

TRABAJO FIN DE GRADO
Grado en Odontología

**ANÁLISIS RADIOGRÁFICO DE LA SUB O SOBRE
EXTENSIÓN DE LA OBTURACIÓN EN
TRATAMIENTOS ENDODÓNTICOS PRECLÍNICOS**

Madrid, curso académico 2024/2025

Número identificativo: 10

RESUMEN

Introducción: La endodoncia es una rama de la Odontología que permite la conservación de dientes con afectación pulpar y vitalidad comprometida. Una de las fases más importantes del tratamiento endodóntico es la obturación radicular, que debe realizarse correctamente para eludir complicaciones como la sobreextensión y la subextensión. Dichas complicaciones, detectables mediante análisis radiográfico, pueden comprometer la eficacia del tratamiento y conducir al fracaso endodóntico.

Objetivos: El objetivo principal de este trabajo de investigación fue analizar las complicaciones en la obturación radicular, con el fin de determinar el error más frecuente cometido por los alumnos de tercer curso de Odontología en sus prácticas preclínicas, así como la influencia de la anatomía según el diente tratado.

Metodología: Previo al estudio experimental, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el tema de investigación. Posteriormente, se analizaron 240 radiografías de la secuencia endodóntica que los alumnos de tercer curso de Odontología de la Universidad Europea de Madrid realizaron en el laboratorio preclínico.

Resultados: Un 58,4 % de las radiografías analizadas presentaban errores de procedimiento: 28,8 % subextensión y 29,6 % sobreextensión. Los incisivos centrales superiores presentaron un mayor porcentaje de obturaciones correctas y los premolares superiores registraron más errores, destacando la sobreextensión.

Conclusiones: La sobreextensión y la subextensión son errores frecuentes en la práctica preclínica. La anatomía radicular puede influir significativamente en la calidad del tratamiento, poniendo de manifiesto la necesidad de reforzar la formación en técnicas de control apical e interpretación radiográfica en la práctica preclínica.

PALABRAS CLAVE

Odontología, endodoncia, obturación radicular, subextensión, sobreextensión.

ABSTRACT

Introduction: Endodontics is a branch of dentistry that enables the preservation of teeth with pulp involvement and compromised vitality. One of the most critical phases of endodontic treatment is root canal obturation, which must be performed correctly to avoid complications such as overextension and underextension. These issues, which are detected through radiographic analysis, can compromise treatment efficacy and lead to endodontic failure. **Objectives:** The primary aim of this research was to analyze complications in root canal obturation in order to identify the most frequent error committed by third-year Dentistry students during their preclinical practice and to assess the influence of anatomy depending on the treated tooth. **Methods:** Prior to the experimental study, an exhaustive literature review related to the research topic was conducted. Subsequently, 240 radiographs from the endodontic sequence, performed by third-year dentistry students at the European University of Madrid in the preclinical laboratory, were analyzed. **Results:** A total of 58,4 % of the analyzed radiographs presented procedural errors: 28,8 % showed underextension and 29,6 % overextension. Maxillary central incisors showed the highest percentage of correct obturations, while maxillary premolars recorded more errors; with the overextension being the most frequent. **Conclusions:** Overextension and underextension are common errors in preclinical practice. Root canal anatomy may significantly influence the quality of endodontic treatment. These findings highlight the need to strengthen training in apical control techniques and radiographic interpretation during preclinical education.

KEYWORDS

Dentistry, endodontics, root filling, underextension, overextension.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Historia de la radiología	5
1.2. La radiología dental	5
1.2.1. Tipos de radiografías	6
1.2.2. Películas radiográficas	7
1.2.3. Equipos radiográficos	7
1.2.4. Técnicas radiográficas	7
1.2.5. Secuencia endodóntica radiográfica	8
1.3. Anatomía dental interna	8
1.3.1. Cámara pulpar	8
1.3.2. Conductos radiculares	9
1.3.3. Accidentes de los conductos radiculares	10
1.4. La obturación radicular	10
1.5. Materiales utilizados en la obturación radicular	11
1.6. Técnicas de obturación radicular	11
1.6.1. Técnica de obturación por condensación lateral	11
1.6.2. Técnica de obturación termoplástica	12
1.7. Complicaciones durante la obturación radicular	12
1.7.1. Riesgos asociados a las complicaciones de la obturación radicular	14
1.8. Justificación	15
1.9. Pregunta PICO	15
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo principal	16
2.2. Objetivos secundarios	16
2.3. Hipótesis	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Revisión bibliográfica y recogida de datos	17
3.2. Aprobación institucional	17
3.3. Consentimiento informado	18
3.4. Proceso de observación	18
3.5. Evaluación de las datos recogidos	22
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSIÓN	27
6. CONCLUSIONES	29
7. SOSTENIBILIDAD	30
7.1. Sostenibilidad social	30
7.2. Impacto medioambiental	30
8. BIBLIOGRAFÍA	31
9. ANEXOS	35
9.1. Anexo 1: Consentimiento informado	35
9.2. Anexo 2: Aprobación del proyecto de investigación	36

