



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación  
Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 292

Desarrollo de una réplica tridimensional a partir de mandíbula humana con patología endodóntica para la adquisición de habilidades quirúrgicas mediante enseñanza práctica preclínica virtual

Responsable del proyecto:

Ana M<sup>a</sup> Arias Paniagua

Facultad de Odontología

Departamento:

Odontología Conservadora y Prótesis

## 1. OBJETIVOS PROPUESTOS

El Vicerrectorado de Calidad de la UCM lanzó en 2021 una convocatoria de proyectos de Innovación Educativa INNOVA-DOCENCIA encaminada a la propuesta de iniciativas de innovación. Profesores de ambos departamentos de la Facultad de Odontología, un miembro del PAS que es personal clave del servicio de Radiología de la Facultad de Odontología y una estudiante con interés en el campo de la endodoncia y tecnología 3D presentamos esta acción que se enmarcaba en dos líneas prioritarias de la convocatoria 2021-2022, por un lado “Innovación en recursos educativos en abierto y enseñanza virtual” al ofrecer una alternativa para la adquisición de habilidades en cirugía a distancia; y por otro “Fomento de una universidad inclusiva, accesible, diversa y enfocada a los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible”. Muy específicamente, en cuanto a desarrollo sostenible se refiere, el modelo de simulación fabricado con materiales artificiales es una herramienta segura y accesible para el entrenamiento práctico que pretende sustituir al modelo animal clásico, eliminando con ello el riesgo de infecciones y no requiriendo condiciones especiales para el almacenamiento, manipulación y retirada de restos biológicos. De hecho, permite su uso en cualquier ambiente (incluso en el propio domicilio de los estudiantes), suponiendo una solución innovadora para proporcionar una educación tanto presencial como a distancia y que aprovecha la tecnología disponible en nuestro medio.

La irrupción de la pandemia debida al SARS-CoV-2 en el curso 2019-20, y con ello el confinamiento que supuso la interrupción de todas las actividades docentes presenciales supuso una merma inevitable en la adquisición de habilidades de los estudiantes de aquellas enseñanzas de la UCM con mayor contenido experimental (como el Grado en Odontología). Es especialmente complejo entrenar a los estudiantes en el campo de la cirugía endodóntica antes de enfrentarse a su primer tratamiento clínico en pacientes. El estudiante necesita haber desarrollado destrezas manuales específicas a través de la repetición de procedimientos en modelos que reproduzcan la anatomía y patología humana de la forma más precisa posible. Clásicamente se ha realizado mediante simulación en cadáveres o maxilares de animales. El cadáver permite la reproducción exacta de un futuro paciente, pero su empleo presenta muchos inconvenientes: disponibilidad, precio, cambio en los tejidos blandos en función del tiempo post-mortem y la necesidad de instalaciones específicas donde poder manipularlos de forma segura y desecharlos después. Asimismo, el modelo animal, aunque más sencillo de conseguir, presenta multitud de inconvenientes, desde la diferente anatomía que se puede encontrar respecto a la del ser humano hasta la posibilidad de zoonosis debida al contacto directo con sangre, mucosas y saliva de animales, sobre todo con la boca, la nariz o los ojos.

Asimismo, las mejoras continuas en impresión, imágenes y planificación virtual tridimensional (3D) ha promovido su aplicación y aumento de popularidad en odontología en los últimos años. Lo que planteamos con este proyecto fue reproducir una mandíbula completa para el entrenamiento del tratamiento por vía retrograda de conductos o microcirugía endodóntica. Además, en el caso de un nuevo confinamiento, la simulación mediante réplica tridimensional basada en la anatomía y patología humana real presentaría otra ventaja: no solo eliminaría los inconvenientes de la utilización de cadáveres o animales mientras se reproduce exactamente la anatomía y patología humana; sino que además puede suponer una alternativa viable de prácticas preclínicas a distancia para la adquisición de habilidades en el campo de la cirugía endodóntica. Por ello nos propusimos como objetivo general del proyecto, incorporar una herramienta sostenible que permita la adquisición de habilidades en microcirugía endodóntica mediante prácticas preclínicas presenciales y a distancia y elimine los inconvenientes de la docencia actual mediante simulación en cadáver o modelo animal.

