se usa el término “UDG fisiológica” haciendo referencia al complejo anatómico formado por el margen gingival, el epitelio del surco, el epitelio de unión y el tejido conectivo adherido. En este estudio se enfatiza la importancia de la unión del epitelio con el tejido conectivo como los componentes primordiales en la UDG. El epitelio del surco tiene semejanzas con el epitelio de unión, sin embargo, las células en este se ubican más próximas entre si y los espacios intercelulares no tienen tanta amplitud (11).

Estudios realizados por Gottlieb en 1921, y Orban y Mueller en 1929, refirieron una inserción al diente que hace del epitelio de unión, siendo un concepto innovador que, para la fecha de publicación, no contó con un consenso universal de aceptación. Además, Orban y cols, demostraron esto mediante cortes histológicos expuestos por medio de microscopio óptico. Consecuentemente, Sicher en 1959 realizó una descripción de una unión dentogingival rodeando el diente que incluía dos partes: la primera, que se describía como la inserción de tejido fibroso y la segunda, a la inserción de epitelio (12). El epitelio de unión se estructura como un epitelio histológicamente no queratinizado, escamoso y estratificado; conformado por queratinocitos (capa basal y estrato espinoso) y otras células (no queratinocitos o células claras) como son los melaninocitos, las células de Merkel, los linfocitos T y B, los macrófagos y los polimorfonucleares (PMNs) (13).

Precisamente, la unidad dentogingival tiene una importancia única para los estudiantes de pregrado y posgrado de Odontología, pues se debe considerar una de las bases biológicas de la carrera. Es por esto, que para que se pueda llevar a cabo la educación virtual, el docente debe contar con instrumentos y/o métodos que le sean prácticos y útiles para integrar los conocimientos adquiridos en la virtualidad y, por su parte, el estudiantado que iniciará sus prácticas clínicas pueda adquirir y consolidar diferentes conocimientos y destrezas en su formación, con un fuerte componente de la anatomía macro y microscópica del espacio biológico, sin mencionar la importancia de poder compartir este conocimiento e interactuar con los pacientes que verán reflejados la sostenibilidad de las intervenciones y así garantizar la calidad de la atención a mediano y largo plazo para los pacientes. (15). Por lo tanto, en una encuesta reciente centrada en la gestión europea de la crisis de COVID-19, el 90% de las escuelas de odontología informaron que usaban herramientas de software pedagógico en línea, el 72% usaba videos en vivo o transmitidos, el 48% proporcionaba enlaces a mas materiales en línea, el 65% participaba de reuniones virtuales y, con menos frecuencia, grupos de trabajo a pequeña escala, grupos de redes sociales o clubes de revistas (4).

Aunque muchos de los países de latinoamericanos que participaron de la última encuesta internacional sobre enseñanza y aprendizaje (TALIS) realizada por la OCDE (2019) arrojan como resultado que los docentes han recibido formación en herramientas de TIC para la enseñanza en la educación primaria (distribuidos 64% en el Brasil, el 75% en Colombia, el 77% en México el 77% en Chile, y el 53% en la Ciudad de Buenos Aires), son los propios docentes de estos países quienes consideran que una demanda de formación en esta materia, de manera que sea posible cumplir el mínimo de requisitos para los retos en esta contingencia sabiendo que precisamente esta materia ocupa el segundo lugar entre las más demandadas, de la misma forma un porcentaje alto de administrativos y directivos (, el 44% en México y el 39% en la Ciudad de Buenos Aires el 59% en el Brasil, el 64% en Colombia) afirman que los recursos TICS del que disponen en sus centros educativos es demostradamente insuficiente (OCDE, 2019) (3).

En síntesis, la pandemia por COVID-19 demanda retos de mucha importancia en los sistemas educativos y las estructuras sociales de los países latinoamericanos al igual que en el mundo, dichos retos deben superarse de manera articulada y progresiva. Estos retos plantean la posibilidad de replantearnos el propósito de la educación además de resignificar su papel en la vida y la dignidad humana (3).

Alrededor del siglo XVII el método de educación utilizado para la enseñanza y comprensión de la anatomía y morfología de las diferentes estructuras eran las disecciones anatómicas en cadáveres; método de enseñanza exitoso hasta hace unas décadas y que se prohibió por irregularidades en su adquisición (16). Por lo tanto, la educación virtual de las ciencias de la odontología puede incluir películas educativas de procedimientos dentales largos y complicados, acceso a recursos científicos como libros de texto, libros de resúmenes de congresos y artículos, debates relacionados con casos clínicos, galería de fotos, etc. Los programas de aprendizaje electrónico se han utilizado para la instrucción de diversos temas en odontología, y muchos estudios previos han evaluado la eficacia de la educación virtual para la instrucción de temas en radiología oral y maxilofacial (6). Esta forma de enseñanza era para los estudiantes de gran provecho por su precisión que se veía reflejada en la práctica profesional (6).

En la actualidad, se han desarrollado modelos físicos tridimensionales didácticos en una escala macroscópica que ayudan en la enseñanza y comprensión de las diferentes y complejas estructuras anatómicas de cabeza y cuello; esta enseñanza está enfocada en describir con claridad y a detalle las diferentes estructuras del periodonto en donde el estudiante realizará su ejercicio clínico, dando como resultado una comprensión más exacta y complementando la utilización de modelos bidimensionales como la internet para mostrar o buscar información y los recursos didácticos en 2D como las imágenes, los planos o los dibujos en libros (17).

De lo anterior se entiende que es muy importante un modelo tridimensional virtual de los diferentes epitelios presentes en la unidad dentogingival en la medida en que no existe suficiente contenido virtual de este. Según la historia, solía especularse que el comportamiento del epitelio de unión proporcionaba solo una barrera física para las infecciones y la inserción gingival subyacente. Sin embargo, ahora se sabe que las células epiteliales juegan un papel activo en la defensa innata del huésped, respondiendo a las bacterias de manera interactiva ante infecciones (18). Muchas veces se pasa por alto en los diferentes modelos macroscópicos la presencia de los diferentes epitelios que lo conforman, por lo tanto, es necesario la creación de un modelo 3D digital de la estructura del periodonto enfocando la importancia del epitelio de unión, que por su formación, función y estructura merece su valor y su apoyo en el aprendizaje, ayudará a los futuros practicantes clínicos a comprender y realizar una adecuada práctica clínica en el paciente esto reflejará una correcta atención clínica (19).

Por lo expuesto anteriormente, este trabajo buscará responder la siguiente pregunta: ¿Es pertinente el diseño de un modelo 3D digital de la unidad dentogingival para el proceso educativo de los estudiantes de la facultad de odontología de la Universidad Santo Tomás?

1.2 Justificación

En el contexto de la pandemia por el coronavirus, específicamente en el medio de formación educativa, muchas de las medidas adoptadas por los países parten de la suspensión definitiva o temporal de la presencialidad en todos los niveles formativos, como parte de la solución se han empleado múltiples recursos para el fortalecimiento de modalidades de aprendizaje remoto, que ha precisado una serie de permutaciones repentinas y modificado la forma en la que se concebía la educación, donde se cuestionan los modelos obsoletos de impartir enseñanza, puesto que al cambiar el contexto donde se instauraban dichos procesos de enseñanza-aprendizaje, era obvio la consecuente modificación de las herramientas con las que se cuentan para llevar a cabo este proceso. En este sentido, en el marco de distintivos cambios que requieren una adaptación progresiva por parte de los estudiantes, la carrera de odontología ha vivenciado algunas acciones péfidas en su educación, ya que por la modalidad virtual se han perdido las destrezas prácticas, al no tener contacto de forma asistencial con el paciente y, debido a esto, se ha perdido gran parte de oportunidades de aprendizaje real en el ámbito profesional (2,3).

De esta forma, se enmarca una situación claramente preocupante, se reconoce que estos conocimientos son indispensables para la praxis clínica como odontólogos. Es por ello que, se posiona un desafío para el personal educativo que posee la necesidad de recrear instrumentos que sirvan de apoyo en las presentaciones educativas virtuales (4,5). Y en este punto, surge como una solución adecuada al contexto consistente en la creación de un modelo tridimensional de la unidad dentogingival, el cual, permitirá abordar, de forma ecuánime, la explicación sobre las diferentes

estructuras macro y microscópicas del tejido de unión supracrestal en pro de sus características. Logrando así el mejor provecho de la virtualidad, a través del mejoramiento de las condiciones académicas, puesto que al implementar una medida tan novedosa, se permitirá integrar los conocimientos adquiridos en la virtualidad, y a su vez, el estudiante de odontología iniciará, de forma paulatina, su intromisión a la práctica clínica a través del reconocimiento de particularidades macro y micro anatómicas del espacio biológico, adquiriendo y consolidando diferentes habilidades, conocimientos y destrezas en su formación. Para que así cuando se enfrente al mundo real pueda ver reflejado los cimientos educativos aprendidos durante su carrera, de modo que pueda garantizar la calidad de la atención a mediano y largo plazo para los pacientes (7).

Este proyecto en su forma primaria desea mantener una educación de alta calidad en estos tiempos tan difíciles. Para ello, se generará un modelo tridimensional virtual de la unidad dentogingival, en el marco de una implementación como apoyo educativo, que permitirá a los estudiantes ampliar los conceptos y profundizar en el tema, para que en su práctica clínica puedan tener un instrumento de respaldo e incorporar mejor el papel de esta estructura, y a partir de allí, comprender el progreso de determinadas patologías en el área de la periodoncia, de modo se fortalezcan los conocimientos básicos a partir de discernimiento actual que les permita ejercer su praxis de forma idónea y estandarizar sus criterios en el programa de odontología (7,8).

Así mismo, este trabajo desea estimular el desarrollo de nuevos métodos de enseñanza, de tal modo que otras áreas de la odontología traten de implementarla, en pro de la búsqueda de procesos de enseñanza que impacten positivamente a los estudiantes de pregrado de odontología. De igual manera, esta investigación proveerá beneficios para la comunidad científica odontológica dando a conocer a través de una evidencia basada en la ciencia, el impacto que tienen estas nuevas tecnologías en el aprendizaje didáctico de esta comunidad (7,8).

Por último, este proyecto inaugurará un camino investigativo que permitirá una mayor visualización del programa de odontología de la Universidad Santo Tomas, resaltando que, sus resultados quedarán disponibles en las instalaciones de dicha universidad, sede Bucaramanga, para modificaciones posteriores, así como para una retroalimentación permanente entre docentes y estudiantes.

De esta manera, se hace clara, la repercusión que posee esta temática en el ámbito integral del vivir, donde los beneficios que pueden ser concebidos, son de vital importancia, y es en este punto, donde se demarca el interés de esta investigación de propender la base para el comienzo de un innovador proyecto, que traerá una mejor practica odontológica que parte de un idóneo proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes (10,11).

2. Marco teórico

2.1 Unidad dentogingival

Esta se compone de tres estructuras que dan lugar a una unidad funcional que poseen el mismo origen embriológico: tejido conectivo, encía adherida y el epitelio de unión; el epitelio reducido del esmalte es originado desde el momento de la erupción dentaria y es remplazado continuamente por el epitelio de unión, este cambio progresa apicalmente hasta conseguir el lugar definitivo del diente en la arcada (21,22).

2.1.1 Encía. La delimitación de la encía está normalmente apicalmente con la mucosa oral (de coloración rojo intenso) en la unión mucogingival, que puede ser visible clínicamente en la encía por su grado de queratinización y pigmentación. Su conformación está dada por el margen gingival libre y una encía adherida, este margen gingival libre se ubica por lo general a 2 mm en sentido coronal de la línea amelo-cementaria del diente y la encía adherida hace extensión a partir de la proyección del surco hasta la unión mucogingival. La encía típicamente posee una coloración rosa coral, pero eventualmente varía debido a la pigmentación fisiológica en algunas razas, a diferencia de la mucosa alveolar que particularmente tiene un color rojo profundo (23,24).

2.1.1.1 Anatomía macroscópica de la encía. También llamada como membrana mucosa, se proyecta con la piel de los labios además de la mucosa del paladar blando y de la faringe. Esta mucosa bucal se divide en tres tipos de mucosa:

- *La mucosa masticatoria* que incluye la encía y recubre el paladar duro.
- *La mucosa especializada* que recubre la cara del dorso de la lengua.
- *La mucosa de revestimiento* en la cara interna del labio encontramos este tipo de mucosa, cara interna en mejillas, piso de la boca, cara inferior en lengua y paladar blando. Estas áreas no tienen participación, directa, en el momento de realizar el proceso masticatorio y no poseen receptores del gusto (25).

2.1.1.2 Encía libre. En condiciones de normalidad posee una superficie opaca de color rosado pálido y consistencia firme. Esta abarca el tejido gingival en sus caras vestibulares y linguales/palatinas de las piezas dentarias y la encía en zona interproximal o papilas. Su extensión comprende desde el borde gingival hasta la proyección del fondo del surco (26).

2.1.1.3 Encía adherida. Su extensión va en sentido apical desde la proyección del surco hasta la unión mucogingival, y aquí se continua con la mucosa de revestimiento. Esta encía tiene una textura firme, de color rosado pálido y en estado de salud o en estado de normalidad presenta pequeñas depresiones en su superficie, que son denominada “punteado de cáscara de naranja”, este aspecto es debido a las RTEPGS (also known as rete processes or rete ridges). Está unida al hueso alveolar y al cemento mediante fibras del tejido conectivo, por lo que se le considera inmóvil en relación con la encía libre (27).