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Historia de la radiología

La historia de la radiología tiene sus orígenes en el siglo XIX. Concretamente en las últimas décadas del siglo en la Universidad alemana de Wurtzburgo, donde Wilhelm Conrad Roentgen, un profesor de Física relativamente desconocido en aquel entonces, desempeñaba una gran labor de investigación experimental para analizar el comportamiento de los rayos catódicos en tubos de descarga gaseosa sometidos a altos potenciales eléctricos (1, 2).

En el transcurso de múltiples ensayos experimentales aplicados con diferentes metodologías y utilizando diversos objetos, Roentgen logró obtener la primera imagen radiográfica el 22 de diciembre de 1895: la mano de su esposa, Bertha. La exposición, que tuvo una duración aproximada de 15 minutos, permitió visualizar con nitidez tanto la estructura ósea como el anillo nupcial, estampados en la emulsión fotográfica tras el revelado (1, 2).

Este descubrimiento marcó el inicio de una nueva era en la ciencia y en la medicina, aproximando la aplicación de los rayos X en el ámbito médico. No obstante, siendo desconocidos aún sus efectos nocivos para la salud, el uso indiscriminado de los rayos X acabó provocando múltiples enfermedades de efectos tanto deterministas como estocásticos (3, 4). Esta situación motivó a científicos, como Pierre y Marie Curie o Henri Becquerel, a indagar en el estudio de su aplicación y de los riesgos asociados a la exposición a la radiación (2).

1.2. La radiología dental

La aplicación de las técnicas radiológicas supone una herramienta fundamental en la disciplina de la Odontología e indispensable en la práctica dental para lograr el correcto diagnóstico clínico y la detección de las diversas afecciones bucales (3, 5).

Debido al riesgo que llevan implícitas estas radiaciones ionizantes —incluso a dosis bajas—, toda utilización de la técnica debe estar justificada. Es decir, el beneficio que obtenga el paciente con el examen radiográfico debe ser mayor que el riesgo al que se expone (3).

Siguiendo este postulado, estas técnicas imagenológicas brindan al odontólogo información concisa y rigurosa sobre las estructuras dentales, los tejidos circundantes y las anomalías no detectables en una exploración visual simple. Esta función diagnóstica de la radiología dental es especialmente útil para la prevención, ya que permite la identificación de alteraciones en etapas tempranas (5).

No obstante, es necesario que tanto profesional clínico como paciente sean conocedores de los riesgos que conlleva la exposición a la radiación y por ello, en la consulta odontológica se prioriza la seguridad y protección radiológica de paciente y operador, con el uso de barreras de protección física como protectores tiroideos y/o delantales plomados (3, 4).

1.2.1. Tipos de radiografías

Las técnicas imagenológicas se clasifican en dos grandes grupos según la ubicación de la película radiográfica: radiografías intraorales —en las que esta se coloca dentro de la cavidad oral— y radiografías extraorales —en las que la película se posiciona fuera de la boca del paciente— (4).

Las más utilizadas en la práctica diaria en la consulta odontológica, y las de mayor interés en este proyecto de investigación, son las radiografías intraorales. Dentro de esta categoría, encontramos los siguientes tipos:

- Radiografías de aleta de mordida: hacen posible la visualización de las coronas de los dientes superiores e inferiores y de las crestas alveolares en una sola imagen. Generalmente son empleadas en el diagnóstico de caries proximales (4, 6).
- Radiografías periapicales: este tipo de radiografía permite evaluar la totalidad de un diente específico, incluyendo corona clínica, raíz y ápice del diente y el hueso circundante. Resultan muy útiles para la evaluación de procesos patológicos como caries o periodontopatías (6). Es la técnica de radiografía utilizada en endodoncia por antonomasia.
- Radiografías oclusales: estas radiografías, por su parte, hacen posible visualizar mayor área de hueso y dientes (4). Se utilizan para verificar la existencia de desplazamientos o retenciones dentarias en maxilar superior o inferior (6, 7).

