



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**IMPRESIÓN EN 3D DE INCISIVOS CENTRALES PARA
PRÁCTICAS DE ENDODONCIA, EN LA CARRERA DE
ODONTOLOGÍA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGA**

AUTOR: MARCELA ALEXANDRA GALARZA HIDALGO

DIRECTOR: OD.ESP.PAOLA ALEXANDRA DURÁN NEIRA

CUENCA-ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**IMPRESIÓN EN 3D DE INCISIVOS CENTRALES PARA
PRÁCTICAS DE ENDODONCIA, EN LA CARRERA DE
ODONTOLOGÍA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGA**

AUTOR: MARCELA ALEXANDRA GALARZA HIDALGO

DIRECTOR: : OD. ESP. PAOLA ALEXANDRA DURÁN NEIRA

CUENCA- ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Impresión en 3D de incisivos centrales para prácticas de endodoncia en la carrera de odontología

Galarza M^{1*} - Duran P²- Bastidas Z³

1 Estudiante de Pregrado de la Carrera de Odontología. Unidad Académica de Salud y Bienestar .Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

2 Odontóloga Especialista en Rehabilitación Oral . Docente de la Cátedra de Prótesis Fija. Unidad Académica de Salud y Bienestar – Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

3 Odontóloga Especialista en Endodoncia. Docente de la Cátedra de Endodoncia Diagnóstica y Endodoncia Terapéutica. Unidad Académica de Salud y Bienestar – Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador

Resumen

Objetivo: Detallar la estructura de los dientes incisivos centrales en sus diferentes componentes anatómicos, a través de una representación impresa en 3D. **Metodología:** Se llevó a cabo un estudio experimental retrospectivo, aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la Universidad Católica de Cuenca (CEISH-UCACUE- 2023-177) dividido en dos etapas. En la primera, se revisó la literatura relevante sobre la anatomía de los incisivos centrales, así como las prácticas endodónticas y uso de impresión 3D en educación, seleccionando estudios publicados entre 2019 y 2024. En la segunda, se procesaron datos tomográficos para imprimir prototipos dentales tridimensionales, que fueron refinados y sometidos a pruebas endodónticas para validar su utilidad educativa en odontología. **Resultados:** A lo largo de cinco pruebas, se lograron ajustes significativos en el material de impresión, la morfología de la cámara pulpar y la permeabilidad del conducto radicular. Finalmente, se consiguió un modelo óptimo para la práctica endodóntica. **Conclusiones:** La impresión 3D de incisivos centrales para endodoncia muestra resultados positivos, con desafíos menores. Aunque presentó problemas como obstrucción y calentamiento del acrílico, esta tecnología avanza la formación odontológica y puede mejorar la transición a la práctica clínica. **Palabras clave:** impresión tridimensional, prototipo, diente artificial, práctica odontológica de grupo, endodoncia

ABSTRACT

Objective: To detail the structure of the central incisor teeth in its different anatomical components through a 3D printed representation. **Methodology:** A retrospective experimental study was conducted, approved by the Human Research Ethics Committee of the Catholic University of Cuenca (CEISH-UCACUE- 2023-177), divided into two stages. In the first stage, a literature review on the anatomy of the central incisors was reviewed, as well as endodontic practices and the use of 3D printing in education, selecting studies published between 2019 and 2024. In the second stage, tomographic data were processed to print three-dimensional dental prototypes, which were refined and subjected to endodontic testing to validate their educational usefulness in dentistry. **Results:** Over five tests, significant adjustments were achieved in the impression material, pulp chamber morphology, and root canal patency. Finally, an optimal model for endodontic practice was completed. **Conclusions:** 3D printing of central incisors for endodontics shows positive results, with minor challenges. Although it presented problems such as obstruction and heating of the acrylic, this technology advances dental training and can improve the transition to clinical practice.