Como objetivos específicos nos planteamos los siguientes:

- Diseñar y fabricar una réplica tridimensional a partir de una mandíbula humana con patología que reproduzca fielmente los tejidos internos y externos para la práctica simulada de microcirugía endodóntica.
- Generar una alternativa preclínica virtual viable para la adquisición de habilidades en cirugía cuando la posibilidad de docencia presencial se ve reducida.
- Ofrecer al alumno un complemento formativo virtual para el refuerzo de las competencias clínicas en un marco horario extendido al ofrecido por la Facultad de Odontología, como método de desarrollo autónomo del alumno en un programa curricular guiado de refuerzo.
- Evaluar la adquisición de competencias del estudiante en el modelo de simulación desarrollado.
- Evaluar el grado de satisfacción del estudiante al sustituir la simulación en modelo animal por simulación en réplica humana tridimensional en cuanto a adecuación del modelo a la realidad clínica y la destreza desarrollada.
- Evaluar el grado de satisfacción del estudiante con la posibilidad de virtualización del entrenamiento preclínico.
- Evaluar el grado de satisfacción del profesorado con la alternativa preclínica propuesta, la adquisición de habilidades por parte del alumno y la adaptación a la no presencialidad.

## 2. OBJETIVOS ALCANZADOS

El desarrollo exitoso de la propuesta habría de manifestarse fundamentalmente en la incorporación de una herramienta sostenible que permitiera la adquisición de habilidades en microcirugía endodóntica mediante prácticas preclínicas presenciales y a distancia y consiguiese eliminar los inconvenientes de la docencia actual mediante simulación en cadáver o modelo animal. Igualmente, la herramienta incorporada debería permitir al profesorado la evaluación precisa de las habilidades adquiridas.

Consideramos que hemos alcanzado el objetivo general de incorporar una herramienta sostenible que permite la adquisición de habilidades en microcirugía endodóntica mediante prácticas preclínicas presenciales; así como la posibilidad de la evaluación de las habilidades adquiridas por parte del profesorado. Sin embargo, algunos de los objetivos específicos propuestos inicialmente no han sido alcanzados.

Específicamente dos de los objetivos planteados no han sido alcanzados. Por un lado, planteábamos el diseñar y fabricar nosotros mismos una réplica tridimensional a partir de una mandíbula humana con patología que reproduzca fielmente los tejidos internos y externos para la práctica simulada de microcirugía endodóntica. Los miembros del equipo seleccionamos un caso documentado con imágenes tridimensionales obtenidas con tomografía axial computarizada de haz de cónico (CBCT) de una mandíbula humana con patología endodóntica a nivel de la zona molar y en relación con el nervio dentario inferior. Dicho caso, además de ajustarse a los requerimientos planteados inicialmente, permitiría al estudiante adquirir habilidades en proximidad de una estructura anatómica de vital importancia, dada la localización específica de la lesión (Anexo 1). Una de las complejidades en una microcirugía endodóntica es la proximidad de determinados dientes con estructuras anatómicas importantes como son el seno maxilar y el nervio dentario inferior. Si no se tiene en cuenta la posición exacta de determinados accidentes anatómicos como por ejemplo el agujero mentoniano, o el trayecto del nervio dentario inferior, durante el procedimiento quirúrgico se pueden producir lesiones (en ocasiones irreversibles) en el tejido nervioso. Se ha descrito hasta un 20% de parestesias de diferentes grados del labio inferior tras cirugía endodóntica de molares inferiores. El modelo escogido pretendía la simulación repetida en la réplica tantas veces como fuera necesario hasta la adquisición de habilidades para evitar este tipo de accidentes. Sin embargo, la financiación concedida para el proyecto no fue suficiente para adquirir una impresora 3D de calidad suficiente que fuera capaz de imprimir en distintas texturas para diferenciar todas las estructuras que intervienen en cirugía periapical (diente, conducto radicular, material de obturación del conducto, ligamento periodontal, hueso

trabecular y hueso cortical). Por ello, adquirimos una impresora 3D acorde a la financiación recibida y se imprimieron con ellas las réplicas, pero no fueron suficientes para reproducir todas las fases de la microcirugía, por lo que finalmente adquirimos también réplicas más sencillas, pero con distintas texturas que permitirían adquirir competencias en la realización de incisiones, despegamiento y sutura; pero no la adquisición de habilidades para evitar el tipo de accidentes antes descrito. Con una impresora 3D de bastante mayor calidad sería posible confeccionar este tipo de réplicas, pero su valor económico difiere ampliamente del ofertado por esta convocatoria. El equipo docente integrado en este proyecto continuará buscando vías de financiación que permitan el desarrollo de este tipo de réplicas, tan útiles para actividades tan complejas como la práctica de microcirugía periapical. Además, la impresora 3D adquirida es muy útil y será empleada en próximos proyectos docentes.