Las radiografías extraorales incluyen:

- Radiografía panorámica u ortopantomografía: esta técnica, desarrollada por Yrjö Paatero en 1949 (6), permite la obtención de una imagen panorámica completa del tercio medio y del superior del rostro —incluyendo dientes, maxilares y estructuras circundantes— en una sola exposición (4). Utilizada para planificar el tratamiento con implantes dentales, comprobar si existen cordales incluidos impactados o detectar problemas mandibulares. No es óptima para la detección de caries.
- Radiografías craneales: se realizan de forma estándar en base a tres proyecciones: axial, lateral y posteroanterior. Ofrecen una visión general estructural ósea (4).
- Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT): esta técnica supone el avance tecnológico más significativo en imagen maxilofacial en la actualidad. Ofrece imágenes radiográficas tridimensionales de la cavidad oral (7).

1.2.2. Películas radiográficas

Las películas radiográficas, también llamadas receptores de imagen, se dividen principalmente en dos tipos. Por un lado, las películas de acción directa son utilizadas en radiografías intraorales por ofrecer gran detalle anatómico de las estructuras. Por otro lado, las películas de acción indirecta reducen la dosis de radiación y son empleadas en radiografías panorámicas y del cráneo (5, 6).

1.2.3. Equipos radiográficos

Todo equipo radiográfico convencional consta de los siguientes componentes: cabeza de tubo, brazos de posicionamiento, panel de control y circuitos. Estas unidades odontológicas pueden ser fijas —a suelo o techo— o móviles (5).

1.2.4. Técnicas radiográficas

Las técnicas radiográficas intraorales utilizadas para radiografías periapicales generalmente son:

- Técnica de bisección: técnica en la que el haz central se proyecta en perpendicular sobre la bisectriz entre el eje central del diente y la película radiográfica. Esta técnica puede ocasionar proyecciones defectuosas y deficiencias de enfoque (6, 8).

- Técnica por paralelismo: la película radiográfica debe colocarse en posición paralela al eje axial del diente, quedando el haz de rayos colocado perpendicular a ambos (6). Esta técnica presenta ventajas en comparación a la técnica de la bisectriz, anteriormente expuesta, como mejor reproducción de la zona apical, menor distorsión de la imagen y una relación corono-radicular más real (8).

- Técnica de Clark: este método resulta de gran utilidad en Endodoncia en aquellos casos en que no es posible emplear la técnica por paralelismo. En este, se realiza una proyección angulada, desplazando haz de rayos a mesial o distal del diente en cuestión. De este modo, se consigue la disociación de raíces y/o conductos (8).

1.2.5. Secuencia radiográfica endodóntica

En endodoncia, la serie radiográfica a seguir consta generalmente de 5 pasos (9):

1. Radiografía inicial
2. Radiografía de conductometría
3. Radiografía de conometría
4. Radiografía de condensación
5. Radiografía final

1.3. Anatomía dental interna

Para comprender la causa y la frecuencia de los errores cometidos en la secuencia endodóntica, tales como la subextensión y sobreextensión de la obturación radicular, es indispensable conocer previamente la anatomía dental interna del diente tratado, ya que esta predispone la aparición de los mismos.

El conocimiento de su morfología interna es fundamental para la aplicación adecuada de las técnicas endodónticas destinadas a preservar su funcionalidad y permanencia en la cavidad oral (9).

1.3.1. Cámara pulpar

La cámara pulpar se corresponde con el espacio anatómico ubicado en la porción coronaria del diente. En su interior alberga la pulpa dental y se halla completamente delimitada por dentina (10). Su morfología varía en función del tipo de diente y grado de desarrollo de la estructura coronaria. La cámara pulpar se comunica con los conductos radiculares a través de los orificios de entrada localizados en el suelo cameral (11, 12).