Keywords: three-dimensional impression, prototype, artificial tooth, group dental practice, endodontics

La especialidad de la odontología conocida como endodoncia se enfoca en la práctica relacionadas a las ciencias clínicas básicas de la morfología, patología del complejo dentario-pulpar, análisis de los aspectos biológicos de la pulpa normal, el estudio de las causas, la evaluación, la prevención y el abordaje terapéutico de las afecciones de la pulpa dentaria¹. La educación universitaria desde el área de endodoncia capacita a los futuros dentistas para proporcionar un alto nivel de atención al paciente; es así, que los estudiantes reciben desde niveles básicos un amplio plan de estudios que cubren una variedad de procedimientos, técnicas y conocimientos esenciales para el tratamiento dental ^{2,3}.

Dada su importancia, se recomienda que esta materia se enseñe de manera autónoma dentro del programa académico de odontología, asegurando una formación exhaustiva¹; además es posible mencionar que el sílabo estudiantil incluye instrucción teórica y un componente práctico, cultivando tanto la comprensión cognitiva como las habilidades psicomotoras, y es un requisito esencial para completar la carrera de odontología ^{1,4,5}. Convencionalmente, el estudio de esta disciplina inicia con el análisis de la morfología del diente enfatizando la necesidad de que los estudiantes de odontología desarrollen un conocimiento completo de la estructura dental y la identificación detallada de la anatomía dental, que incluyan sus características, similitudes, diferencias y variaciones¹. Uno de los métodos educativos más comunes para la enseñanza de la anatomía dental se imparte por medio de clases magistrales con disposición

interactiva acerca de la escultura de cada órgano dentario; además, el uso de dientes extraídos, el análisis de ilustraciones, las mesas anatómicas, no están exentos las dificultades clínicas en diferentes niveles. Debido a que, la obtención de un suministro adecuado de dientes extraídos higiénicos, no cariados, sin obturaciones, sin desgastes, etc.; deben haber sido recogidos con consentimiento informado específico, sin contar también que, existen, riesgos de infección cruzada entre los órganos dentarios utilizados en las prácticas y los estudiantes en formación 3,5-7.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los lineamientos éticos definidos en la Declaración de Helsinki para la investigación que involucra material humano, existe un proceso meticuloso y detallado para salvaguardar la integridad, la protección y el confort del donante, debido a que, en primer lugar, se requiere una justificación clara de los propósitos investigativos, lo que implica una descripción exhaustiva de los objetivos del estudio, los métodos empleados, junto con una evaluación de los riesgos y las ventajas esperadas⁸. Este documento debe ser sometido a la valoración y la ratificación por un comité de ética independiente y posteriormente, se procedería con una entrevista informativa con el donante, durante la cual se le proporcionaría una visión general del estudio y se verificaría su interés en participar. Una vez que se haya confirmado que la persona entiende la información, el médico o un profesional competente debe solicitar, de preferencia por escrito, el consentimiento informado y libre del individuo. ^{8,9} .

Ante esta realidad y a la falta de recursos para la práctica clínica en el área endodóntica, se pudo identificar que por lo general las universidades reportan que una proporción significativa de estudiantes de último curso muestran falta de seguridad en cuanto a la identificación externa y conformación interna de la pieza dental, el diagnóstico y planeamiento de procedimientos endodónticos, incluso en dientes relativamente sencillos, tales como, los incisivos centrales ^{3,5,10}. Estas deficiencias ponen de relieve la necesidad de innovación educativa en el área de la anatomía dental y por defecto se esperaría la disminución del estrés clínico y el aumento de la confianza de los practicantes durante el procedimiento clínico endodóntico ^{3,5}, evitando a largo plazo los casos de negligencia endodóntica ⁷ .

Diversos autores mencionan que añadir herramientas digitales de aprendizaje al plan de estudios de odontología podría resultar conveniente y agradable para la enseñanza de la práctica preclínica de endodoncia ^{5,10}, por esa razón, la impresión en 3D de incisivos centrales para prácticas de endodoncia en la carrera de odontología, podría convertirse en una alternativa responsable para reemplazar la práctica de los dientes extraídos con diversas ventajas por sobre la práctica habitual ¹¹, en las que se incluyen, la uniformidad, la capacidad de seleccionar la dificultad del caso, la disponibilidad inmediata, la facilitación de una integración de la enseñanza de la morfología dental y la ausencia de riesgos de infección cruzada 3,5,7.