2.1.1.4 Anatomía Microscópica de la Encía. Se obtiene histológicamente mayor detalle del periodonto, está constituida por tejido conectivo, surco gingival, epitelio bucal y epitelio de unión. En un corte transversal se puede evidenciar los componentes del periodonto; desde la encía que hace referencia a la unidad dentogingival hasta el hueso. La encía, el ligamento periodontal y el cemento, estas tres estructuras anatómicas constituyen unidad dentoalveolar. La encía se conforma de un epitelio superficial y un tejido conectivo este también es llamado lámina propia. El epitelio oral, el surco gingival y el epitelio de unión son los tres epitelios presentes en la unidad dentogingival (28).

2.1.1.5 Tejido gingival supracrestal. Debajo del epitelio habita el compartimento gingival del tejido conectivo. El tejido conectivo está presente en su mayor porcentaje en la zona de encía marginal libre, la encía interdental y la encía adherida, esto incluye los aspectos faciales y orales

de estas estructuras. La lámina propia muestra una arquitectura compleja, que anticipa sus funciones (28).

El colágeno ocupa aproximadamente el 60-65% del compartimento del tejido conectivo en la encía sana, también está formada por las fibrillas individuales bien formadas en haces de fibras discretas y fácilmente discernibles; Arnim y Hargerman (20) describieron bien esta disposición desde el principio y, más recientemente, con detalles mucho más profundos, tanto histomorfométricamente como bioquímicamente. Los otros elementos menos ubicuos que abarca la lámina propia sana incluyen células de fibroblastos (aproximadamente 5%), otras células (leucocitos, mastocitos, macrófagos de tejidos 3%), con aproximadamente el 35% del volumen excedente representado por sangre y linfa, sustancia fundamental y nervios. La sustancia fundamental está compuesta principalmente por varias glucoproteínas y proteoglicanos (20).

Incluso en una fotomicrografía de luz de relativamente baja potencia, se puede apreciar fácilmente la delicada discreción de la arquitectura de los haces de fibras de colágeno gingivales. En conjunto, estos paquetes de fibra se le conoce como ligamento gingival, que básicamente se continua con el ligamento periodontal (28).

Los grupos de fibras que conforman el ligamento gingival varían en orientación espacial y en tamaño. Hay 5 grupos principales de haces de fibras, así como 6 grupos menores, este último se ha descrito más recientemente. Estos grupos incluyen:

- Fibras dentogingivales.
- Fibras alveologingivales.
- Fibras circulares.
- Fibras dentoperiósticas y fibras transeptales.

Los haces de fibras de colágeno secundarias o menores son:

- Fibras periostogingivales.
- Fibras interpapilares.
- Fibras transgingivales.
- Fibras intercirculares.
- Fibras intergingivales.
- Fibras semicirculares.

Las funciones esenciales del ligamento gingival comprenden de suministrar tonicidad y firmeza para el margen gingival libre, así como el entorno y el soporte en la encía adherida. Además, estos haces de fibra proporcionan la unión del tejido conectivo a la superficie del diente. Las siguientes imágenes representan esquemáticamente el compartimento del tejido conectivo de la encía y su relación anatómica con las otras estructuras que comprenden el periodonto (28).

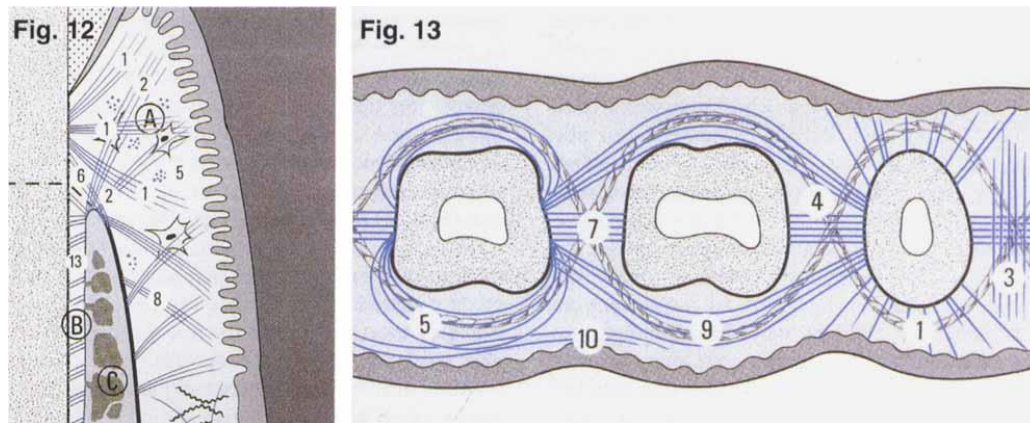


Figura 1. Fibras dentogingivales (28).

- Fibras dentogingivales.
- Fibras alveologingivales.
- Fibras interpapilares.
- Fibras transgingivales.
- Fibras circulares y semicirculares.
- Fibras dentoperiósticas.
- Fibras transeptales.
- Fibras periostogingivales.
- Fibras intercirculares.
- Fibras intergingivales.

2.1.2 Tejido conectivo.

2.1.2.1 Epitelio bucal (oral). Proporciona el elemento protector del periodonto, el epitelio plano escamoso, estratificado, no queratinizado se encuentra recubriendo la encía marginal libre y adherida, además este consta de los 4 estratos epiteliales: basal, espinoso, granuloso y córneo (29).

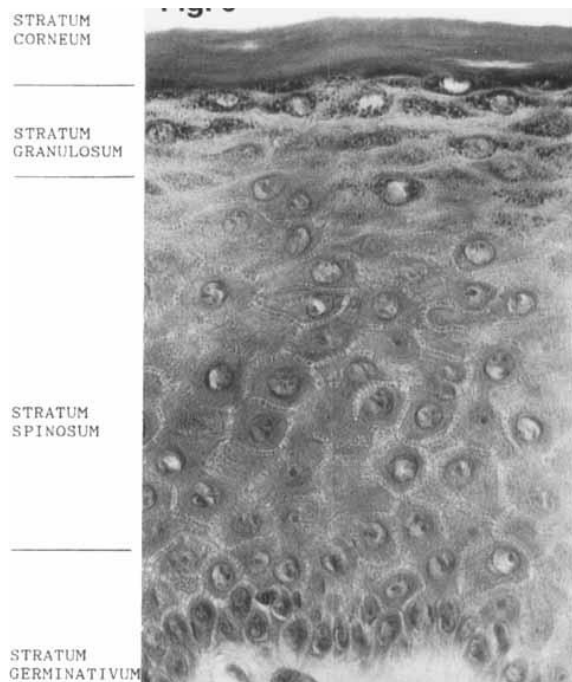


Figura 2. Porción del epitelio oral visto en un corte histológico (29).

El estrato basal: Este estrato remplaza la capa germinativa; sus células comprenden de una forma cuboidal y con la ayuda de hemidesmosomas estas se encuentran unidas a la lámina basal. Las células basales también están unidas de forma lateral entre mediante de los desmosomas; otras células de este estrato transmigran a través de todo el espesor epitelial y eventualmente queratinizar; estas células se conocen como queratinocitos. Se requieren aproximadamente 10 días para que la nueva célula traspase el epitelio para llegar al estrato córneo (29).

Este momento transitorio se reconoce como recambio de células epiteliales. Otro tipo de células vigiladas en el estrato basal es el melanocito, una célula estrellada con varios métodos dendríticos que está vigente en densidades relativas entre sujetos y linajes. En comparación de los queratinocitos, los melanocitos no se encuentran vinculados ni con la lámina basal subyacente ni con las células adyacentes del estrato basal. La función más conocida y relevante de los melanocitos es la fabricación de la melanina, un matiz que sirve para resguardar contra los efectos ionizantes de la radiación electromagnética y dosificarlo a los queratinocitos (30).

Las células de Langerhans son otras células presentes en el epitelio, estas se derivan de una célula nacida en la médula ósea. Sin embargo, como habitante del epitelio gingival, obtienen la competencia de sufrir mitosis; recientemente se ha verificado que las células de Langerhans alojan antígenos de estructura parecida a las células de protección del huésped (como los linfocitos y macrófagos) y también tienen receptores para inmunoglobulina y complemento. Por lo tanto, se ha sugerido que estas células desempeñan una función importante en la respuesta del huésped a la injuria microbiológica en el margen gingival (30).

Las células de la capa o estrato basal del epitelio gingival se encuentran comprometidas con resguardar las estructuras subyacentes y originar células epiteliales novatas; además, condensan y fabrican las macromoléculas que forman la lámina basal que aleja el estrato basal del tejido

conectivo. El abastecimiento de nutrientes y la expulsión de los subproductos metabólicos de las células epiteliales gingivales se proveen a través de asas capilares entre del tejido conectivo que se proyecta en el espacio superficial de la capa basal. Supra adyacente al estrato basal se encuentra *el estrato espinoso*, compuesto por células que ya no condensan componentes de la lámina basal y que tienen un alto aumento de filamentos citoplasmáticos. Esta capa epitelial se identifica en un plano microscópico por supuestos "puentes" en medio de las células adyacentes (31).

Sobre la capa espinosa se observa *el estrato granuloso* con sus componentes celulares aplastados que tienen granitos de queratohialina y organismos que están compuesto de enzimas. Las alianzas desmosomales entre las células de la capa granular se observan con mayor frecuencia que en las capas subyacentes, y las alianzas de espacio prolongadas son más sobresalientes.

Cuando las células se van acercando a la capa más superficial del epitelio oral, *el estrato córneo*, el proceso intracelular de queratinización finaliza a medida que las células se convierten en corneocitos, que parecen reducidos completamente paralelos a la zona de la encía y no poseen un núcleo. Además, la mayor parte de la maquinaria intracelular sintética y respiratoria (como los cuerpos de Golgi, las mitocondrias y el retículo endoplásmico) se pierde, lo que resulta en una célula epitelial oral superficial llena de queratina que no corresponde morfológicamente a su contraparte en el estrato córneo de ejemplo, piel. Sin embargo, a pesar de las alteraciones intracelulares y extracelulares bastante abruptas y distintas en el contorno y la configuración celular que parecerían reflejar la degradación celular, las alianzas célula-célula continúan en gran porción intactas en el estrato córneo (31).

Superficie epitelial:

- Las células disipan la capacidad de reproducirse por división mitótica.
- Las células originan aumentos eminentes de proteínas y se almacenan gránulos de queratohialina, betas de queratina y matriz triacromolecular en su citoplasma.
- Las células pierden los orgánulos citoplasmáticos encargados del anabolismo de proteínas y la elaboración de energía.
- Las células casualmente se decaen en una capa cornificada causado por el proceso de queratinización intracelular, pero sin pérdida de unión célula-célula.
- Las células en definitiva se desprenden de la superficie epitelial y entran en la boca a medida que los mecanismos de unión célula-célula (es decir, hemidesmosomas y uniones gap) finalmente se desintegran (31).

2.1.2.2 Epitelio del surco. También llamado como epitelio sulcular oral, este es la distensión del epitelio gingival oral en el surco gingival. La altura de la encía marginal libre es su límite más coronal y la zona más despegada del epitelio de unión es su límite más apical. El epitelio sulcular oral muestra 4 estratos epiteliales idénticos al epitelio gingival oral, pero en este no existe una capa cornificada definitiva y duradera. Aunque la superficie del epitelio sulcular oral a menudo consigue mostrar un innegable grado de paraqueratinización, una propiedad distintiva primaria entre este y el epitelio gingival oral es que este epitelio no es queratinizado (31).

En una sección transversal histológica, el epitelio sulcular oral se puede demarcar visualmente del epitelio de unión adyacente porque las células del epitelio sulcular oral aparecen mucho más

oscuro debido a la elevada basofilicidad de estas células. Los leucocitos transmigrantes rara vez se observan en el epitelio sulcular oral debido a su falta de permeabilidad (frente al epitelio de unión).

Se ha especulado que la falta de queratinización del epitelio sulcular oral puede desempeñar un papel en hacer que el surco gingival sea más susceptible al ataque de microorganismos periodontales patógenos. La queratinización del epitelio sulcular oral será por lo tanto en respuesta a la estimulación física (como el cepillado sulcular) (31).

2.1.2.3 Epitelio de unión. Es el tercer elemento del epitelio del periodonto, Este suministra el componente de unión entre el epitelio sulcular a la superficie del diente (esmalte o cemento, o dentina). El epitelio de unión asimismo provee una ocupación protectora con respecto al ligamento periodontal. Uno de los sucesos primarios en las enfermedades inflamatorias gingivales y periodontales es la pérdida de las relaciones normales entre los elementos del aparato de inserción. Existe una sociedad inseparable tanto del ligamento periodontal como del epitelio de unión al diente (19).