En cuanto al suelo cameral, debemos destacar las diferencias entre dientes unirradiculares y multirradiculares. En los primeros, este es prácticamente inexistente al haber un único conducto; mientras que en los segundos, aparece definido, de forma cuadrangular y convexo hacia el interior de la cámara pulpar (9). Además de la entrada de los conductos, encontramos otro accidente anatómico llamado *rostrum canalium*, que no es sino una prominencia central del suelo de la cámara pulpar. En determinadas ocasiones, pueden observarse conductos que comuniquen el suelo cameral con el espacio periodontal interradicular (9, 10, 12).

1.3.2. Conductos radiculares

Se trata de las comunicaciones existentes entre cámara pulpar y periodonto, que recorren el transcurso de la zona media de la raíz. El conocimiento detallado de estas configuraciones y su identificación es esencial para la correcta ejecución de tratamientos endodónticos (11). La compleja disposición de conductos múltiples ha dado lugar a una amplia y variada nomenclatura, generando considerable controversia entre los investigadores. No obstante, podemos establecer que las raíces se presentan en tres formas fundamentales (9):

1. Raíces simples: claramente diferenciadas; presentes en dientes unirradiculares o multirradiculares.
2. Raíces bifurcadas: pueden presentarse completamente o parcialmente divididas.
3. Raíces fusionadas: resultan de la unión de dos o más raíces.

En base a esta clasificación, se establecieron cuatro tipos de conductos radiculares con sus respectivas subdivisiones (9, 11):

- Tipo I. Conducto único: asociado a raíces simples o fusionadas con un solo conducto radicular.
- Tipo II. Conducto bifurcado: presente en raíces simples o divididas en las que los conductos se dividen.
- Tipo III. Conducto fusionado: de acuerdo al grado de fusión, se distinguen total, parcial o apicalmente fusionados.
- Tipo IV. Conducto reticular: presenta más de tres conductos paralelos en una raíz, interconectados entre sí. Este patrón puede aparecer en cualquiera de los tipos de raíces anteriormente citados.

1.3.3. Accidentes de los conductos radiculares

Sin embargo, siguen existiendo modificaciones y accidentes añadidos no contemplados en las clasificaciones anteriores. Con el fin de esclarecer la controvertida cuestión, se establecieron clasificaciones de relevantes autores como Vertucci, Weine y Pagano (9, 11).

1.4. La obturación radicular

La obturación de los conductos radiculares representa la fase final en el tratamiento endodóntico (9). No obstante, debemos otorgarle la misma importancia que al resto de pasos de la secuencia de la endodoncia, ya que una obturación radicular deficiente constituye una causa común de fracaso endodóntico. Su principal objetivo reside en conseguir un sellado tridimensional y hermético, promover la acción antiséptica y favorecer la curación de la periodontitis apical o evitar la aparición de la misma. (9, 12, 13).

El éxito de una obturación radicular radica en que su extensión alcance la constricción apical sin llegar a sobrepasarla, además de lograr un nivel de condensación aceptable y suficiente que garantice la ausencia de espacios vacíos, tanto en el interior del material de obturación, como entre las paredes del conducto radicular y el material (9). Algunas de las cuestiones más controvertidas en endodoncia son el límite apical del tratamiento y la obturación del conducto (14).

1.5. Materiales utilizados en la obturación radicular

Como se ha comentado en el apartado anterior, para obturar el sistema de conductos por completo ha de utilizarse un material estable y con el que sea posible lograr un correcto sellado apical, evitando así que las bacterias puedan penetrar de nuevo en el conducto (9, 12). En este caso, los alumnos utilizaron puntas de gutapercha y cemento sellador de conductos radiculares.

- Conos de gutapercha: principal material utilizado en la obturación radicular. Existen puntas estandarizadas y puntas accesorias; estas últimas con mayor conicidad, complementarias en la condensación lateral (9, 13). Una de sus propiedades más importantes es su viscoelasticidad, esto es, la capacidad de sufrir una deformación plástica que facilita su adaptación a las paredes del conducto. Además de esto, debe reseñarse su biocompatibilidad y estabilidad dimensional (9).

- Cemento sellador: necesario para rellenar el espacio existente entre los conos de gutapercha y las paredes del conducto, garantizando el sellado hermético (9, 13). Entre sus otras propiedades ideales encontramos la de ser biocompatibles e inocuos para los tejidos perirradiculares, poseer fraguado lento, o ser radiopacos para su visualización radiográfica (14).