La simulación clínica en odontología general ha permitido el desarrollo y la estandarización de herramientas de enseñanza a través de prototipos dentales impresos en 3D en base a una tomografía de un paciente real^{5,12}, de manera que, se han podido simular las diversas situaciones clínicas con dientes impresos en 3D que tienen la capacidad de replicar estructuras dentales complejas con mayor realismo y precisión en comparación con los dientes tipodónticos o el modelado en cera de los diente^{6,12-14}.

Tomando en consideración todo lo anteriormente mencionado, el propósito de esta investigación consistió en elaborar una impresión tridimensional sobre dientes incisivos centrales en sus diferentes componentes anatómicos, a través de una representación impresa tridimensional para proponer la impresión 3D de incisivos centrales en la praxis de formación en el área de endodoncia.

Materiales y Métodos:

Con la autorización otorgada por el Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos de la Universidad Católica de Cuenca (CEISH-UCACUE-2023-177) mediante evaluación expedita, se logró exitosamente la captura tomográfica CBCT de un único paciente con dentición íntegra y tejidos blandos saludables. Posteriormente, se imprimieron prototipos dentales de los dientes incisivos en base a la tomografía del paciente, para poderlos aplicar dentro de las prácticas endodónticas.

Para ello se desarrolló un tipo de estudio descriptivo de corte transversal con enfoque cualitativo sobre el tema “Impresión en 3D de incisivos centrales para prácticas de endodoncia en la carrera de odontología”, el cual se dividió en 2 etapas:

Primera Etapa

Inicialmente se realizó Una revisión completa de la literatura utilizando recursos de bases de datos indexadas para garantizar una amplia cobertura de artículos científicos y académicos. Las bases de datos empleadas incluyeron PubMed, ScienceDirect, ProQuest, EBSCO, MDPI, diversas revistas de acceso abierto como Open Access

Journals y IJAR (International Journal of Advanced Research). Esta selección permitió evaluar valiosa información de fuentes relevantes, asegurando la integridad y la profundidad de la revisión, además se aplicó los términos de búsqueda, “impresión tridimensional”, “prototipo”, “diente artificial”, “práctica odontológica de grupo”, “endodoncia”; los cuales fueron previamente verificados junto al DECS. Se limitó la búsqueda a documentos escritos en inglés y español, revisando aquellos que fueron publicados en el período del 2019 al 2024. Se consideraron los siguientes factores dentro de los criterios de inclusión, artículos relacionados con la

práctica endodóntica en la carrera de odontología, temas que abordaban el uso de impresión tridimensional en la enseñanza endodóntica, estudios que analizaban la estructura y morfología de los incisivos centrales dentales y análisis que evaluaban el uso de modelos impresos en 3D para prácticas de endodoncia. Además, para la captura tomográfica computarizada Cone Beam se consideró un único paciente con dentición permanente completa y sin restauraciones dentales, endodoncias, antecedentes de trauma alveolar, reabsorciones radiculares, extracciones dentales, cirugías previas, buena higiene dental y un estado óptimo de los tejidos blandos. Por otro lado, se excluyeron de este estudio los artículos publicados con más de seis años de antigüedad, así como aquellos que se limitaban a una comunidad específica, ya sea definida por etnia, edad, y sexo; los artículos que no cumplían con los requisitos de inclusión fueron descartados establecidos previamente.

En relación a la selección del paciente, la Universidad Católica de Cuenca fue quien proporcionó el paciente idóneo, quien fue sometido a una evaluación clínica rigurosa para verificar que cumpliera con los parámetros de inclusión, posteriormente el participante potencial fue informado acerca del proyecto "Impresión en 3D de incisivos centrales para prácticas de endodoncia en la carrera de odontología" y se le invitó a contribuir voluntariamente. Una vez asegurado de que el individuo comprendiera la información, el paciente otorgó su consentimiento informado y se procedió a realizar la tomografía tipo CBCT.