Las dos estructuras son activas en cláusulas de variaciones en la ubicación y calidad con respecto a canjes con la edad, el estado de salud y el ambiente local. El epitelio se reorganiza continuamente en el transcurso de la vida. Se producen nuevas células en su base, migran coronalmente y se desprenden en su superficie, mientras se mantiene la fijación biológica al diente. La unión del tejido blando gingival al diente se desenvuelve como un encadenamiento de sucesos que pasan cuando el diente entra en erupción a través de la mucosa oral. Antes de la erupción del diente en la cavidad oral, el esmalte está protegido por el epitelio reducido del esmalte, que simplemente son los restos del órgano del esmalte, por lo tanto, consta de los ameloblastos reducidos y el estrato intermedio anterior (31).

Las células basales y mesenquimales provocan una lámina basal llamada lámina de unión epitelial, que se encuentra en íntima relación con la estructura del tejido duro en ausencia de capas intermedias. Es a esta lámina que las células epiteliales se adhieren, a través de hemidesmosomas, para establecer la fijación primaria epitelial en dientes que no se encuentran en erupción. A medida que se inicia la erupción dental los ameloblastos reducidos y algunas células del estrato intermedio experimentan una transición dramática a células epiteliales de unión sintéticamente activas, que exhiben complejos de Golgi, retículo endoplásmico y filamentos citoplasmáticos extensos. La mitosis ocurre en esta capa celular y en la capa basal del epitelio oral. A medida que estos eventos continúan y el diente entra en erupción a través de la mucosa oral, la unión del tejido blando con el duro se denomina unión epitelial secundaria, que puede consistir simplemente en una lámina basal (la lámina de unión epitelial) y hemidesmosomas. Sin embargo, a medida que la erupción continúa, las relaciones estructurales se vuelven más complejas. Si el esmalte está despojado de su cubierta epitelial (como en la unión cemento esmalte durante la erupción u otras áreas de la corona), las células del tejido conectivo vecino elaboran una matriz sobre el esmalte expuesto que puede calcificarse como cemento afibrilar; también se puede formar una unión epitelial en tales matrices calcificadas (31).

Cuando se completa la erupción dental, el epitelio de unión va desde la base del surco gingival hasta una zona en el cuello uterino del diente junto a la unión cemento-esmalte. El epitelio de unión es más ancho (20-30 capas de células) en su parte más coronal y se angosta a unas escasas células en la unión cemento esmalte (32).

Las células adyacentes a las láminas basales internas y externas, al menos en la terminación apical del epitelio de unión, son esencialmente células basales tanto en apariencia como en capacidad de auto replicación. No obstante, los otros 3 estratos epiteliales normales (espinoso, granuloso y córneo) no se encuentran del epitelio de unión; más bien, todas las células que están presentes en el epitelio de unión pueden considerarse simplemente como una capa de células suprabasales. La capa suprabasal reside en células que son más planadas y estiradas, con sus ejes extensos encaminados en un plano corono-apical, que aparecería para facilitar el desplazamiento celular en una orientación coronal. Las células suprabasales y todas las células a lo extenso de la lámina basal interna se encuentran en inmutable migración coronal hacia la base del surco gingival, donde están desgajadas en la superficie más coronal del epitelio de unión. El epitelio de unión es una estructura altamente especializada. Es un tejido epitelial completamente bien formado, eficaz y altamente dinámico mezclado de solo 2 capas celulares. La tasa de rotación de las células cuboides en la capa basal es extremadamente rápida (32).

Se forma un nuevo epitelio de unión durante el transcurso de cicatrización de la herida y su apariencia es idéntica a un epitelio de unión post-eruptivo. Las células de tales epitelios de unión recién formados obtienen su procedencia en las células basales del epitelio oral restante o el epitelio sulcular oral. En la terapia periodontal, la regeneración posquirúrgica del epitelio largo de unión ahora se ve como un resultado para nada deseable en boca, ya que cree evitar la creación de cemento nuevo y un nuevo enlace posterior de fibras de tejido conectivo a la superficie del diente desnudo (32,33).

La base del surco gingival comprende el aspecto más coronal del epitelio de unión. Esta es la superficie desprendida del epitelio de unión, donde se encuentran las células epiteliales gastadas y los neutrófilos transmigrantes vertidos en la cavidad oral. Una pared del surco gingival se compone de una estructura de diente duro. En salud, esta pared es el esmalte, pero con la edad, puede ocurrir una migración apical del margen gingival, y la superficie desprendida del epitelio de unión puede ubicarse apical a la unión cemento-esmalte. En tal caso, el cemento (o dentina expuesta) formará la pared lateral del surco gingival (33).

La otra pared está representada por tejidos blandos, el epitelio sulcular oral. La demarcación del epitelio sulcular oral con el epitelio de unión aparece dramáticamente en secciones histológicas. La demarcación no es gradual: No parece haber ninguna combinación de las células epiteliales de unión y el epitelio sulcular oral en la salud; sin embargo, no existe una estructura laminar definitiva que intervenga entre los dos epitelios (33).

Sin embargo, las células epiteliales sulculares orales tienen la capacidad de diferenciarse en células epiteliales de unión si estas últimas se ven gravemente comprometidas por la enfermedad o se pierden por completo, como después de la cirugía (33).

La jerarquía de conservar la normalidad (homeostasis) en la zona gingival sulcular no obtiene exagerarse. Este es el lugar en el que la inflamación gingival y, en última coacción, las enfermedades periodontales se producen, donde se almacenan microbios (placa dental), incitando una respuesta del sistema inmune del cuerpo. Tal respuesta es planteada progresivamente para evadir las sustancias nocivas procedentes de las bacterias de la placa bacteriana, en diferentes

ocasiones también cree intervenir negativamente en las funciones normales de las células epiteliales y del tejido conectivo (inmunopatología) (34).

2.2 Unidad dentoalveolar

La unidad dentoalveolar está constituida por cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar. Sus funciones son facilitar sostén y retención del diente, accede la regeneración de cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar, por medio de los vasos sanguíneos provee nutrición que manifiestan un suplemento constante de constituyentes celulares y extracelulares y dan irrigación a los tejidos periodontales, adicionalmente proporcionan la sensibilidad que es dada por nervios que aportan incomparables tipos de receptores sensoriales como el tacto, dolor, movimiento, posición y presión (34).

Todas las estructuras están afines y coligadas entre sí para el trabajo perfecto de los tejidos (34).

2.2.1 Cemento. Es un tejido mineralizado especializado que envuelve toda la zona radicular en los dientes, y en algunos momentos pequeñas partes de la corona de los dientes. Tiene varias características en común con el hueso. Sin embargo, el cemento no tiene vasos sanguíneos, linfáticos, escasea de inervación, no atraviesa ninguna reabsorción fisiológica y se caracteriza porque se deposita mediante toda la vida. Al igual que otros tejidos mineralizados ya hablados, sujetan fibras colágenas encerradas en una matriz orgánica. El contenido mineral del cemento, especialmente hidroxiapatita, es del 65% en peso. El cemento desempeña varias funciones. En él se insertan las fibras del ligamento periodontal y ayudan en el proceso de cicatrización cuando la superficie radicular ha sido afectada negativamente (35).

Se encuentran dos tipos de cemento radicular: Cemento acelular, Cemento celular.

2.2.2 Cemento celular. También llamado como cemento secundario y empieza a crearse cuando el diente ya se encuentra en oclusión. Ya que se constituyen con más prisa, algunos cementoblastos quedan pescados en la matriz, transformándose en cementocitos. Este se encuentra únicamente en el tercio medio y tercio apical de la raíz, en la zona apical es el único tipo de cemento existente. El cemento celular permanece depositándose durante toda la vida del diente y esto establece un elemento de compensación del deterioro oclusal de los dientes. Debido a este continuo depósito periapical, este cemento puede alcanzar a lograr un depósito de sí mismo por dentro del conducto radicular (35).

2.2.3 Cemento acelular. También llamado como cemento primario. Este cemento comprende desde el cuello del diente hasta la porción media de la raíz, se conforma antes de que el diente llegue a su primer contacto oclusal. Las fibras de Sharpey forman la mayor parte de la estructura del cemento acelular. Casi todas se determinan en ángulos rectos, pero hay otras que entran en diferentes direcciones. También se logran observar distintas fibrillas ubicadas paralelamente con la superficie radicular. Estas también forman el sistema fibroso extrínseco y son ocasionadas de los fibroblastos. El sistema fibroso intrínseco es procedente de los cementoblastos y está mezclado por fibras ubicadas enfrente a la superficie radicular (35).

2.2.4 Hueso alveolar. Los procesos alveolares del maxilar superior e inferior son estructuras dependientes de los dientes, se despliegan durante la formación dental y con la erupción dental y se debilitan en su gran parte después de la pérdida de los dientes (36).

El desarrollo del hueso alveolar se asocia con la formación de los huesos membranosos de los maxilares como ya antes se nombró, en relación con el desarrollo concurrente de la dentición primaria. El desarrollo del maxilar y su proceso alveolar es más complejo que el desarrollo de la mandíbula, ya que el hueso maxilar finalmente dará lugar al seno maxilar y se formará adyacente a estructuras importantes asociadas con la cápsula nasal, incluidas la órbita y la región nasal. Sin embargo, la formación de un proceso alveolar que encerrará los brotes de los dientes primarios en desarrollo es similar para ambas mandíbulas. Con el tiempo, los brotes de los dientes individuales se separan unas de otras mediante particiones óseas, creando así los alvéolos (37).

Es el tejido óseo que contiene huecos donde van alojadas las raíces de las piezas dentarias. A la fracción de hueso que se ubica entre un alveolo y otro alveolo vecino, se le llama cresta o séptum interdental o interalveolar. Las fracciones óseas que envuelven las superficies vestibulares y linguales son denominadas tablas óseas vestibulares y linguales correspondientemente (38).

El hueso alveolar se conforma de dos clases de hueso:

1. Hueso compacto: (lamina dura, lamina densa ó corteza ósea)
2. Hueso trabeculado: (hueso esponjoso, lamina cribosa ó trabecular)

2.2.5 ligamento periodontal.

2.2.5.1 Anatomía microestructural del ligamento periodontal. A diferencia de los reptiles y las especies inferiores, los dientes no están incorporados severamente al hueso en humanos y otros mamíferos. Por el contrario, hay un espacio circular intermedio de 0,15 a 0,4 mm que intercede entre el cemento que envuelve la raíz y el hueso del proceso alveolar. Esta zona es obstruida por un complejo de tejido conectivo blando que soporta y conserva cada diente dentro de un hueso cripta. Esta estructura es denominada ligamento periodontal y rellena en su totalidad el circular espacio intermedio (24).

En salud, el mecanismo principal del ligamento periodontal es un método sistemático preparado en haces gruesos de tejido fibroso denso, reducidamente entretejido y flexible. El ligamento periodontal, y más específicamente las células del ligamento periodontal, brindan el papel principal en la subsistencia de la homeostasis del proceso alveolar del periodonto. Estas células poseen la capacidad de condensar y reabsorber macromoléculas de tejidos conectivos, y por lo tanto favorecer a la regulación de la síntesis y reabsorción de la sustancia extracelular del ligamento periodontal, así como hueso alveolar y cemento (24).

Las funciones del ligamento periodontal son variadas y pueden clasificarse ampliamente como anclaje dental, desarrollo y mantenimiento de tejido fibroso, desarrollo de tejido calcificado y mantenimiento, transporte e inervación de nutrientes y metabolitos (24).

2.2.6 Estructura-función patológica alteraciones de los tejidos periodontales. La gingivitis y la periodontitis son enfermedades infecciosas que afectan a un alto porcentaje de la población, incluso a edades más tempranas, las bacterias son esenciales para que la periodontitis se desarrolle,

el hecho de que se desarrolla en grados variables en diferentes individuos sugiere una etiología multifactorial. Sin embargo, todas las formas de periodontitis parecen tener una serie común de eventos subyacentes que conducen a la ruptura del tejido y la pérdida de la inserción de los dientes (39).

El epitelio de unión, en virtud de su singularidad estructural y funcional, proporciona una barrera muy eficaz contra los patógenos periodontales y sus productos. Sin embargo, los patógenos periodontales, en particular *Porphyromonas gingivalis*, pueden perturbar su integridad que permite la propagación subgingival de bacterias y sus antígenos. La respuesta inflamatoria consiguiente lleva a la destrucción del tejido conectivo subyacente, primordialmente en torno a los vasos sanguíneos y después se amplía a las regiones adyacentes, lo que deriva a la descomposición estructural y funcional de la encía (39).

Uno de los principales cambios de la periodontitis es el desplazamiento del epitelio de unión a lo largo de la superficie de la raíz, lo que da como resultado la creación de un epitelio de largo de unión y una bolsa periodontal. El epitelio de unión necesita un ambiente adecuado para establecer cuyas características específicas aún no han sido definidas pero que, en un periodonto sano, generalmente se encuentra cerca de la porción cervical del diente. Cuando aparece la gingivitis, el tejido conectivo que rodea el epitelio de unión se ve continuamente alterado por la respuesta inflamatoria. Por lo tanto, necesita migrar más profundamente a lo largo de la superficie de la raíz para encontrar una estructura de tejido conectivo que esté lo suficientemente intacta y capaz de enviar señales al epitelio para detener su movimiento descendente, formar una unión epitelial funcional y adherirse a la superficie del diente. Las bacterias causan la pérdida de los tejidos indirectamente por exacerbaciones la respuesta inmune del huésped. También se sabe que varias citocinas proinflamatorias y factores de crecimiento, en particular IL-1 y factor de necrosis tumoral α (TNF- α), están asociados con la resorción ósea (40).