1.6. Técnicas de obturación radicular

La literatura científica establece que la correcta realización de la técnica de obturación consistirá en una normoextensión y una normocondensación, a 1 mm del ápice radiográfico y a lo largo del conducto, para evitar el fracaso endodóncico a largo plazo (9).

1.6.1. Técnica de obturación por condensación lateral

Se trata de una técnica muy común de obturación radicular. Tras la preparación del conducto, se selecciona un cono de gutapercha estándar del mismo calibre del conducto —cono que recibirá el nombre de cono principal o maestro—. Una vez comprobada la radiografía de conometría y constatado el resultado deseado, extraemos el cono de gutapercha, lo cubrimos de cemento sellador y volvemos a introducirlo en el conducto en la misma posición hasta 1 mm de la longitud de trabajo. (14).

La condensación lateral nos permitirá, mediante el uso de espaciadores y conos accesorios, lograr la correcta obturación del conducto radicular. Una vez finalizada, el excedente de los conos de gutapercha será cortado a nivel del orificio de entrada del conducto con un instrumento caliente (9, 13).

1.6.2. Técnica de obturación termoplástica

Tras la preparación y secado del conducto, se introduce la gutapercha estandarizada a la preparación previa. Una vez comprobada radiográficamente su longitud correcta, se introduce nuevamente con cemento. Se realiza una primera fase de transmisión de calor al tercio apical de esa gutapercha (downpack) con un aplicador de calor, que permite la adaptación de la misma. La segunda fase, consiste en inyectar gutapercha a través de una pistola rellenando los tercios coronal y medio (backfill) (14).

La principal desventaja de esta técnica es la falta de control de la longitud —que se traduce en sobreextensión o subextensión de la obturación— (9, 14).

1.7. Complicaciones durante la obturación

Además de los requisitos para el éxito en la obturación radicular, no debemos olvidar los riesgos asociados a las complicaciones durante el tratamiento de conductos. Son imprescindibles la limpieza y la preparación adecuadas previas para el éxito de la obturación del sistema radicular (13, 14).

Los errores más habituales que pueden producirse, y que van a examinarse en este trabajo de investigación empírica, son:

- **Sobreextensión:** se define como la extrusión del material de obturación más allá del foramen apical del diente, sin que se produzca sellado apical y sin que se haya rellenado correctamente la totalidad del conducto. Esta complicación, además de poder producir una reacción periapical, deja espacios en el conducto susceptibles de colonización bacteriana (15).

Radiográficamente, se distingue una radiopacidad discontinua en el tercio apical del conducto, donde la gutapercha no rellena por completo el volumen del conducto (Figura 1) (16, 17).



Figura 1: Ejemplo de sobreextensión de la obturación radicular. Película radiográfica intraoral. Elaboración propia.

- Sobreobturación: en este caso, el material de obturación rellena y sella el conducto tridimensionalmente; el excendente del material se extruye a través del ápice (Figura 2). En la radiografía aparece una radiopacidad continua a lo largo del conducto (15, 16). Suele aparecer cuando el conducto no se ha instrumentado adecuadamente y el tamaño del foramen no se ha calibrado correctamente (18).

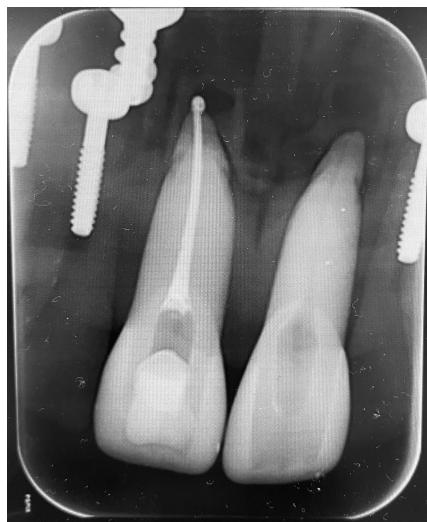


Figura 2: Ejemplo de sobreobturación. Película radiográfica intraoral. Elaboración propia.

- Subextensión: no se alcanza la longitud de trabajo adecuada (Figura 3), el material de obturación queda a más de 2 mm del ápice del diente (9, 15, 17).