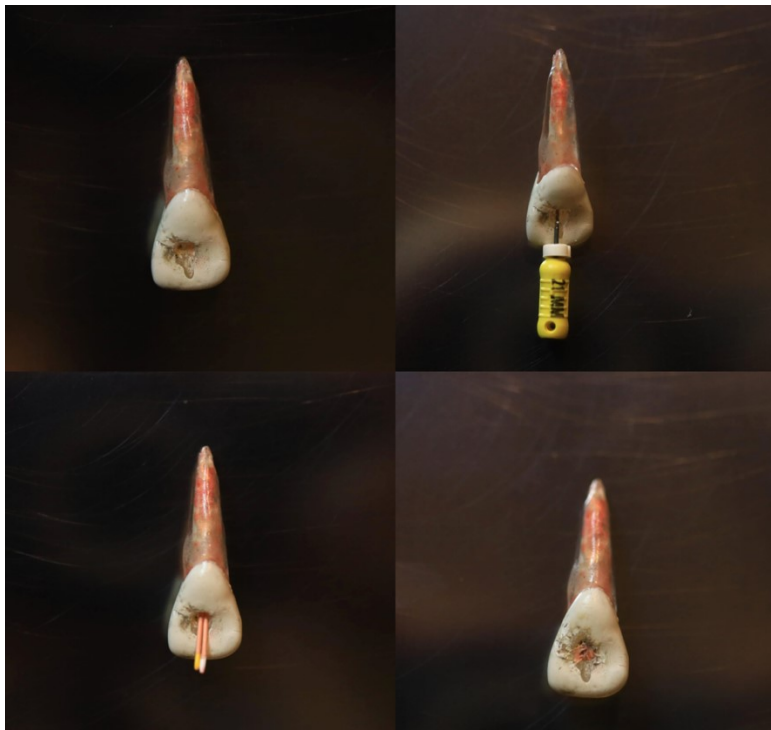


Ilustración 1 Primer Prototipo Incisivo Central Superior

Segunda etapa

En primer lugar, se examinaron los datos de la tomografía para descartar cualquier tipo de distorsión, ruido u otras interferencias radiológicas, asegurando así que la tomografía fuera óptima para la impresión del prototipo dental. Se procedió a enviar el DICOM al laboratorio especializado, lugar donde se llevó a cabo el proceso de impresión del prototipado dental.

Para comenzar con la impresión del diente tridimensional, se abrió el DICOM de la tomografía utilizando el software "BlueSky BIO". Se apreciaron las estructuras anatómicas referente a los incisivos centrales, tanto de la arcada superior como de la inferior, y presentaron variaciones morfológicas. La corona dental se visualizaba con forma trapezoidal en el incisivo central superior y más rectangular en el inferior. La cara lingual o palatina presentó el cingulo incisal, el cual sirve de referencia anatómica al momento de realizar la apertura cameral en la práctica endodóntica; además se observó una elevación cerca de la parte cervical del diente, la fosa lingual, una depresión central, y las crestas marginales en los bordes laterales. En las caras proximales se visualizaron las superficies de contacto con los dientes adyacentes, y el borde incisal mostraba una superficie angosta que se extendía a lo largo del diente. La raíz se presentaba como única y cónica, siendo más larga en los incisivos superiores que en los inferiores. Todos los incisivos contenían la cámara pulpar dentro de la corona y el conducto radicular se extendía a lo largo de

la raíz del diente. La identificación de las estructuras fue favorable para verificar el nivel de detalle y precisión de las piezas dentales.