Por otro lado, otro de los objetivos específicos iniciales planteados en este proyecto era el de generar una alternativa preclínica virtual viable para la adquisición de habilidades en cirugía cuando la posibilidad de docencia presencial se ve reducida. Tras hacer la práctica preclínica presencial se les ofreció a los estudiantes la posibilidad de llevarse el modelo a casa y realizar la práctica mientras eran supervisados por los profesores mediante la plataforma Zoom. A pesar de la valoración positiva de los estudiantes en las encuestas de satisfacción distribuidas al final de la práctica en cuanto al empleo de la réplica para la adquisición de habilidades, todos consideraron que el procedimiento era tan complejo que preferían tener la seguridad de la mano del profesor cercana para evitar accidentes propios que podrían ocurrir durante la ejecución de los procedimientos a distancia. Con ello, de nuevo se pone de manifiesto la dificultad para la adquisición de habilidades motoras en entornos virtuales cuando el procedimiento que se pretende entrenar es de suma dificultad. Tanto estudiantes como profesores valoraron que la docencia virtual difícilmente permitirá la adquisición de habilidades motoras para este tipo de procedimientos clínicos complejos.

Asimismo, el proyecto incluyó el desarrollo de una rúbrica que permitía la evaluación del profesor y por tanto se cumplieron los objetivos específicos relacionados con la evaluación de la adquisición de competencias del estudiante en el modelo de simulación desarrollado.

Por último, conviene añadir que tanto estudiantes como profesores mostraron gran satisfacción en lo que respecta a la sustitución del modelo animal empleado en cohortes anteriores con réplicas tridimensionales de modelos humanos.

### **3. METODOLOGÍA EMPLEADA**

Para llevar a cabo este proyecto docente se seleccionó en primer lugar un CBCT de una mandíbula humana con patología endodóntica a nivel de la zona molar y en relación con el nervio dentario inferior con la intención de que además permitiría al estudiante adquirir habilidades en proximidad de una estructura anatómica de vital importancia (Anexo 1). Con la primera parte de la subvención total concedida que el Vicerrectorado pone a disposición del equipo de este proyecto se adquirió la impresora 3D Phrozen Sonic Mini 4K y resina para la impresión de los modelos. La subvención concedida no permitía la compra de una impresora de mejor calidad. Se procedió con la segunda parte de la subvención a la adquisición de una unidad de curado para mejorar la textura de la impresión 3D. Para que los estudiantes pudieran trabajar con diferentes texturas y así adquirir competencias en las distintas fases de una microcirugía periapical se procedió a la adquisición de modelos más simples pero que presentaran las diferentes texturas necesarias.

#### Diseño y realización de prácticas preclínicas con la réplica tridimensional:

Las prácticas diseñadas consistían en la realización de una microcirugía periapical con sus distintas fases clínicas en la réplica. Para ello, además de la réplica, fue necesario disponer de microscopio operatorio, bisturí, separadores e instrumentos y materiales específicos para las fases de despegamiento del colgajo, osteotomía, preparación y relleno de la cavidad a retro y sutura.

#### Evaluación de la adquisición de habilidades:

Como parte del proyecto se diseñó una rúbrica específica para evaluar estas prácticas preclínicas y permitir de forma objetiva valorar los resultados de los estudiantes. Los profesores emplearon la rúbrica para evaluar el trabajo de los estudiantes.

#### Análisis de la satisfacción de los colectivos de profesores y estudiantes:

Se desarrolló una encuesta para valorar el grado de satisfacción de los estudiantes con la réplica empleada que recogía aspectos relativos a la dificultad de cada una de las fases del tratamiento y la idoneidad de la réplica en comparación con la textura de tejidos humanos y con las prácticas de simulación en modelo animal. Igualmente se realizó una encuesta a los profesores para valorar su satisfacción con el método empleado para la adquisición de habilidades de los estudiantes y evaluación de las habilidades adquiridas.