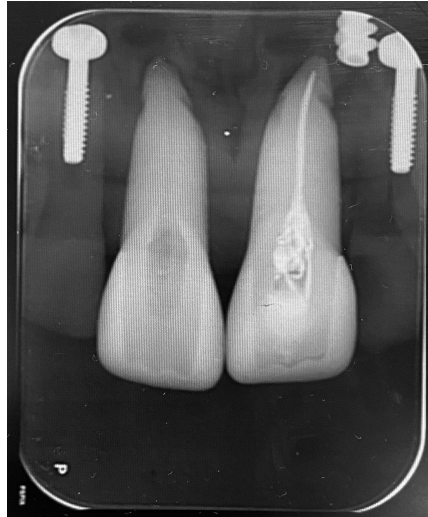


Figura 3: Ejemplo de subextensión de la obturación radicular. Película radiográfica intraoral. Elaboración propia.

- Subobturación: no alcanza la longitud correcta de trabajo (15) y denota una deficiencia en la condensación del material de obturación en el conducto radicular, presentando estas zonas no rellenas que pueden colonizar las bacterias (9).

1.7.1 Riesgos asociados a las complicaciones de la obturación radicular

Entre las causas comunes del fracaso del tratamiento endodóntico, encontramos los asociados a la longitud de la obturación radicular (19).

Una de las complicaciones derivadas de una obturación radicular sobreextendida o sobreobturada es el daño al nervio dentario inferior subyacente (20). Esta es una complicación relativamente poco frecuente, pero que debe mencionarse debido a su gravedad. Puede ocurrir en molares inferiores cuando el material de obturación —en este caso, el cemento sellador— se extruye en grandes cantidades más allá del foramen apical provocando enfermedades como la periodontitis apical infecciosa causada por los microorganismos que logran colonizar el conducto radicular sin sellado apical (21, 22).

1.8. Justificación

Este proyecto de investigación nos permite profundizar y analizar los errores acaecidos durante la obturación radicular, una de las fases más importantes de la secuencia endodóntica. La endodoncia nos permite conservar dientes tras perder estos su vitalidad, contribuyendo a la función y salud bucodental del paciente.

En este estudio, nos centramos en los estudiantes de tercer curso del grado de Odontología que realizaron el tratamiento endodóntico preclínico. Se observaron las radiografías finales de la secuencia, con el fin de analizar los posibles errores cometidos por los alumnos durante la obturación radicular. Esto nos permitirá implementar estrategias orientadas a mejorar la técnica y la calidad de los tratamientos futuros realizados por los estudiantes.

1.9. Pregunta de investigación

Para elaborar la pregunta de investigación, se aplicó la metodología PICO (acrónimo del inglés Patient, Intervention, Comparison, Outcome). Se detallaron estos cuatro componentes clave:

- P (paciente o problema): Diente tratado endodónticamente por estudiantes de tercer curso de Odontología
- I (intervención): Subextensión
- C (comparación): Sobreextensión
- O (resultados): Error más frecuente identificado radiográficamente

Pregunta PICO: En dientes tratados endodónticamente por estudiantes de tercer curso de Odontología, ¿la subextensión, en comparación con la sobreextensión, es el error más frecuente identificado mediante análisis radiográfico?

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo principal

Determinar cuál es el error más frecuente que cometen los alumnos de tercer curso de Odontología durante la obturación radicular en la secuencia endodóntica.

2.2. Objetivos secundarios

Evaluar la influencia de la anatomía del conducto radicular entre los diferentes dientes de estudio en los errores de la obturación radicular.

2.3. Hipótesis

Dado que los alumnos de tercer curso de Odontología se encuentran en las etapas iniciales de su formación preclínica, es previsible que se cometan errores técnicos en la obturación radicular durante la realización de los tratamientos endodónticos, en especial, aquellos relacionados con la longitud del relleno del conducto radicular.

Con este análisis radiográfico, podremos identificar el error más frecuente en la obturación —subextensión o sobreextensión— así como la existencia de patrones, permitiendo reforzar y mejorar aspectos clave en el aprendizaje.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Revisión bibliográfica y recogida de datos

La recopilación de datos se ha realizado en el laboratorio de prácticas preclínicas de la Universidad Europea de Madrid, espacio en el que los estudiantes de tercer curso de Odontología desarrollaron la actividad práctica de Endodoncia correspondiente a la asignatura de “Terapéutica II”, impartida en el segundo cuatrimestre del curso. La información ha sido obtenida de las radiografías de la secuencia radiográfica de endodoncia realizada por dichos alumnos, en concreto de la radiografía final de incisivo y premolar.