Luego, con el apoyo del programa 3D Slicer, se segmentó cada diente, separando los incisivos centrales de sus antagonistas y los maxilares. Posteriormente, los datos se transfirieron a la aplicación Blender para añadir detalles anatómicos internos, como longitud, diámetro y magnitud de los conductos radiculares. A continuación, se utilizaron los datos en la herramienta digital Meshmixer para desestructurar las piezas dentales, separando la corona de la porción radicular del diente artificial. Asimismo, se enviaron los datos al Slicer de cada impresora MoonRay-S, Phrozen Sonic Mini 4K y Anycubic Photon M3 para programar su impresión en resina quirúrgica estándar y resina Water Wash, lo cual se realizó en un lapso de una hora por cada pieza dental.

Una vez completada la impresión del prototipo dental, se retiró el soporte del diente y se procedió a enjuagarlo con alcohol industrial al 90%. Sin embargo, los dientes impresos con la resina Water Wash, fueron enjuagados con agua. Posteriormente, se llevó a cabo un ligero pulido utilizando compuestos abrasivos para eliminar los residuos remanentes del soporte del prototipo. Acto seguido, se utilizó una almohadilla para alisar y proporcionar un acabado brillante. La raíz fue adherida a la corona del diente mediante cianoacrilato, seguido de la aplicación de un primer transparente para sellar la unión de las películas. Finalmente, se dejó secar durante 16 minutos.

Para verificar la morfología de la impresión, se aplicó la técnica tratamiento endodóntico StepBack en cada diente incisivo. Se realizaron las respectivas tomas radiográficas para identificar el trayecto del conducto radicular. Posteriormente, se procedió a la apertura de la cámara pulpar con la forma de conveniencia correspondiente, seguida de la irrigación de la cavidad pulpar para comprobar la resistencia del material a los agentes de irrigación endodóntica. Se amplió la cámara pulpar con la ayuda de una Endo Z y fresas Peeso. Además, se emplearon fresas Gates-Glidden para ampliar y dar forma al conducto radicular, se utilizó un localizador de foramen apical junto con kits de limas endodónticas para evaluar la longitud y el trayecto de la morfología interna del prototipo dental.