2.3 Modelos tridimensionales en educación médica

Hoy en día la tecnología está vigente en la mayoría de los ámbitos. No se podría pensar en un campus universitario sin su área tecnología, ni a un profesor sin su apoyo virtual y perfeccionamiento de su enseñanza. No obstante, la tecnología progresa a pasos de gigantes y cada vez brinda unos medios más extensos e ignoradas. Con la venida de esta época digital, la elaboración de un modelo educativo tridimensional de la micro anatomía oral se hace indispensable. Sin embargo, la digitalización del cuerpo humano es muy complicada. Dada esta obligación, nace la concepción de un modelo tridimensional educativo de la unidad dentogingival como un modelo didáctico y de apoyo para docentes que integra las características anatómicas, fisiológicas y biomecánicas. Esta aspiración ha sido el punto de migración de una nueva noción, la enseñanza tridimensional en el campo de la anatomía, que ofrece ventajas enormes con relación a la enseñanza tradicional y común sobre modelos bidimensionales, almacenados en medios definidos. Las reconstrucciones tridimensionales son demasiado exactas, accediéndole al estudiante la visualización de todo componente en los diferentes planos del espacio (40).

Los avances tecnológicos están facilitando un acceso más amplio a muestras de anatomía delicadas, y a menudo insustituibles, para la enseñanza. Además, los modelos tridimensionales y las aplicaciones interactivas pueden ayudar a los estudiantes a comprender la disposición espacial

de las estructuras anatómicas complejas en 3D de una manera no permitida por las imágenes de libros de texto (2D) de la enseñanza tradicional (40).

Por ejemplo, las muestras históricas del Museo de Anatomía de la Universidad de Glasgow se digitalizaron para la creación de una herramienta de aprendizaje en 3D para ayudar a los estudiantes a comprender mejor el crecimiento y el desarrollo del cráneo juvenil. El objetivo general de ese proyecto fue evaluar si las aplicaciones 3D interactivas podían proporcionar una herramienta útil para enseñar materias de anatomía más complejas, no estáticas, como el crecimiento y el desarrollo (41).

La aplicación recibió comentarios positivos del pequeño grupo de prueba de 12 estudiantes de anatomía. La mayoría de los participantes estuvo totalmente de acuerdo en que la aplicación los ayudó a aprender más sobre el cráneo humano y valoraron positivamente el uso de modelos 3D para ayudarlos a aprender sobre la posición y la estructura de las características anatómicas, y para comparar los cráneos en diferentes etapas de desarrollo (41).

2.4 Enfoques educativos en cuanto a la enseñanza y aprendizaje

En este nuevo siglo se considera que un docente debe presentar ciertas cualidades, que sean docentes competentes de crear experiencias de enseñanza que no sólo provoquen la capacidad de admiración de los estudiantes, sino que también les atraiga la creación de nuevas ciencias, conocimientos y en la desarrollo de las dificultades reales de su entorno (42).

La capacidad de sorprender a un estudiante es más importante que el conocimiento que pueda tener el docente, hay unos ítems que debe tener un docente para ser asombroso (42):

- *Impactar a los estudiantes:*

¿Cómo hacerlo?

Se puede realizar de dos formas: inventando e innovando con técnicas diferentes, y para esto hay que conocer a los estudiantes y saber que quieren. Teniendo en cuenta que ellos tienen diferentes formas de aprendizaje: visual, auditiva y kinestésico (42).

- *Inspirar y dejar huella:*

¿Cómo hacerlo?

Buscando otras fuentes, llevar a los estudiantes a buscar los formatos más didácticos o diferentes a los que siempre ven para que puedan entender mejor y volverse aliado del estudiante (42).

- *Investigar:*

Un docente tiene que estar actualizado constantemente, tiene responsabilidad doble: ser expertos en el tema y saber enseñarlo o transmitirlo, en la actualidad hay una herramienta muy viable (la internet) pero para que los estudiantes accedan a esta herramienta de una manera eficaz deben ser guiados por sus docentes. Hay un tipo de aprendizaje (Aprendizaje activo) el cual va dirigido al estudiante, el docente realiza la planeación y el estudiante emplea la ejecución (42).

El arte de enseñar y el reto de esto, hace 20 años no pasaba de la forma en que se emplea hoy en día, los docentes no se preocupaban por este desafío. El arte de enseñar implica una sola cosa primordialmente: encender un fuego, la palabra “encender un fuego o una llama” se refiere a

demostrarle al estudiante que puede hacerlo, pero para demostrarle que puede, hay que saber que quiere el estudiante, que le importa y en su lenguaje demostrarle de que si es capaz de hacerlo (43).

Uno de los ítems del arte de enseñar tiene que ver mucho con la rigurosidad, no bajar el estándar. Se toma esta palabra (rigurosidad) porque hay que creer en el estudiante que está enfrente tomando una clase, que sus logros son los logros del docente (43).

Otro ítem del arte de enseñar tiene que ver con el ritmo o encontrar el ritmo del estudiante, el ingeniero Tomas Recart dice que todo estudiante tiene un ritmo diferente para aprender, muchos de ellos están enfocados en pasar materias y no en aprender. Lo que el mundo hoy necesita es que puedan saber qué hacer con lo que saben (43).

Lo más importante que hay que saber es que el profesor y el estudiante no se encuentran aislados el uno del otro, como ya antes se había nombrado el docente debe volverse aliado del estudiante, ya que la comunicación es un evento muy significativo para especular y proceder. La acción educativa se consigue con un estudiante y un docente, difícilmente sin uno de ellos no se podría dar, por eso es pertinente examinar las relaciones que se constituyen entre sí, no sólo el lazo pedagógico, sino también el comunicativo (43).

2.5 Estudios para evaluar pruebas diagnósticas

El objetivo de los estudios para evaluar una prueba diagnóstica es establecer la capacidad de la prueba para elegir entre sujetos que padecen la enfermedad y aquellas que no la padecen (44).

El diseño transversal es el tipo de estudio más utilizado para evaluar las pruebas diagnósticas, en el que se seleccionan dos grupos de participantes, uno que sufre la enfermedad y otro que no la padece, y los resultados obtenidos se comprueban con un nuevo ensayo diagnóstico en dichos grupos con un patrón de oro (o criterio de referencia o patrón de referencia) (44).

2.5.1 Validez. Es esencial a la hora de ejecutar cálculos de cualquier tipo. Esta puede ser estimada de diferentes apariencias, logrando hallar diversos tipos de validez enfocados en diferentes aspectos (45).

En la investigación cuantitativa debe tener en cuenta la fiabilidad y la validez de sus métodos y mediciones. La validez dice con qué precisión un método mide algo. Si un método mide lo que dice medir, y los resultados corresponden estrechamente a los valores del mundo real, entonces puede considerarse válido. Hay cuatro tipos principales de validez (45):

- *Validez del constructo: ¿La prueba mide el concepto que está destinado a medir?*
- *Validez del contenido: ¿Es la prueba totalmente representativa de lo que pretende medir?*
- *Validez aparente: ¿El contenido de la prueba parece ser adecuado para sus objetivos?*
- *Validez del criterio: ¿Los resultados corresponden a una prueba diferente de la misma cosa?*

2.5.1.1 Validez facial. La validación facial frecuentemente se ha estimado parte de la validación de contenido, debido a que ésta se enlaza a la causa que demuestra que los ítems de una herramienta son claros por las personas que los van a objetar y si su exposición es agradable o no (46).

2.6 Estrategias de educación para la salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la educación para la salud como: “Acciones pedagógicas planteadas para aumentar el conocimiento de la población en correspondencia con la salud y desplegar los valores, actitudes y habilidades personales que originen salud” (47).

Esta metodología de enseñanza facilita la programación, ejecución y valoración de la misma y valer de medio de apoyo al aprendizaje en instrucción para la salud oral como tal. Las competencias cognitivas componen el mando para ejecutar labores o actos mentales. Envuelven competencias para mostrarse de acuerdo con las cosas y conferir de significado a lo que vemos, constituir retratos cerebrales, conversar, percibir el idioma, emplear las averiguaciones que se tienen a escenarios y dificultades concluyentes. En salud son sustanciales en variados contenidos: por ejemplo, para saber mezclar los conjuntos de alimentos para fabricar un menú diario o semanal saludable (48).

Las diferentes maneras de entendimiento o pensamiento son la forma en que el sujeto elige manejar sus capacidades cognitivas. Forman las orientaciones sobre cómo se emprenden las dificultades. Por ejemplo, hay personas que prefieren utilizar más lo impetuoso y eligen obtener una elección de inmediato, mientras que otras personas son un poco más calmadas y reflexivas; unos eligen el escenario de modo más holística, sincera y experimentalmente y otros de forma más focalizada; unas personas poseen una grafía mental más visual y otras son más de la palabra; unas optan por que se les trace maniobras más confusas que les permita colocar en partida decisiones e iniciativas propias y otras eligen recomendaciones más específicas sobre qué hacer (48).

2.6.1 Aprendizaje significativo. Desde la mitad del siglo pasado diferentes escritores como Piaget, Gagné, Vygotsky, Freire, Bandura, Ausubel, Novak y otros más van indagando y edificando las hipótesis del aprendizaje significativo. Se logra especular del aprendizaje en cláusulas de proceso y también de secuela, siendo un aprendizaje eficaz, indestructible y existente, que para el sujeto posea un significado, que la usen para la existencia y para enfrentar el contenido que se esté emprendiendo, y asimismo que sean métodos que se edifiquen por fases, con secuenciaciones útiles, de aprovechamiento y reconstrucción consciente, voluntaria y libre. El conocimiento no ocurre por sumatoria de búsquedas, sino que se edifica: la persona transporta al escenario de aprendizaje todas sus prácticas, escarmientos, preparaciones y modelos cognitivos, emociones, destrezas y formas de proceder en relación al argumento de que se presente, y asimilar a partir de todo ello, consolidándolo, reorganizándolo y cambiándolo ante las nuevas indagaciones y distintas anécdotas que se den en el transcurso educativo (48).

En la práctica se le intenta facilitar al grupo, conocer su escenario y conversar de ello en principalmente, o sea, dar oídos antes de dar “hablar”; auxiliar a pensar, más que pensar por ellos y ellas, no “darles” medios sino proveer que hallen las suyas propias para que así tengan sus propias decisiones. No se trata de “señalar” conductas sino de promoverlos. Enseñar es, desde las orientaciones de la pedagogía, ayudar a instruirse o educarse; el objetivo esencial de la enseñanza es el aprendizaje. Para lograr aprendizajes eficaces en cada período del proceso, son más ventajosos específicos tipos de metodologías, técnicas y recursos pedagógicos, así como un explícito rol de mentor (48).

2.6.2 Métodos y técnicas educativas. Mediante el progreso del transcurso educativo se logra una composición de diferentes tipos de técnicas más lucrativos a los otros procesos y estilos de

aprendizaje de los alumnos. Para el perfeccionamiento de las técnicas educativas activas se manejan incomparables medios didácticos pedagógicos de soporte. Se consideran recursos didácticos de apoyo al acumulado de medios materiales que interceden y proveen el transcurso enseñanza-aprendizaje. Se encuentran varios tipos de recursos didácticos: 1. Material impreso: maneja en más cantidad el oficio escrito (ejemplo: folletos, revistas, artículos), 2. Material visual: enuncia recados a través de retratos, comprendido los que se mezclan con la palabra escrita y con objetos reales (posters, dibujos, esquemas), 3. Material sonoro: reclama en representación sobresaliente al sentido del oído de los receptores, comunicando un recado educativo (ejemplo: radio, grabaciones), 4. Material audiovisual: mezcla la previsión de retratos con estímulos auditivos (ejemplo; objetos reales, materiales con soporte computarizado) (49).

Para comprender la anatomía, la enfermedad y el tratamiento, las personas se han limitado a usar dibujos, textos y modelos físicos desde la época de Da Vinci. Hoy, más de 600 años después, las personas usan la visualización interactiva para cosas como navegar mapas o entretenerse con juegos. Pero entender el cuerpo humano, que es mucho más importante, se ha quedado atrás. Es hora de llevar este nivel de compromiso e inmersión a la información de salud. Una mejor comprensión del cuerpo humano para pacientes y profesionales reduce los costos, mejora los resultados y salva vidas (49).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar y validar un modelo tridimensional digital en modalidad virtual de la unidad dentogingival como ayuda didáctica para docentes de pregrado de la facultad de Odontología en la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga.

3.2 Objetivos específicos

1. Realizar una validación facial por expertos
2. Diseñar un modelo tridimensional digital en modalidad virtual que represente la anatomía macro y microscópica de la unidad dentogingival.
3. Caracterizar los jueces que realizaron la validación facial.
4. Validar el modelo tridimensional digital en modalidad virtual por medio de unos jueces especializados.

4. Métodos

4.1 Tipo de estudio

Se ejecutó un tipo de estudio de prueba diagnóstica. Se consideró de prueba diagnóstica ya que cualquier investigación ha de ser aprobada antes de emplearse, ratificando que sus consecuencias se ajusten a lo grande en la realidad, cuando se lee un artículo de validación se sabe demostrar las fichas para estimar la eficacia de la información que comunica, en este caso de conocimientos de la unidad dentogingival mediante un modelo 3D como un apoyo didáctico para los docentes de la facultad de odontología en la Universidad Santo Tomás. Pero sin poder controlar todas las variables de importancia (50).