Adicionalmente, se ha realizado una revisión bibliográfica por medio de buscadores de artículos de literatura científica. Estas plataformas empleadas fueron PubMed, Medline y la Biblioteca CRAI UEM. Los artículos en cuestión fueron seleccionados mediante un cribado con los siguientes términos clave: “Odontología”, “endodoncia”, “obturación radicular”, “subextensión”, “sobreextensión”.

Inicialmente, la búsqueda se limitó al español y posteriormente se amplió al inglés para abarcar más literatura científica. Por otra parte, las condiciones de inclusión para la selección de artículos fueron que estos estuvieran publicados en medios académicos validados (libros editados, revistas indexadas y trabajos en bases de datos) y poseer una antigüedad no superior a los quince años desde su publicación.

3.2. Aprobación institucional

Una vez definido el objeto de estudio, se tramitó una solicitud formal ante el Departamento / Facultad para así obtener la autorización correspondiente para la realización del proyecto. La propuesta fue aprobada con el siguiente código OD. 059/2425.

La autorización expresa de la respuesta por parte del Departamento se incluye en el apartado de “Anexos”, donde se ha adjuntado el correo electrónico para su visualización.

3.3. Consentimiento informado

Todos los estudiantes que fueron considerados para la realización de este proyecto de investigación establecieron su conformidad con la utilización de los datos con fines académicos. Este acuerdo se formalizó con la firma del consentimiento informado, documento disponible para su visualización en el apartado de “Anexos”.

3.4. Proceso de observación

El enfoque central de esta investigación se ha basado en la observación de la práctica de la secuencia endodóntica realizada por los estudiantes de tercer curso de Odontología, específicamente del tratamiento endodóntico realizado en el incisivo central superior derecho y en el primer premolar superior izquierdo.

Los materiales utilizados en la práctica han sido:

I. Tipodonto y diente objeto de estudio

Los dientes de resina utilizados para la práctica son Frasaco ANA4Z3RN11 y ANA4Z3RN24. El tipodonto utilizado en la asignatura de “Terapéutica dental II” es Frasaco ANA4VEOK903 (Figura 4).



Figura 4: Tipodonto Frasaco ANA4VEOK903. Elaboración propia.

II. Películas radiográficas

Como se ha expuesto en apartados anteriores, las películas radiográficas ideales para ser utilizadas de forma intraoral, y que van a ser utilizadas en la práctica por los alumnos, son las películas de acción directa o sin pantalla (Figura 5). Estas nos ofrecen una alta calidad de imagen y detalle anatómico.



Figura 5: Película radiográfica intraoral. Elaboración propia.

III. Equipo radiográfico

En la práctica se han utilizado unidades fijas de equipo radiográfico localizadas en habitáculos (Figuras 6, 7 y 8) independientes con pulsadores externos, evitando todo riesgo de exposición a la radiación.



Figura 6: Sala de rayos X. Elaboración propia.



Figuras 7 y 8: Unidad fija de equipo radiográfico. Tipodonto con película radiográfica colocada en el diente objeto de estudio. Elaboración propia.

IV. Revelador y software digitales de radiografías

En esta práctica se ha utilizado el método de revelado radiográfico digital, donde la imagen se revela directamente mediante software (Figuras 9 y 10). Supone la técnica más común en la actualidad debido a sus ventajas, entre las cuales destacan la ausencia de contacto con químicos, presentes en el arcaico revelado manual, y un tiempo de revelado más corto.

Para su revelado, las películas radiográficas son colocadas en el receptor radiográfico y, una vez procesada la imagen, aparece en la pantalla del ordenador para su almacenamiento (13).

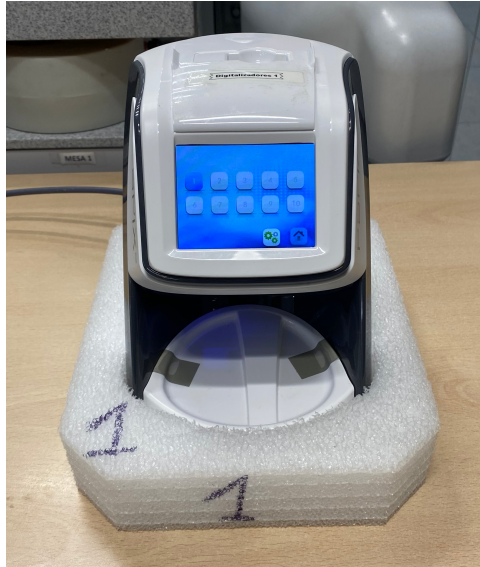


Figura 9: Revelador digital de rayos X. Elaboración propia.