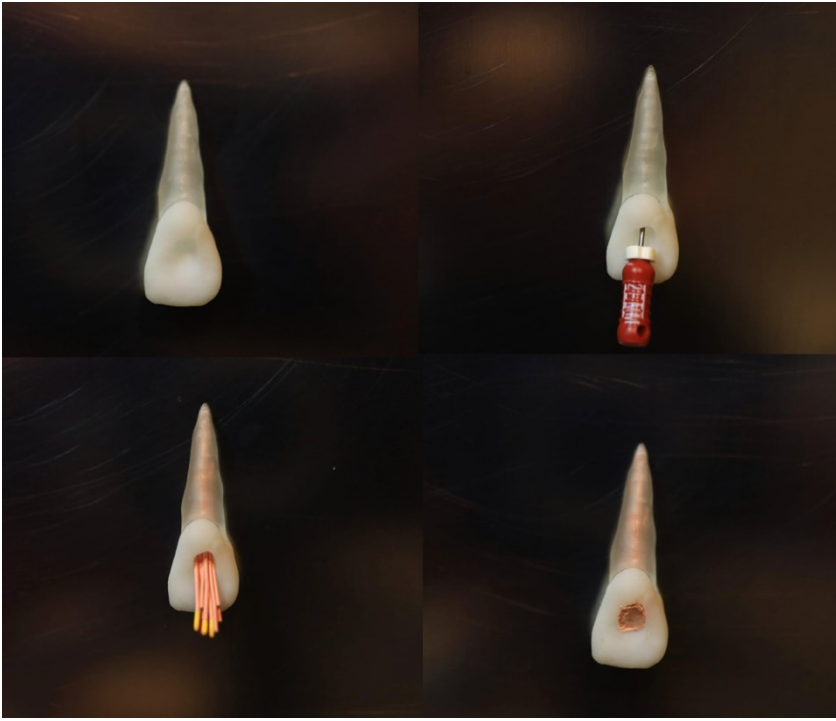


Ilustración 2 Prototipo Final Incisivo Central Superior



Ilustración 3 Vistas Dentales - Incisivo Central Superior

Resultados

Incisivo central superior

Se realizó un total de cinco pruebas impresas tridimensionalmente, específicamente de los incisivos centrales para alcanzar el modelo ideal del diente impreso en 3D. En la prueba #1 del incisivo central superior en relación a su morfología externa reveló una corona con forma trapezoidal, destacando una superficie mesiodistal amplia y una base cervical ancha, marcando claramente la transición hacia la raíz dental, sin embargo, se observaron ligeras porosidades debido al material de cobertura de la corona del prototipo y en la superficie palatina no se logró apreciar el cíngulo dental. En cuanto a los contornos, el lado mesial mostró una línea ligeramente cóncava desde la porción cervical hasta el ángulo mesial, mientras que el contorno distal fue ligeramente más cóncavo que el mesial. El contorno incisal fue más recto en la parte mesial. Con respecto a la morfología interna, se encontró una cámara pulpar estrecha, sin presencia del hombro palatino y obstruida por material resinoso. El conducto radicular único fue extremadamente amplio, relleno con material acrílico rojo para que simulaba el nervio dental y con un ápice abierto. La conductometría registró una longitud de 25 mm con trayectoria recta y continua; el conducto no se encontraba permeable.

En el tratamiento endodóntico, se enfrentaron dificultades significativas durante la apertura cameral, con la pieza de alta velocidad, se produjeron pequeñas fisuras y desprendimiento de la resina Water Wash de la impresión del diente. Las vibraciones generadas por la pieza de alta velocidad provocaron el calentamiento y la plastificación del acrílico blanco que cubría la porción coronal del diente, afectando al instrumental endodóntico y obstruyendo el campo visual durante el acceso cameral, asimismo durante la irrigación se vio obstaculizado por el taponamiento de la jeringa irrigadora junto a la succión endodóntica debido al material de relleno. Se observó filtración de la solución irrigadora debido al ápice, además se detectaron fisuras que impidieron el sellado hermético, requiriendo sobrellenado debido a la amplitud de los conductos radiculares. Por otro lado, se logró una correcta adhesión del material a las paredes del prototipo dental.

En la prueba #2 se logró imprimir un prototipo dental más resistente en relación al material, es decir este se logró imprimir a base de resina quirúrgica estándar y se eliminó el acrílico de color blanco que cubría la porción coronal, así como el acrílico de color rojo que simulaba el nervio dental, lo cual contribuyó a conseguir una superficie mesiodistal completamente lisa y evitar el taponamiento de la jeringa de irrigación y la succión endodóntica, en cuanto a la dimensión del conducto radicular se logró reducirlo considerablemente, por el contrario, se logró aumentar el diámetro de la cámara pulpar.

Dentro de la prueba #3 se obtuvo un prototipo con cámara pulpar ideal para un acceso cameral efectivo, así como se logró mantener ápice dental cerrado, sin embargo, el conducto radicular permaneció semipermeable a momento de la irrigación endodóntica, además al momento de unir la corona con la raíz provocó obstaculización en el trayecto pulpar. Para la prueba #4 se consiguió visualizar por medio de una radiografía periapical la relación entre la cámara pulpar y los conductos radiculares, y durante la irrigación intraconducto se pudo apreciar un conducto radicular permeable, Finalmente en la impresión y la endodoncia de la prueba #5 se alcanzó a dar los últimos acabados de la pieza dental de manera que se observó la presencia de un cingulo el incisivo central superior e internamente el hombro palatino, lo cual permitió realizar una correcta simulación del tratamiento endodóntico.

Incisivo central inferior

Basado en las imperfecciones observadas del incisivo central superior, se logró mejorar el diseño del incisivo central inferior, obteniendo un diente con una corona de forma trapezoidal, siendo más estrecha en la región incisal y más ancha en la base cervical. La superficie labial se observó lisa y convexa, con una ligera pronunciación del cingulo. El contorno mesial resultó ligeramente plano, mientras que el contorno distal mostró una curvatura levemente pronunciada. El borde incisal se describió recto y horizontal, con una leve inclinación hacia lingual. En cuestión a la morfología interna, la cámara pulpar era pequeña y alargada en sentido inciso cervical, el conducto radicular, generalmente único y recto, mostrando una configuración más simple. Desde una perspectiva clínica, la preparación del acceso cameral fue relativamente sencilla debido a la forma simple del conducto, y el tratamiento endodóntico requirió menos tiempo y esfuerzo gracias a la simplicidad de su morfología radicular y canalículo.