4.2 Selección y descripción de participantes

4.2.1 Población. Se realizará la validación del modelo 3D digital en modalidad virtual con docentes especializados que tengan conocimiento en esta área, modelo pedagógico y virtual.

4.2.2 Muestra. Existen dos muestras, una muestra de sujetos (docentes) que hicieron la validación facial y la segunda muestra de participantes en donde se va a evaluar el modelo tridimensional.

En cuanto a la validación facial, para realizar este estudio han sido seleccionados 4 evaluadores, los cuales contaban con las siguientes características que los definían como jueces expertos:

- Que accedan a colaborar con el estudio.
- Que tengan una amplia experiencia.
- Que posean formación académica y clínica especializada en el área.
- Que permitan ser re contactados para verificar las actualizaciones que se realicen al modelo.
- Que comparta experiencias adicionales.
- Que tengan disponibilidad de realizar las observaciones adicionales pertinentes.

4.2.3 Muestreo. El muestreo fue de corte transversal, ya que todos los individuos de la muestra se les realizó tanto la prueba como el diagnóstico.

4.2.4 Criterios de inclusión.

- Docente especializado en el área de periodoncia, pedagogía y/o tecnología.
- Docentes que brinden su consentimiento para la participación del estudio de la validación.
- Docentes que tengan una amplia experiencia a nivel clínico, pedagógico y en virtualidad.

4.2.5 Criterios de exclusión. Docentes que no estén vinculados a la Universidad Santo Tomás.

4.3 Variables

Las variables a estudiar son: edad, sexo, nivel de escolaridad, años de experiencia, ¿El modelo 3D orientó de manera activa la metodología de aprendizaje?, ¿El modelo 3D presenta imágenes fáciles de comprender al visualizarlos?, ¿Los criterios de evaluación relacionados con el modelo 3D fueron claros desde un principio?, ¿Los colores usados en el modelo 3D fueron acordes a la información suministrada?, ¿Mejora el conocimiento de los estudiantes?, ¿Cree usted que es una ayuda educativa apropiada?, ¿El modelo 3D presenta textos visibles y adecuados a las imágenes que se están presentado? Y cumplimiento de expectativas. (Apéndice A).

4.4 Instrumento

El modelo 3D es un prototipo animado que puede ser usado fácilmente; a escala del tejido de inserción supracrestal, diseñado previamente, basados en referentes bibliográficos acerca de los componentes del tejido de inserción supracrestal, estos conceptos se digitalizan en los siguientes programas: Paint, blender, mesh mixer, chitubox y phrozen en donde se editan las imágenes, pasando por procesos de textura, color, animación, posicionamiento tridimensional de los objetos,

división de los componentes en 9 piezas, 2 tablas óseas (1 vestibular y una palatina o lingual), 2 componentes de conectivo (1 vestibular y uno lingual o palatino), 2 componentes epiteliales (1 vestibular y uno lingual o palatino), 1 diente, 1 ligamento y un epitelio de unión.

Se realiza un cuestionario para validación del modelo que se fracciona en dos aparatos, la primera concierne a datos sociodemográficos de los jueces y la segunda, que consta de 8 preguntas para que los jueces puedan valorar el modelo 3D digital en modalidad virtual y son afirmaciones con respuesta tipo Likert con 3 opciones: 1) de acuerdo, 2) en desacuerdo, 3) inseguro. Los aspectos para evaluar comprenderán, la metodología del aprendizaje, la comprensión visual, claridad en el contenido, los colores, textos y gráficos acordes a la información suministrada, enriquecimiento del conocimiento en los estudiantes, apoyo educativo apropiado y si cumple con las expectativas de cada jurado. (Apéndice B).

4.5 Procedimiento

El modelo 3D es un prototipo digital del tejido de inserción supracrestal, en donde, de una forma animada e interactiva se podrá acceder fácilmente a cada parte del componente del tejido de unión supracrestal, permitiendo observar con detalle las diferentes estructuras anatómicas macro y microscópicas que se encuentran dentro de la unidad dentogingival; con base en múltiples estudios científicos que representan las características histológicas estructurales que se encuentran en esta, tales como las células, fibras dentogingivales, paquete vasculonervioso, etc. Con la innovación tecnológica se podría presentar unas medidas aproximadas en normalidad de ancho y alto biológico a detalle para facilitar su visualización, y se puedan separar con facilidad un componente de otro para comprender mejor su ubicación y distribución en el espacio (51).

Mediante procesos de modelado y escultura digital se desarrollaron múltiples objetos basados en mallas poligonales, los cuales se guardaron en formato .STL, dichos objetos se exportaron al software de uso gratuito *blender 2.8.2* para iniciar el proceso de *shading*, el cual consiste en emular las diferentes características físicas de los objetos al ser expuestos a un patrón de iluminación predeterminado, una vez todos los objetos fueron debidamente preparados en color, textura, tamaño y ubicación espacial se procedió con el desarrollo de una escena en la cual los objetos interactuaban entre ellos para ilustrar los requerimientos del grupo de investigación. Dicha escena se exportó en formato .MPG-2 para ser importada al software de edición de video *Adobe Premiere Pro*, en el cual se desarrollaron secuencias con los tramos del video sobre las cuales se incorporaron cuadros de textos, los que contienen la información brindada por el grupo de investigación, dichos segmentos son finalmente cotejados en una línea temporal para una duración de 3 minutos con 45 segundos, posteriormente la línea temporal es exportada en formato de video MPG-2 y queda puesta a disposición del grupo de investigación para que realicen la validación. Se hace entrega de: modelo en formato. FBX un video en formato MPG2 un archivo. Blend. Para reproducir el video es necesario descargar un códec para la reproducción de este video, este formato permitirá leer y reproducir distintos archivos.

Este servirá como complemento didáctico en docentes de pregrado que dicten la materia periodoncia y comprenderá con los temas abarcados, los cuales se podrán modificar o manipular para mejoras futuras.

4.5.1 Validación facial del modelo 3D digital de la unidad dentogingival. Para realizar este estudio fueron seleccionados cuatro evaluadores, los cuales reunieron las características que los definen como jueces expertos de acuerdo con los criterios de inclusión y que tengan disponibilidad de realizar las observaciones adicionales pertinentes. Los expertos seleccionados, que se tuvieron en cuenta de acuerdo con su ocupación son: dos docentes odontólogos, periodoncista de posgrado, una docente con formación académica en pedagogía (doctorado en docencia) y un docente de la división de ingenierías y arquitectura, experto en ingeniería de sistemas.

Se contactó a cada juez por medio de un correo electrónico, presentado el trabajo de grado y el fin de este, invitándolos a la participar en la evaluación del modelo 3D digital en una modalidad virtual, una vez aceptado, se les volvió a contactar para la visualización del modelo, el cual tuvo anexado un formato de validación que contiene datos sociodemográficos y de validación del contenido del modelo y el juez adquirió la oportunidad de calificar cada aspecto de la siguiente forma: (1) de acuerdo, (2) en desacuerdo (3) inseguro y un espacio de observaciones.

La información que se recolectó en los instrumentos fue digitada independientemente por dos investigadores en archivos de Microsoft Excel, que posteriormente fueron validados para detectar posibles errores de digitación. Finalmente se generó la base de datos definitiva para ser importada a Stata 14 y realizó el análisis estadístico. Se tuvieron en cuenta las sugerencias de los expertos, las cuales se implementaron en el modelo para una mejor ejecución en el momento de la aplicación.

4.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se ejecutó en el envoltorio estadístico Stata/MP versión 14.0. Se ejecutó un análisis univariado donde se computaron frecuencias absolutas y porcentajes para las variables cualitativas y cuantitativas y medidas de tendencia central junto con medidas de dispersión (media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico) para las variables cuantitativas, dependiendo la distribución establecida por la prueba de Shapiro Wilk. (Apéndice C).

4.7 Consideraciones éticas

Este trabajo desempeña con las reglas determinadas por la resolución 8430 de 1993 por la cual se crean las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

De acuerdo con su artículo 11, (52) esta investigación se clasificó como investigación sin riesgo, ya que este es un estudio prospectivo en el cual se realizará una intervención educativa con el fin de modificar los conocimientos de los estudiantes sobre el tema de la unidad dentogingival.

Además, tiene como uno de sus fundamentos al amparo de los derechos de los participantes, al mantenimiento de la confidencialidad de la información, para lo que emplea dentro de su normativa los siguientes recursos legales.

Normativa:

1. Ley Estatutaria 1581 del 17 octubre de 2012 del Congreso de la República de Colombia, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

2. Decreto 1377 del 27 junio de 2013 de la Presidencia de la República de Colombia, por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012.

Principios éticos:

Este proyecto en su ejecución implica requerimientos de fuentes documentales propias y externas, por lo que se pretende garantizar además del correcto uso de la propiedad intelectual citada, los principios éticos básicos de: Beneficencia, Justicia, y Respeto, en concordancia con los Derechos Humanos DIDH.

Beneficencia:

Se otorgó la garantía de este principio, partiendo de la aceptación a las determinaciones de los sujetos vinculados a la investigación sobre su participación en la misma en razón a su autodeterminación por el conocimiento de los riesgos de su participación en la investigación, por lo que se parte de la instrucción idónea de los riesgos posibles con la finalidad de protegerles de eventuales daños, sin embargo por la naturaleza de esta investigación se desestima cualquier daño que afecte la integridad física de los participantes.

En este sentido, la intencionalidad es no hacer daño; y amplificar al máximo los beneficios y reducir los daños posibles.

Justicia:

Se plantea cumplir este principio a partir de la puesta en función del modelo tridimensional, modelo 3D didáctico, cuya intención es de carácter académico y formativo, al que tendrán acceso estudiantes y docentes sin indistinto, se espera contribuir a simplificar la información y conocimiento con respecto a la unidad dentogingival.

Respeto:

Se propenderá por garantizar el respeto a las personas especialmente vinculadas a esta investigación bajo la obligación de ser tratados como agentes autónomos, además de la exigencia de proteger a aquellos con autonomía disminuida, siempre que por algún escenario se presentare el caso.

Tratamiento de datos personales:

Para minimizar los riesgos por mal manejo o divulgación de información confidencial de los participantes, se tomarán en consideración algunos aspectos de diseño y de herramientas de recolección de la información en el curso de la investigación para lo que se optará por:

1. De acuerdo con la naturaleza de la investigación, la recopilación de los datos necesarios se estructuró sin el requerimiento de información de identificación personal, si obligatoriamente se requiere la identificación personal, debe procurarse la eliminación de los datos por medio físico o magnético buscando no afectar a terceros por el mal manejo de datos, que es un escenario del que ninguna investigación se encuentra exenta.

2. Evitaremos en la mayor medida posible la transmisión electrónica de datos personales no cifrados.

Otras alternativas contempladas incluyen la retención de instrumentos originales de recolección, tales como cuestionarios, encuestas o registros en etapas futuras como la medición de impacto en la población entre otras, Una vez que estos datos son transferidos para los respectivos análisis así como su eliminación física y de todo medio digital después de su uso, todo esto en concordancia con lo que indica la Ley Estatutaria 1581 de 2012, Decreto 1377 de 2013 sobre el tratamiento de datos personales.

4.8 Prueba piloto

El día 28 de enero del año 2021 se llevó a cabo una prueba piloto del modelo 3D digital en modalidad virtual con docentes de posgrado de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga, cuyos resultados presentamos en este informe.

Por medio de un cuestionario se realiza esta prueba, en la cual contiene en su primera parte características sociodemográficas del evaluador, seguida por una serie de preguntas que evalúan el modelo 3D digital, las cuales comprende de:

En la pregunta que se refiere a que si hay claridad desde el principio en los criterios a evaluar relacionados con el modelo 3D; los dos evaluadores hacen observaciones, uno sugiere señalar las estructuras del periodonto desde el inicio sin importar que en el corte sagital ya estén señaladas más adelante y el otro evaluador sugiere añadir las fibras del ligamento periodontal y en una vista sagital describir la forma del epitelio de unión. Finalmente, la última observación fue: alargar el tiempo del video en partes donde hay más texto para poder realizar una lectura más pausada y cómoda, esta está realizada a la pregunta de la presentación de textos visibles y adecuados a las imágenes que se muestran en el modelo 3D digital por un evaluador.

5. 5. Resultados

5.1 Elaboración del modelo 3D

La elaboración del producto utilizado en esta investigación constó de diferentes pasos:

1. Resultados y características de la búsqueda: Se identificó un total de 80 estudios, de los cuales se consideraron relevantes 54 artículos que tenían relación con el presente estudio. Características de los estudios: del total de las 80 referencias, 26 fueron excluidas por no abarcar la información necesaria para el estudio. De los 54 artículos restantes, 20 eran relacionados con la anatomía periodontal, 4 correspondientes a enfermedad periodontal, 2 a la situación actual de pandemia por COVID-19, 13 a educación, 7 a tridimensionalidad, 3 a virtualidad, 2 a pruebas diagnósticas y 3 a validación de contenido.