### **4. RECURSOS HUMANOS**

Este proyecto, orientado a los estudiantes de la Facultad de Odontología, consiguió reunir en un mismo equipo a profesores de ambos departamentos de la Facultad de Odontología, un miembro del PAS que es personal clave del servicio de Radiología de la Facultad de Odontología y una estudiante con interés en el campo de la endodoncia y tecnología 3D. La responsable del proyecto y otros 2 de los profesores involucrados pertenecen al área de endodoncia y forman además parte del equipo directivo del Máster Propio en Endodoncia. El otro profesor es el responsable del servicio de Radiología del Centro. La estudiante que forma parte de este proyecto ha vivido en primera persona las limitaciones que la pandemia ha supuesto en la adquisición de habilidades para la práctica quirúrgica preclínica y ha mostrado siempre gran interés tanto en la endodoncia como en la tecnología que permite la construcción de réplicas.

La relación de nombres y cargos es la siguiente:

Ana María Arias Paniagua (PDI)

Lucía Gancedo Caravia (PDI)

Antonio Montero Martínez (PDI)

Ricardo Ortega Aranegui (PDI)

María Teresa Baos Cañas (PAS)

Silvia García Gay (Estudiante)

## 5. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Este proyecto fue planificado para ser realizado durante el curso 2021-22, y entregar su memoria final como límite el 30 de junio de 2022.

Para llevarlo a cabo se han realizado las siguientes fases:

Fase 1: Desarrollo de una réplica tridimensional a partir de mandíbula humana con patología endodóntica y adquisición posterior de modelo tridimensional.

Actividades:

- Selección del caso con patologías endodónticas en diferentes grupos dentarios a partir de una base de datos de tomografías computerizadas del servicio de Radiología de la Facultad de Odontología de la UCM. Se seleccionó un caso que presentaba patología por fracaso endodóntico previo.
- Segmentación e impresión del modelo. Los archivos DICOM obtenidos tanto del CBCT como del escáner intraoral se convirtieron a archivos STL y mediante software de diseño tridimensional (3D) se procesó para diseñar una réplica 3D. En la impresora 3D se intentó fabricar el modelo, pero la calidad resultante no fue aceptable para poder desarrollar la práctica.
- Adquisición de modelos comerciales de calidad, con diferentes tejidos, internos y externos y con diferentes texturas para permitir la simulación de las diferentes fases de la microcirugía endodóntica.

Fase 2: Realización de prácticas preclínicas a distancia con el nuevo modelo adquirido

Actividades:

- Impartición del módulo teórico de microcirugía periapical.
- Entrega a cada estudiante de una réplica y el material e instrumental necesario para poder realizar una intervención quirúrgica.
- Práctica preclínica de microcirugía periapical en la réplica. El Anexo 2 incluye imágenes de las diferentes fases de la microcirugía periapical durante la práctica preclínica en la réplica tridimensional.

Fase 3: Evaluación de la adquisición de habilidades

Como parte de este proyecto se diseñaron rúbricas específicas para evaluar la práctica.

Se recogieron las réplicas y los profesores evaluaron el trabajo realizado por los estudiantes.

Fase 4: Evaluación de la satisfacción del estudiante y profesorado con el entrenamiento en la réplica

Actividades:

- Se diseñó una encuesta de satisfacción para estudiantes que recogía aspectos relativos a la dificultad de cada una de las fases del tratamiento y la idoneidad de la réplica en comparación con la textura de tejidos humanos y con las prácticas de simulación en modelo animal.
- Además, se envió la encuesta de satisfacción a estudiantes del curso previo que habían realizado las prácticas preclínicas mediante simulación en cabeza animal.
- Se diseñó otra encuesta de satisfacción para profesores quienes también fueron los mismos que en años previos habían participado de la docencia preclínica simulada en cabezas de animales. Por ello, se les solicitó una valoración comparativa de ambos tipos de entrenamiento en cuanto a idoneidad de ambos modelos para la adquisición de competencias de los estudiantes y para la evaluación de las mismas.