Discusión

Diversos autores han documentado la utilización de modelos impresos en 3D para simular prácticas clínicas en diferentes especialidades dentro de la carrera de odontología.

Ballester imprimió un nuevo modelo de diente en 3D que permite la práctica preoperatoria de ICDAS, junto con la eliminación de caries. La principal dificultad fue que el material de resina no logró simular la dureza del esmalte dental real, que es más difícil de perforar que la dentina. Estos materiales tienden a ser más blandos, lo que afectó la precisión de los modelos en comparación con dientes naturales. Sin embargo, los estudiantes señalaron que la simulación de eliminación de caries era realista y cercana a las condiciones clínicas¹⁵.

Asimismo, Christian Höhne y Marc Schmitter crearon un prototipo dental para practicar procedimientos relacionados con prótesis fija, incluyendo excavación de caries, recubrimiento pulpar, reconstrucción de muñones y preparación de la corona. El reto más grande fue a nivel del empaste de la corona, además de la conversión y modificación de archivos STL, que provocaban superficies trianguladas y rugosas, limitando la calidad del diente artificial. A pesar de esto, el cuestionario realizado en la investigación confirmó que los estudiantes aprecian favorablemente el uso de dientes impresos en 3D para la enseñanza de la odontología ¹⁶.

En ese sentido, Hanisch destaca en su investigación que los modelos quirúrgicos personalizados impresos en 3D, basados en datos reales de pacientes, ofrecen una alternativa más realista frente a los modelos tipodontológicos fabricados industrialmente. Sin embargo, la dificultad principal radica en la gestión de áreas con bajo desmoldeo y detalles internos complejos. La técnica PolyJet, empleada en estas impresoras, construye los modelos en capas finas de fotopolímero, lo que añade una capa adicional de complejidad al proceso de fabricación ¹⁷.

Petre propuso una alternativa digital para la formación en prostodoncia, que permite crear modelos dentales modulares digitales para diferentes casos de edentulismo parcial y luego imprimirlos en 3D para la práctica de los estudiantes. Este método facilitó a los estudiantes el diseño, la visualización y la simulación de escenarios clínicos, y mejoró sus habilidades prácticas ¹⁸.

Como se puede apreciar, en general, la literatura considera que los resultados son positivos y los desafíos identificados son mínimos y susceptibles de mejora. La impresión en 3D de incisivos centrales para prácticas de endodoncia en la carrera de odontología representa un avance significativo en la formación odontológica, ofreciendo beneficios como la reducción de riesgos y un aumento en la confianza y satisfacción de los estudiantes. Aunque la creación de modelos del incisivo central superior presentó desafíos, como la obstrucción y el calentamiento del acrílico durante el tratamiento endodóntico, y problemas con fisuras, resina desprendida y permeabilidad del conducto, este estudio ofrece nuevas perspectivas para reducir la brecha entre la formación preclínica y la práctica clínica odontológica, lo cual podría generar un efecto significativo en la calidad del tratamiento para el paciente.

Referencia Bibliográfica:

1. Sadr A, Rossi-Fedele G, Love RM, George R, Parashos P, Wu MCY, et al. Revised guidelines for the endodontic education of dentistry students in Australia and New Zealand (FEBRUARY 2021). Australian Endodontic Journal. el 1 de agosto de 2021;47(2):327–31.