Fuentes de información: Se consultaron las bases de datos Medline, PubMed, Wiley, IDEP, PubPsych, RedALyC, SciELO, ANEP, UNESCO, para la identificación de la literatura publicada. La exploración se limitó a artículos en inglés y en español publicados en cualquier año. Se utilizaron palabras claves y se realizó cruce de palabras en todas las composiciones viables y

posibles, manejando el conector booleano AND. Las palabras clave utilizadas fueron: enfermedad periodontal (periodontal disease), pandemia mundial (global pandemic), sistemas educativos (educational systems), educación virtual (virtual education), anatomía periodontal (periodontal anatomy), materiales de estudio (study materials), realidad aumentada (augmented reality), unidad dentogingival (dentogigival unit), tridimensionalidad en educacion avanzada (three-dimensionality in advenced education), pruebas diagnósticas (diagnostic test), validación de estudios (validity study).

Finalmente, los tres investigadores inspeccionaron los títulos y las sinopsis de la búsqueda electrónica y quedaron de acuerdo con los artículos seleccionados.

2. Modelado 3D: es el proceso mediante el cual una malla poligonal, básica es esculpida a fin de lograr, representar lo que se busca, para dicho proceso se partió de una malla poligonal esférica, la cual fue importada al software de uso libre, blender 2.9, dicha malla fue esculpida utilizando las herramientas del programa para lograr un componente sólido. Él mismo proceso fue repetido 10 veces (figura 3) hasta obtener los elementos solidos necesarios para realizar la animación completa, los elementos solidos obtenidos fueron: 2 tablas óseas (1 vestibular y una palatina o lingual), 2 componentes de conectivo (1 vestibular y uno lingual o palatino), 2 componentes epiteliales (1 vestibular y uno lingual o palatino), 1 diente, 1 ligamento y un epitelio de unión.

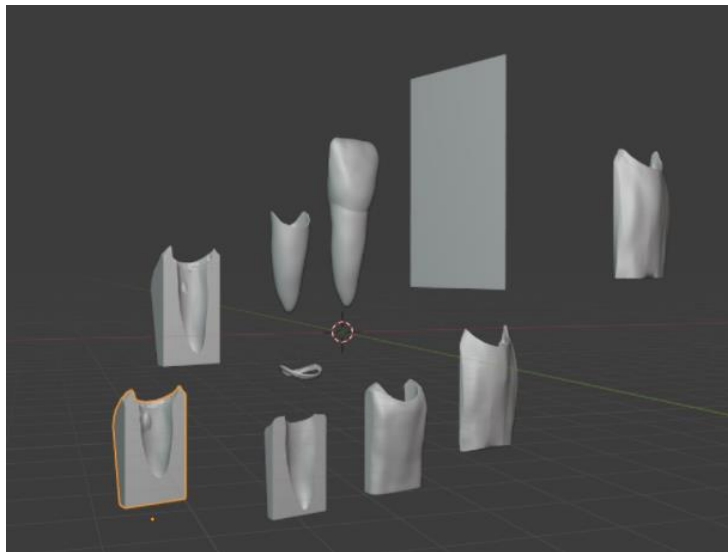


Figura 3. Modelos solidos

3. *Shading*: es el proceso mediante el cual una malla poligonal es coloreada, texturizada y modificada en sus propiedades físicas, a fin de lograr que un objeto solido tenga apariencia de material específico, para dicho proceso se utilizan patrones vectorizados, que al superponer sobre la malla poligonal y hacer interactuar, puede deformar la malla generando cambios estructurales sobre toda la composición de polígonos (remesh). En el instrumento utilizado en esta investigación se elaboraron 15 materiales que fueron aplicados sobre los objetos sólidos, dichos materiales fueron: (esmalte sólido, translucido, cemento radicular, epitelio de unión, pulpa, dentina, ligamento periodontal, hueso cortical, hueso medular, hueso fasciculado, tejido conectivo, encía libre, encía adherida, mucosa alveolar y cuchilla metálica). (figura 4).

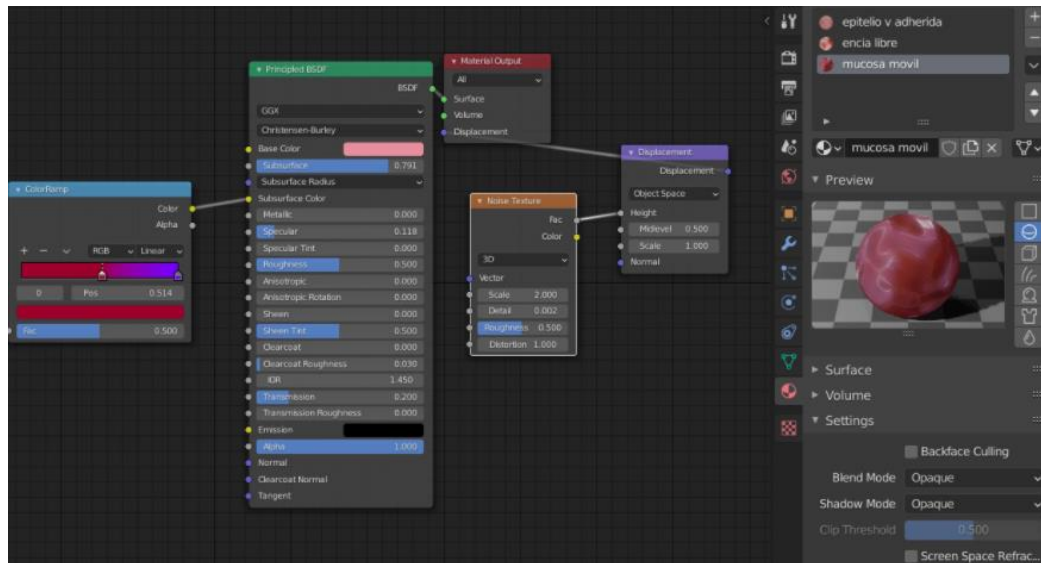


Figura 4. Creación de materiales

4. Creación de escena e iluminación: este proceso tiene como objetivo encuadrar los objetos orientados en un espacio tridimensional, y agregar patrones de iluminación para iniciar una grabación cuadro a cuadro organizada en una línea temporal. (figura 5).

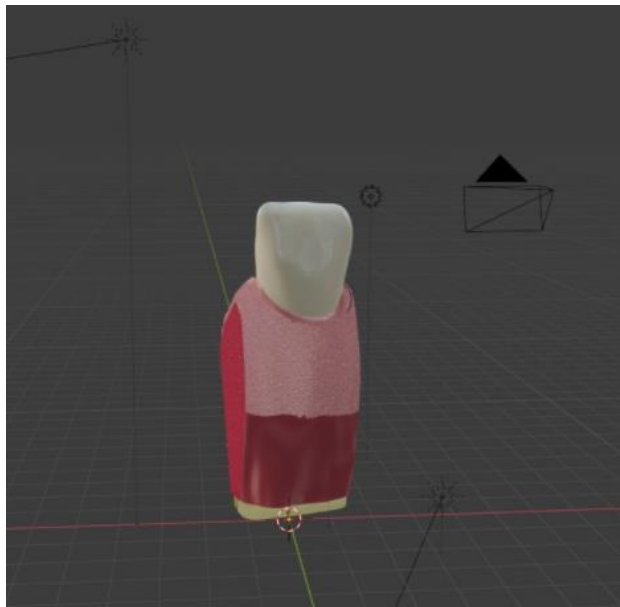


Figura 5. Iluminación y creación de escena.

5. Animación: este proceso consiste en modificar la disposición tridimensional de los objetos en cuadrados en los ejes X, Y y Z. además de cambiar sus dimensiones en estos mismos ejes ya sea simultáneamente o por separado. La animación se codifica mediante un motor de renderización *Evee*. En este proyecto se obtuvieron 2.477 cuadros los cuales fueron exportados para formar un video de 1.42 minutos en formato *avi* (figura 6).

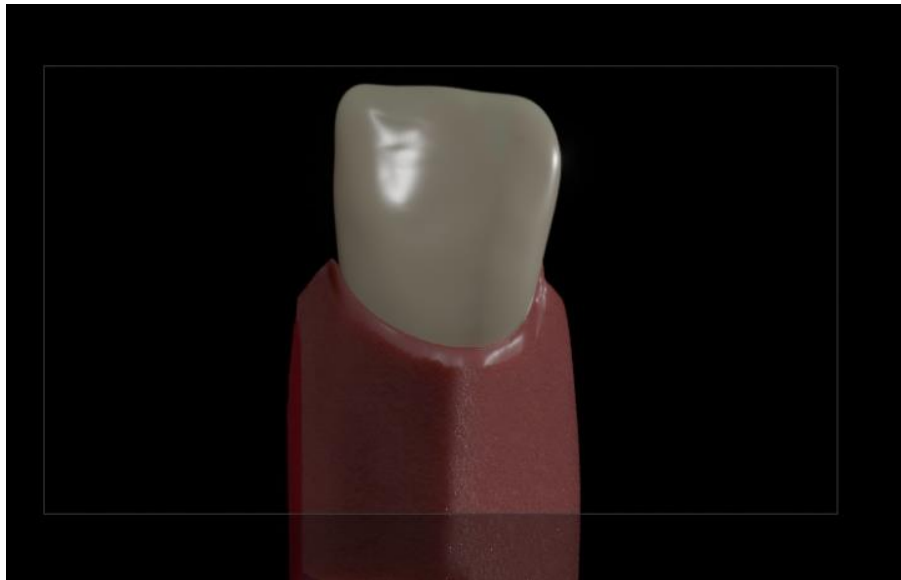


Figura 6. Animación.

6. Edición de video: este proceso fue realizado utilizando el software pago adobe premiere, en este software se importó el video que se exporto de blendeer, para realizar una serie de recortes fotograma a fotograma para incrustar textos e imágenes con licencia CC0 que complementarían la información. El resultado de dicho proceso de edición dio como resultado un video con una duración de 4 minutos 9 segundos, que se exporto en formato .avi para su posterior reproducción y validación. (figura 7).

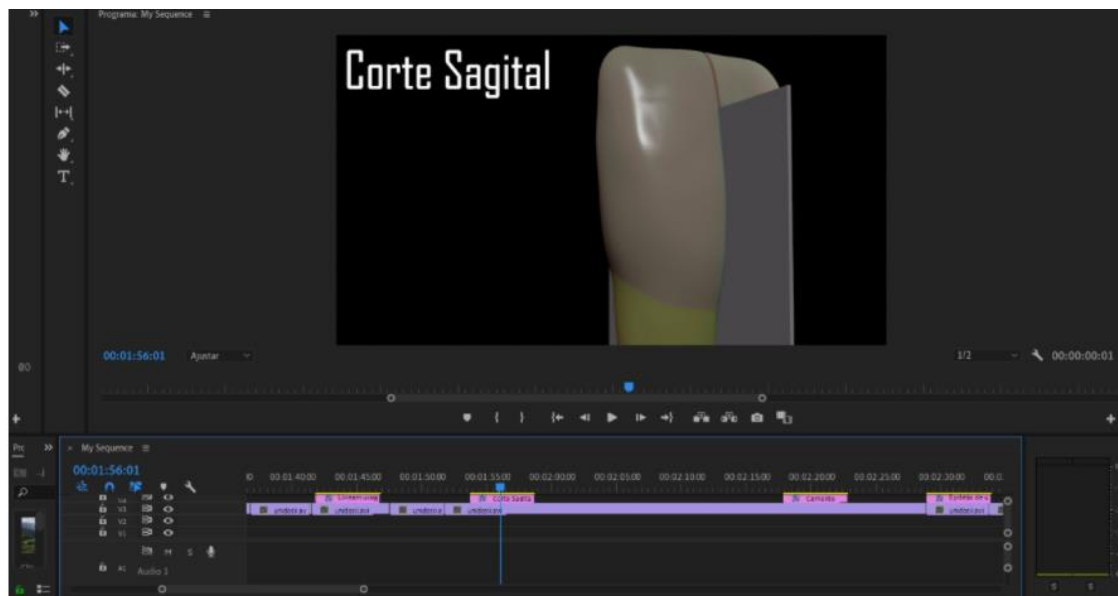


Figura 7. Edición de video.

Producto final: el resultado final consta de un video, con una secuencia de 4 minutos y 9 segundos, con su proceso y textos que le ayudaran al docente a llevar a cabo su clase y al entendimiento de los estudiantes, con posibilidad de edición en un software pago *Adobe Premiere*,

en este software se importó el video que se exportó de *Blender*, y está acompañado por textos para facilitar su comprensión.

5.2 Descripción sociodemográfica de los jurados de la validación facial

Se requirió de 4 expertos, en donde se encontró la misma cantidad de hombres y mujeres con un 50% (2) respectivamente, donde el 50% (2) tenían un promedio en experiencia de 10 años, con edades entre los 25 a 35 años 50% (2) y donde el 100% tienen un nivel educativo de posgrado (Ver tabla 1).