Los profesores coincidieron en la sensación de que los estudiantes habían adquirido mejor las competencias con la réplica tridimensional en comparación de los estudiantes de cursos anteriores que realizaron la practica preclínica simulada en cabezas animales. Si bien algún profesor reseñó que aunque con animales se manejan tejidos biológicos y su manipulación puede ser en principio más real, la anatomía y los tamaños de las réplicas se asemejan más a los de un ser humano, y por tanto, a pesar de que el tacto y consistencia de sus distintos materiales pueda ser distinto a la realidad, sus características morfológicas los hacen más adecuados para una práctica de cirugía endodóntica. También resaltaron la higiene durante la manipulación de la réplica en comparación con el modelo docente animal. Por otro lado, expresaron como limitación que ninguno de los modelos permite entrenar el control del sangrado de los tejidos como ocurre en situaciones con pacientes reales. Esta es una limitación importante en prácticas de microcirugía a la que no se ha encontrado aún solución y en la que este equipo docente intentará seguir trabajando en proyectos futuros.

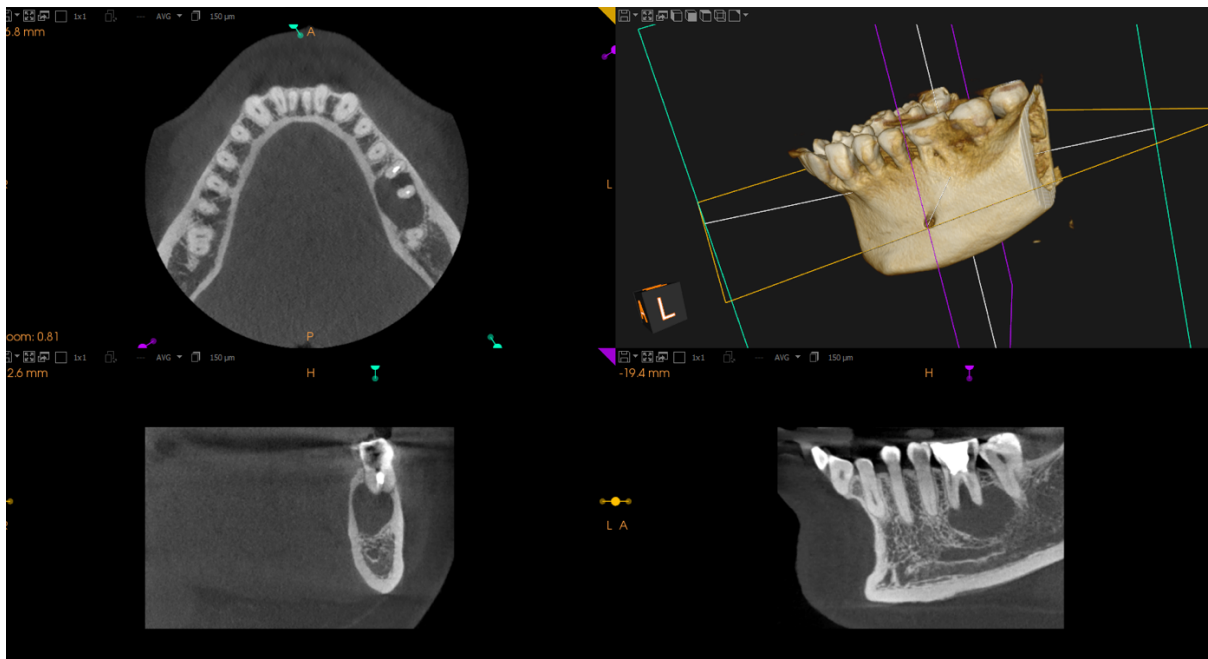
Los estudiantes se mostraron satisfechos con el modelo empleado aunque reflejaron la dificultad general de los procedimientos de microcirugía periapical que les llevó a

manifestar que no se sentían preparados para realizar la práctica preclínica a distancia sin un profesor presente presencialmente que pueda ayudar en el manejo de los instrumentos. Por otro lado, expresaron la ventaja de emplear réplicas humanas fundamentalmente por la gran diferencia en cuanto a la anatomía dentaria y de estructuras orales con el modelo animal. Este fue también el factor peor valorado por los estudiantes del curso anterior que hicieron la práctica preclínica en el modelo animal. Estos últimos también consideraron como ventajas del empleo de réplicas humanas en comparación con modelos animales, la posibilidad de estandarización, la higiene durante el procedimiento y la reproducción más fiable de la anatomía dentaria.

Fase 5: Redacción de la memoria final del proyecto

## ANEXOS

Anexo 1: CBCT de mandíbula humana con patología endodóntica a nivel de la zona molar



- Anexo 2: Imágenes de las distintas fases de la práctica preclínica de microcirugía en el modelo tridimensional final