2. Restrepo Salas IF, Alfonso Morales G, Zamora IX, Martínez CH. Estrategias pedagógicas para facilitar el aprendizaje de la anatomía de la cámara pulpar y del sistema de conductos radiculares: Una revisión de literatura. *Revista Estomatología*. el 6 de octubre de 2023;31(2).
3. Decurcio DA, Lim E, Chaves GS, Nagendrababu V, Estrela C, Rossi-Fedele G. Pre-clinical endodontic education outcomes between artificial versus extracted natural teeth: a systematic review. Vol. 52, *International Endodontic Journal*. Blackwell Publishing Ltd; 2019. p. 1153–61.
4. Al Raisi H, Dummer PMH, Vianna ME. How is Endodontics taught? A survey to evaluate undergraduate endodontic teaching in dental schools within the United Kingdom. *Int Endod J*. el 1 de julio de 2019;52(7):1077–85.
5. Overskott HL, Markholm CE, Sehic A, Khan Q. Different Methods of Teaching and Learning Dental Morphology. Vol. 12, *Dentistry Journal*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
6. Lone M, Mohamed MAA, Toulouse A. Development of an online tooth morphology course in response to COVID-19 restrictions. *J Dent Educ*. el 1 de diciembre de 2021;85(S3):1946–8.
7. Terreros de Huc MA, Zumba Macay R, Salazar Arrata J, Toala Reyes A. Aspectos bioéticos en el uso de dientes humanos como estrategia pedagógica. *Revista Científica ESPECIALIDADES ODONTOLÓGICAS UG*. el 10 de agosto de 2021;4(2):15–21.
8. Madfa AA, Senan EM. Perception and confidence levels among dental students and interns in performing various endodontic procedures. *Journal of Oral Research*. 2019;8(3):185–95.
9. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM -principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Asociación Médica Mundial. 2017.
10. Janesarvatan F, Hassanabadi H, Mokhtari S, Van Rosmalen P. Critical aspects of educating clinical management and clinical reasoning in primary teeth pulpotomy: A qualitative study based on the perspectives of experts and novices. *European Journal of Dental Education*. el 1 de mayo de 2022;26(2):354–60.
11. Reis T, Barbosa C, Franco M, Baptista C, Alves N, Castelo-Baz P, et al. 3D-Printed Teeth in Endodontics: Why, How, Problems and Future—A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. el 1 de julio de 2022;19(13).
12. Almohaimede A, Alqahtani A, Alhatlani N, Alsaloom N, Alqahtani S. Analysis of Root Canal Anatomy of Mandibular Permanent Incisors in Saudi Subpopulation: A Cone-

Beam Computed Tomography (CBCT) Study. Scientifica (Cairo). el 19 de mayo de 2022;2022:1–7.

13. Panpisut P, Doungkom P, Padunglappisit C, Romalee W, Suksudaj N. Assessment of 3D-Printed Tooth Containing Simulated Deep Caries Lesions for Practicing Selective Caries Removal: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. el 1 de enero de 2023;20(1).
14. Zhao F, Zhang Z, Guo W. The 3-dimensional printing for dental tissue regeneration: the state of the art and future challenges. Vol. 12, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. Frontiers Media SA; 2024.
15. Ballester B, Pilliol V, Allaerd P, Jacquot B, Guivarc'h M. Evaluation of a new 3Dprinted tooth model allowing preoperative ICDAS assessment and caries removal. *European Journal of Dental Education*. el 1 de febrero de 2024;28(1):161–9.
16. Höhne C, Schmitter M. 3D Printed Teeth for the Preclinical Education of Dental Students. *J Dent Educ*. septiembre de 2019;83(9):1100–6.
17. Hanisch M, Kroeger E, Dekiff M, Timme M, Kleinheinz J, Dirksen D. 3d-printed surgical training model based on real patient situations for dental education. *Int J Environ Res Public Health*. el 2 de abril de 2020;17(8).
18. Petre AE, Pantea M, Drafta S, Imre M, Țâncu AMC, Liciu EM, et al. Modular Digital and 3D-Printed Dental Models with Applicability in Dental Education. *Medicina (Lithuania)*. el 1 de enero de 2023;59(1).