Tabla 1. *Caracterización sociodemográfica de la población.*

Variables	Frecuencia (n)	%
Sexo		
Masculino	2	50
Femenino	2	50
Años de experiencia		
1 a 10 años	2	50
11 a 30 años	1	25
31 a 40 años	1	25
Edad		
25 a 35 años	2	50
36 a 45 años	0	0
46 a 55 años	1	25
56 a 65 años	1	25
Nivel educativo		
Técnico/Tecnólogo	0	0
Profesional	0	0
Posgrado	4	100

5.3 Análisis e interpretación de la validación facial

De acuerdo con la encuesta que estudiaba la validación del modelo a través de los 8 ítems de evaluación de los aspectos de información, imagen y visualización del modelo 3D educativo de la unidad dentogingival. Los jurados evaluadores de dicho modelo expresaron estar de acuerdo en un 100% con respecto a las características del modelo indicando su aprobación total en cuanto a los aspectos de que es una herramienta educativa suficiente, coherente, relevante y tiene claridad (Ver tabla 2). Sin embargo, en la pregunta que refiere que, si el modelo 3D es una ayuda educativa apropiada como guía de práctica clínica en la asignatura de periodoncia, el evaluador N° 1, realiza una observación donde refiere que “Es un modelo didáctico que va a facilitar el aprendizaje, se debe abarcar más conceptos”.

Tabla 2. Interpretación de la encuesta de validación del diseño.

Aspectos para evaluar	Criterios			
	Ítems	Suficiencia (%)	Coherencia (%)	Relevancia (%)
¿El modelo 3D oriento de manera activa la metodología de aprendizaje?	100	100	100	100
¿El modelo 3D presenta imágenes fáciles de comprender al visualizarlos?	100	100	100	100
¿Los colores usados en el modelo 3D fueron acordados a la información suministrada de la estructura anatómica de la unidad dentogingival?	100	100	100	100
¿Piensa que el modelo 3D sería útil para como herramienta de enseñanza a los estudiantes de 5° semestre de odontología que cursan la materia de periodoncia?	100	100	100	100
¿Cree usted que el modelo 3D es una ayuda educativa apropiada como guía para la práctica clínica de periodoncia en 5° semestre?	100	100	100	100
¿El modelo 3D presenta textos visibles para su adecuada lectura y explicación de las imágenes que se están presentando?	100	100	100	100
¿El modelo 3D presenta textos adecuados a las imágenes que se están presentando?	100	100	100	100
¿Cree que el modelo 3D cumple con el objetivo propuesto en el proyecto de grado?	100	100	100	100

Para estimar el acuerdo entre los jueces evaluadores del instrumento, no se realizó cálculo ya que no hubo diferencia en los criterios, solo uno comenta que “es un modelo didáctico que va a facilitar el aprendizaje, se debe aplicar más conceptos”. Analizando los resultados, se puede deducir que hubo acuerdo perfecto entre los jueces.

6. Discusión

El efecto del instante social que vivimos es la fijación de determinada exigencia alrededor de la innovación, a partir de esta visión la tecnología está generando una secuencia de controversias en el marco de las tendencias didácticas (53). Por lo tanto, a través de esta investigación se diseñó un modelo tridimensional de la unidad dentogingival como ayuda didáctica en periodoncia para los estudiantes de pregrado de 5° semestre de la facultad de odontología. Por consiguiente, este modelo 3D es un prototipo animado digital del tejido de inserción supracrestal, que podría ser utilizado de forma sencilla, en donde, de una manera interactiva se puede acceder a cada parte del componente de dicho tejido, permitiendo observar con detalle las diversas estructuras anatómicas macro y microscópicas que se hallan en la unidad dentogingival; basado en diversos estudios científicos que representan las propiedades histológicas estructurales que se hallan en esta, como por ejemplo las células, fibras dentogingivales, paquete vasculonervioso, entre otras. Igualmente, por medio de ayuda tecnológica es viable exponer unas medidas aproximadas en normalidad de ancho y alto biológico a detalle que facilite su visualización, y se logren dividir con facilidad un componente de otro para entender mejor su localización y distribución en el espacio (51).

Por lo tanto, en dicho modelo 3D se observaron estructuras digitales debidamente preparados en color, textura, tamaño y ubicación espacial, mediante el programa blender 2.9, con una similitud casi exacta de este tejido del que se vería estando en físico, recibiendo aprobación y apoyo por parte de los docentes evaluadores a los que se les realizó la encuesta luego de mostrarles este modelo 3D para su validación. Donde de acuerdo a lo expresado por Rueda et al. (53), donde afirman que “Los mundos virtuales están abiertos para la enseñanza que se vive en el día a día en el salón de clases y pueden tener un futuro significativo para la pedagogía contemporánea” al mismo tiempo nos dicen que según la experiencia en educaciones TIC es necesaria “mayor presencia del maestro, con nuevas habilidades docentes, pero sobre todo con una mentalidad más acorde al trabajo pedagógico que las TIC están planteando como desafío a la educación”, concordando con los resultados del presente estudio con la aceptación por parte de los docentes y su deseo de incluir este tipo de enseñanza en sus clases.

En un estudio realizado por Gavilanes et al. (55), se obtuvo la motivación como uno de los beneficios primordiales de las estrategias didácticas, por la manera de exponer sus contenidos, usando computadores o celulares, disponibles para la mayoría de los estudiantes, ocasionando mayor comprensión y mejoras en los resultados de aprendizaje, esto afianza los resultados de la creencia de los docentes que el modelo 3D es una ayuda educativa apropiada como guía para la práctica clínica. Sin embargo, dichos modelos digitales, no facilitan datos acerca del aprendizaje realizado por los alumnos, su uso, su funcionalidad o la calidad de los recursos, según Akçayır et al. (54), se pudiera descubrir además problema de usabilidad por una tecnología inadecuada, errores de diseño de la interfaz, inconvenientes técnicos o poca experiencia del profesor en el manejo de esta tecnología. Además, es fundamental nombrar que esta clase de modelos es más que un instrumento digital con un extenso potencial didáctico y educativo, aquí es dónde el profesor deberá evaluar y apreciar si la plataforma es la más correcta para su actividad didáctica, entendiendo las limitantes tecnológicas que podría presentar y que tengan la posibilidad de verse reflejadas negativamente al momento de usarla. Por esta razón, se espera que estos modelos 3D, con objetivos educativos, no se conciba únicamente como un instrumento tecnológico, si no como generador de un entorno que sirva para mejorar el proceso de educación por parte del profesor y de esta forma impactar en un mejor aprendizaje del estudiante.

En el presente estudio reconocimos las limitaciones de validez interna y externa propias de este tipo de investigación. De igual manera, el difícil acceso a los documentos por la modalidad de tridimensionalidad, el manejo del software en sí (se tuvo que acudir a capacitaciones) y la selección de los participantes. Dentro de las fortalezas del presente estudio, se encuentra el reforzamiento de los conocimientos sobre el modelo 3D de la mano de los expertos, la creación de un instrumento que permitió que los participantes revisaran dicho modelo desde diferentes puntos, no solo desde el punto de vista de su creación, sino que fuese de fácil comprensión y que tuviera una proyección en cuanto a la educación a través de la implementación futura de este modelo 3D.

7. Conclusiones

A través del diseño de un modelo 3D por el programa Blender 2.9, permitió colocar las características específicas de los diferentes epitelios presentes en la unidad dentogingival, en cuanto a estructura y anatomía, lo cual permitió una buena visualización y explicación de esta. Los jurados evaluadores estuvieron de acuerdo en su totalidad, en todos los aspectos de las características del modelo 3D, afirmando que son claras, precisas y didácticas. Por lo tanto, se

afirma su utilidad como una excelente estrategia didáctica para las clases de la asignatura de periodoncia en pregrado.

Finalmente se puede decir que los modelos 3D virtuales son de gran ayuda como herramienta didáctica para complementar, fomentar y animar el aprendizaje de los estudiantes, permitiéndoles tener una interacción casi real con las diferentes estructuras anatómicas, pudiendo fomentar un aprendizaje eficaz, permanente y real.

8. Recomendaciones

En un futuro se deben realizar investigaciones que permitan evaluar el impacto de este tipo de modelos sobre el aprendizaje de los estudiantes que lo hayan utilizado y si es evidente un cambio significativo antes y después de usar dicho modelo.

Igualmente es importante realizar estudios que evalúen la adaptabilidad de los docentes a este tipo de herramientas de aprendizaje con el fin de conocer los posibles inconvenientes que este pueda generar en el manejo o diseño de estos para contemplar posibles modificaciones que ayuden mejor a su adaptación y utilización.

Además, de utilizar este tipo de herramientas digitales para el diseño de modelos 3d en la visualización de estructuras anatómicas y comprensión de técnicas que aporten a la educación en salud.

Referencias

1. UNESCO Office Santiago and Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean. La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19 [Internet]. Reino Unido: UNESCO: 2020. [consultado 03 Nov 2020]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374075?locale=es>
2. Álvarez MH. Arias OE. López SA. 2020. La educación en tiempos del coronavirus: los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante COVID-19 [Internet]. Washington, D.C: Banco Interamericano de Desarrollo (BID); 2020 consultado 03 jul 2020]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-educacion-en-tiempos-del-coronavirus-Los-sistemas-educativos-de-America-Latina-y-el-Caribe-ante-COVID-19.pdf>
3. reANEP (Administración Nacional de Educación Pública) (2020), “Llamado a inscripción para curso dictado por formadores internos de la ANEP” [en línea] https://www.anep.edu.uy/sites/default/files/images/2020/noticias/abril/200424/curso_promocion_y_preencion_en_salud_docente_anep_virtual_grupo2_2020-v2.pdf.
4. Rodríguez EA, Bernal JL, Lanata AG, Sánchez RC. Covid-19 y la Odontología: una Revisión de las recomendaciones y perspectivas para Latinoamérica. *Int. J. Odontostomat.*, 14(3):299-309, 2020.
5. Urías ML, Valdez CA. Creencias docentes del uso de tecnologías por familias para involucrarse en educación. *Apertura*. 2017; 9(2):148-159.
6. Forero Á, Sebastián J. Design of training materials for teaching anatomy. Editorial Universitat Politècnica de València. durante el año electivo 2019. [Trabajo de grado doctoral]. España, Universidad Politecnica de Valencia (UPV).
7. Howlett D, Vincent T, Watson G, Owens E, Webb R, Gainsborough N. Combinando técnicas en línea con métodos tradicionales de enseñanza cara a cara para entregar contenido de aprendizaje de radiología de último año. *Eur J Radiol*. 2011; 78:334–341.
8. Sierra-Rodríguez J, García-Peñalvo FJ. Informática Educativa y Educación en Informática. *Computers in Education and Education in Computer Science*. 2015; 16(4): 25-31.
9. Guo H, Sheng B, Li P, Chen CLP. Multiview High Dynamic Range Image Synthesis Using Fuzzy Broad Learning System. *IEEE Trans Cybern*. 2019;1–13.
10. Rivera G. La motivación del alumno y su relación con el rendimiento académico en los estudiantes de Bachillerato Técnico en Salud Comunitaria del Instituto República Federal de México de Comayagüela, M.D.C., durante el año lectivo 2013. [Trabajo de grado]. Mexico, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, 2014.
11. Gavilanes W, Abasolo Mj, Cuji B. Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en Educación. *Rev Espac*. 2018; 39(15).
12. Carranza FA, Neuman MG coaut, Cervera Pacheco C, Ramos tercero JA. *Periodontología Clínica*. 8a ed. McGraw-Hill interamericana, editor. Mexico; 1998.
13. Calzavara MA, De la Cruz D, Ramos BJ, Blanco CJ. Periodoncia y Osteointegración. *revista oficial de la Sociedad Española de Periodoncia*. 2009; Vol. 15 (1)7-20.
14. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Higginbottom FL, Cochran DL. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Journal Clinical Oral Implants Research*. 2000; 11(1).

15. Carranza F, Michael G, Newman, Henry H. Periodontologia clinica de carranza. Rev servicio medico. Ed 6. 2014.
16. Forero Á, Sebastián J. Design of training materials for teaching anatomy. Editorial Universitat Politècnica de València. durante el año electivo 2019. [Trabajo de grado doctoral]. España, Universidad Politecnica de Valencia (UPV).
17. Rosler R, Young P. La lección de anatomía del doctor Nicolaes Tulp: el comienzo de una utopía médica. Rev Med Chil. 2011;139(4):535–41.
18. Saorín JL, Meier C, Díaz M, Bonnet LA. Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. EDMETIC. 2017;6(2):27.
19. Noguchi S, Ukai T, Kuramoto A, Yoshinaga Y, Col. The histopathological comparison on the destruction of the periodontal tissue between normal junctional epithelium and long junctional epithelium. J Periodontal Res. 2019;52(1):74–82.
20. Gregg SC, Eisenberg D, Duffy AJ, Longo WE. Diseño, gestión y evaluación crítica de un plan de estudios de ciencia clínica / básica quirúrgica: el papel de un residente en jefe educativo. J Surg Educ. 20011; 65:36–42.
21. Werz SM, Zeichner SJ, Berg BI, Col. 3D Printed Surgical Simulation Models as educational tool by maxillofacial surgeons. European Journal Dent Educ. 2018;(3):500–5.
22. Ghorbani. A, Ghazvini. K. Using paper presentation breaks during didactic lectures improves learning of physiology in undergraduate students. Journal advances in Physiology Education. 2016;40(1):93–7.
23. Mogali S. R, Yeong W. Y, Tan H. K. J, Col. Evaluation by medical students of the educational value of multi-material and multi-colored three-dimensional printed models of the upper limb for anatomical education. Journal advances in Physiology Education. 2018;11(1):54–64.
24. Heidenreich C, Lye P, Simpson D, Col. The search for effective and efficient ambulatory teaching methods through the literature. Pediatrics. 2000;105(1 Pt 3):231–7.
25. Hassell TM. Tissues and cells of the periodontium. Periodontol 2000. 1993;3(1):9–38.
26. Mogali SR, Yeong WY, Tan HKJ, Tan GJS, Col. Evaluation by medical students of the educational value of multi-material and multi-colored three-dimensional printed models of the upper limb for anatomical education. Journal anatomical Sciences Education. 2018;11(1):54–64.
27. Vieira BS, Oliveira AR, Rodas MR, Maia LP, Col. Comparison of Two Screw-Retained Free Gingival Grafting Techniques. Journal Craniofac Surg. 2017;28(3):746–9.
28. Jong T, Bakker AD, Everts V, Smit TH. The intricate anatomy of the periodontal ligament and its development: Lessons for periodontal regeneration. Journal Periodontal Res. 2017;52(6):965–74.
29. Palumbo A. The Anatomy and Physiology of the Healthy Periodontium. Journal. 2011;(1): 3–15.
30. Díaz SM, Soto PD, Peñarrocha OD, Peñarrocha DM. Influence of supracrestal tissue attachment thickness on radiographic bone level around dental implants: A systematic review and meta-analysis. Journal Periodontal Res. 2019; 64(4) 383–394.
31. Sánchez MA, Álvarez JC, Corral PE, González MR, Alves MJ, Col. Revisión bibliográfica de Implantología Bucofacial del año 2010: Segunda parte. Av en Periodoncia e Implantol Oral. 2012;24(2):77–94.
32. Kornman KS, Page RC, Tonetti MS. The host response to the microbial challenge in periodontitis: Assembling the players. Periodontol 2000. 1997;14(1):33–53.

33. Nakamura M. Histological and immunological characteristics of the junctional epithelium. *Jpn Dent Sci Rev.* 2018;54(2):59–65.
34. Jalaluddin M, Mahesh J, Mahesh R, Jayanti I, Col. Effectiveness of Platelet Rich Plasma and Bone Graft in the Treatment of Intrabony Defects: A Clinico-radiographic Study. *Open Dent Journal.* 2018;12(1):133–54.
35. Salmon CR, Tomazela DM, Ruiz KG, Foster BL, Col. Proteomic analysis of human dental cementum and alveolar bone. *Journal Proteomics.* 2013;91:544–55.
36. Herbert F. Wolf TM. Color atlas of dental hygiene - Periodontology. 2006;(1):58-65
37. Tien MG, Chu WJ. Craniofacial Biology, Orthodontics, and Implants, Alveolar Bone. 2014;(1):1-10.
38. Blufstein A, Behm C, Nguyen PQ, Col. Human periodontal ligament cells exhibit no endotoxin tolerance upon stimulation with *Porphyromonas gingivalis* lipopolysaccharide. *Journal Periodontal Res.* 2018;(4):589–97.
39. Montecé MF, Espejo EI, Caicedo CC, Col. Impacto De La Realidad Aumentada En La Educación Del Siglo XXI. *European Scientific Journal.* 2017;13(25):128–203.
40. Nanci, A. Bosshardt, D, D. Structure of periodontal tissues in health and disease. *Periodontology 2000*, 2006; 40, (11–28). 0-26.
41. Khayruddeen L, Livingstone D, Ferguson E. Creating a 3D Learning Tool for the Growth and Development of the Craniofacial Skeleton. In. *Advances in experimental medicine and biology.* 2019;(1):57–70.
42. Araque BA. Ser docente: más allá de enseñar contenidos, transmitir experiencias de aprendizaje. [Internet] Universidad Internacional de Valencia: vii. 2018. Recuperado de <https://www.universidadviu.com/ser-docente-mas-alla-de-ensenar-contenidos-transmitir-experiencias-de-aprendizaje/2020>.
43. Recart T. El arte de enseñar. [Internet] TED. Magisterio. 2018. Recuperado de <https://www.magisterio.com.co/articulo/el-arte-de-ensenar>
44. Thorpe KE, Zwarenstein M, Oxman AD, Treweek S. A pragmatic–explanatory continuum indicator summary (PRECIS): a tool to help trial designers. *Journal Clin Epidemiol.* 2019;62(5):464–75.
45. Piédrola G. Estudios descriptivos – estudios para evaluar pruebas diagnósticas. [Internet]. Medicina preventiva y salud pública. 2001 [citado 05-03-20] disponible en: http://cv.uoc.edu/UOC/a/moduls/90/90_166d/web/main/m4/21d.html.
46. Rodríguez MJ, Camargo DM, Orozco LC. Aspectos metodológicos en los estudios de evaluación de pruebas diagnósticas. *Ustasalud* 2012; 11: 115 - 123.
47. Kevin R. Kelly. Chad A. Pulver. Refining measurement of types of professional indecision: a validity study. *Journal of counseling and development.* 2011; 81(4). 445-453.
48. Pérez, M. J. Jarauta, M. Ozcoidi, E. y col. Como trabajar: metodología de la educación para la salud. Sección de Promoción de Salud/Instituto de Salud Pública. Manual de educación para la salud. Navarra: ONA Industria Gráfica; 2006. 52-61.
49. Schwarzman. En síntesis - material suplementario. *Rev Scielo.* [Internet]. 2012. [Consultado el 10 oct 2019]. 23(1).
50. Thorpe KE, Zwarenstein M, Oxman AD, Treweek S, Furberg CD, Altman DG, et al. A pragmatic–explanatory continuum indicator summary (PRECIS): a tool to help trial designers. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 2009 May [cited 2019 Sep 21];62(5):464–75. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0895435609000481>.

51. Bordignon, F. Iglesias, A. A. Hahn, A. Diseño e impresión de objetos 3D: una guía de apoyo a escuelas. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: UNIPE: Editorial Universitaria, 2018.
52. Ayre, C. Scally, A. J. Measurement and Evaluation in Counseling and Development, Critical values for lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. 2014; 47(1), 79-86.
53. Ángel Rueda CJ, Valdés Godínes JC, Guzmán Flores T. Límites, desafíos y oportunidades para enseñar en los mundos virtuales. Innov educ. 2017;17(75):149-68.
54. Akçayır M, Akçayır G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educ Res Rev. 2017;20:1-11.

Apéndices

Apéndice A. Tabla de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Naturaleza/ escala	Valores que asume
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Número de años que posee una persona hasta el momento de la validación.	Cuantitativa/Discreta	Edad reportada
Sexo	Características fisiológicas y sexuales con las que nacen mujeres y hombres	Sexo que refiere el paciente en el momento de la validación.	Cualitativo/Nominal	(0) Femenino (1) Masculino
Nivel de escolaridad	Es el nivel de educación más alto que una persona ha terminado.	Últimos estudios alcanzados por una persona hasta el momento del procedimiento.	Cualitativa/Ordinal	(0) Técnico-Tecnólogo (1) Profesional (2) Posgrado: especialización, maestría o doctorado
Años de experiencia	Forma de conocimiento o habilidad derivados de la observación, de la participación y de la vivencia de un suceso	Cantidad de tiempo ejerciendo su profesión.	Cualitativo/Ordinal	Años reportados
Orientación de metodología	Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrinal.	Respuesta a la pregunta ¿El modelo 3D orientó de manera activa la metodología de aprendizaje?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Imágenes comprensibles	Figura de una persona o cosa captada por el ojo, por un espejo, un aparato óptico, una placa fotográfica, etc.	Respuesta a la pregunta ¿El modelo 3D presenta imágenes fáciles de comprender al visualizarlo?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Criterios de evaluación	Son los principios, normas o ideas de valoración en relación con los cuales se emite un juicio valorativo	Respuesta a la pregunta ¿Los colores usados en el modelo 3D fueron acordes a la información suministrada de la	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado.

	sobre el objeto evaluado.	estructura anatómica de la unidad dentogingival?		(3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Evidencia de aprendizaje	Son pruebas que determinan si un estudiante está aprendiendo.	Respuesta a la pregunta ¿Piensa que el modelo 3D sería útil para como herramienta de enseñanza a los estudiantes de 5° semestre de odontología que cursan la materia de periodoncia?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Colores adecuados	Impresión que producen en la retina los rayos de luz reflejados y absorbidos por un cuerpo, según la longitud de onda de estos rayos.	Respuesta a la pregunta ¿Cree usted que el modelo 3D es una ayuda educativa apropiada como guía para la práctica clínica de periodoncia en quinto semestre?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Textos visibles para adecuada lectura	Se adapta al tema del que va a hablar.	Respuesta a la pregunta ¿El modelo 3D presenta textos visibles para su adecuada lectura y explicación de las imágenes que se están presentado?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Textos adecuados a las imágenes	Se adapta al tema del que va a hablar.	Respuesta a la pregunta ¿El modelo 3D presenta textos adecuados a las imágenes que se están presentado?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.
Expectativas	Esperanza o posibilidad de conseguir una cosa.	Respuesta a la pregunta ¿Cree que el modelo 3D cumple con el objetivo propuesto en el proyecto de grado?	Cualitativo/Nominal	(1) De acuerdo con el aspecto evaluado. (2) Se encuentra en desacuerdo con el aspecto evaluado. (3) se encuentra inseguro con el aspecto a evaluar.

Apéndice B. Instrumento: Encuesta para la validación del modelo tridimensional

Diseño y validación de un modelo tridimensional digital educativo en modalidad virtual de la unidad dentogingival dirigido a estudiantes de la Universidad Santo Tomás				 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	
Fecha:				Encuesta N°:	
Este estudio tiene como objetivo Diseñar y validar un modelo tridimensional digital en modalidad virtual de la unidad dentogingival como ayuda didáctica para docentes de pregrado de la facultad de Odontología en la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga.					
Variables sociodemográficas					
Edad cumplida: _____ Años					
Sexo	(0) Hombre ☐		(1) Mujer ☐		
Nivel educativo	(0) Técnico - Tecnólogo ☐ (1) Profesional ☐ (2) Posgrado ☐				
Años de experiencia: _____ Años					
Evaluación del contenido del modelo 3D					
El juez tiene la oportunidad de calificar cada aspecto de la siguiente forma: Por favor, evalúe los siguientes aspectos marcando con una X en la casilla que usted considere, de acuerdo con su percepción y con la siguiente escala de calificación:					
Se encuentra de acuerdo con el aspecto evaluado				1	
Está en desacuerdo con el aspecto evaluado				2	
Esta Inseguro con el aspecto a evaluar				3	
ASPECTOS A EVALUAR	1	2	3	Si desea ampliar la explicación de las respuestas o hacer un comentario adicional sobre algún aspecto del proceso, o alguna sugerencia, por favor hacerla a continuación:	
¿El modelo 3D orientó de manera activa la metodología de aprendizaje?					
¿El modelo 3D presenta imágenes fáciles de comprender al visualizarlos?					

¿Los colores usados en el modelo 3D fueron acordes a la información suministrada de la estructura anatómica de la unidad dentogingival?				
¿Piensa que el modelo 3D sería útil para como herramienta de enseñanza a los estudiantes de 5° semestre de odontología que cursan la materia de periodoncia?				
¿Cree usted que el modelo 3D es una ayuda educativa apropiada como guía para la práctica clínica de periodoncia en quinto semestre?				
¿El modelo 3D presenta textos visibles para su adecuada lectura y explicación de las imágenes que se están presentado?				
¿El modelo 3D presenta textos adecuados a las imágenes que se están presentado?				
¿Cree que el modelo 3D cumple con el objetivo propuesto en el proyecto de grado?				

Apéndice C. Plan de análisis estadístico del análisis univariado

Análisis univariado			
Objetivo	Variables a tratar	Naturaleza	Prueba Estadística
Caracterizar la población según variables sociodemográficas.	Edad	Cuantitativa	Media o Mediana con relación estándar y rango intercuartílico.
	Sexo	Cualitativa	Frecuencia absoluta y porcentaje
	Nivel de escolaridad	Cualitativa	Frecuencia absoluta y porcentaje
	Años de experiencia	Cuantitativa	Media o Mediana con relación estándar y rango intercuartílico.
Validar el modelo tridimensional digital en modalidad virtual por medio de unos jueces especializados.	¿El modelo 3D orientó de manera activa la metodología de aprendizaje?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿El modelo 3D presenta imágenes fáciles de comprender al visualizarlos?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿Los colores usados en el modelo 3D fueron acordes a la información suministrada de la estructura anatómica de la unidad dentogingival?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿Piensa que el modelo 3D sería útil para como herramienta de enseñanza a los estudiantes de 5° semestre de odontología que cursan la materia de periodoncia?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿Piensa que el modelo 3D sería útil para como herramienta de enseñanza a los estudiantes de 5° semestre de odontología que cursan la materia de periodoncia?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿Cree usted que el modelo 3D es una ayuda educativa apropiada como guía para la práctica clínica de periodoncia en quinto semestre?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿El modelo 3D presenta textos visibles para su adecuada lectura y explicación de las imágenes que se están presentado?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿El modelo 3D presenta textos adecuados a las imágenes que se están presentado?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje
	¿Cree que el modelo 3D cumple con el objetivo propuesto en el proyecto de grado?	Cualitativo	Frecuencia absoluta y porcentaje