Figura 10: Ordenador portátil con software digital de revelado de radiografías. Elaboración propia.

V. Materiales de obturación radicular

En cuanto a los materiales necesarios para la obturación del canal radicular del diente objeto de estudio, encontramos diferentes tipos según su función:

- Conos de gutapercha Autofit.
- Cementos selladores del canal radicular (AH Plus) (Figura 11).



Figura 11: Cemento sellador de canal radicular.
Elaboración propia.

3.5. Evaluación de los datos recogidos

Los datos obtenidos han sido representados de forma gráfica en diagramas de Microsoft Excel, optimizando nuestra capacidad analítica para valorar los patrones en los errores de la obturación radicular.

4. RESULTADOS

Se han analizado un total de 240 muestras de las radiografías realizadas por los alumnos de 3º curso de Odontología durante la práctica preclínica de Endodoncia. Cada imagen fue analizada manualmente para determinar la presencia o ausencia de subextensión o sobreextensión del material de obturación.

Mediante la búsqueda bibliográfica se identificaron un total de 62 artículos, de los cuales 26 fueron seleccionados tras aplicar criterios de inclusión y exclusión —31 se excluyeron tras la lectura del resumen y 5 fueron excluidos por no cumplir los criterios establecidos— (Figura 12).

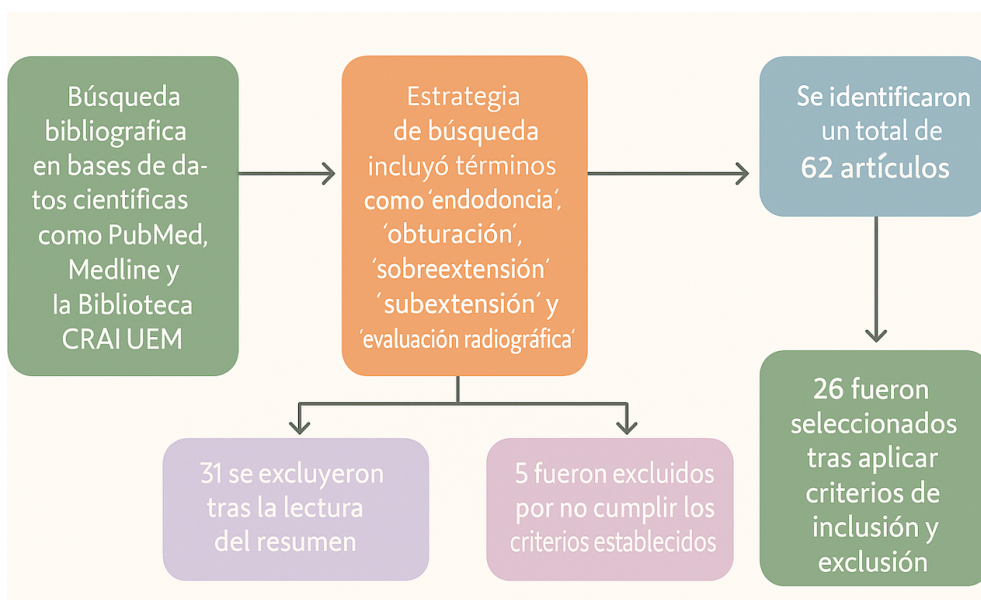


Figura 12: Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica y criterios de inclusión y exclusión. Elaboración propia.

Las muestras utilizadas se corresponden con las radiografías finales de la secuencia endodóntica, perteneciendo 120 muestras a la radiografía final del incisivo, y otras 120 a la radiografía final del premolar. De este modo, valoraremos los patrones en los errores cometidos en la obturación radicular pudiendo comparar la influencia de la anatomía radicular de ambos dientes.

En cuanto a la obturación radicular en el incisivo, se hallaron los siguientes resultados de las 120 muestras: 61 obturaciones radiculares correctamente realizadas con buen sellado apical (50,8 %), 32 casos de subextensión de la obturación radicular

(26,7 %) y 27 casos de sobreextensión de la obturación radicular (22,5 %) (Figura 13).

OBTURACIÓN RADICULAR EN INCISIVO

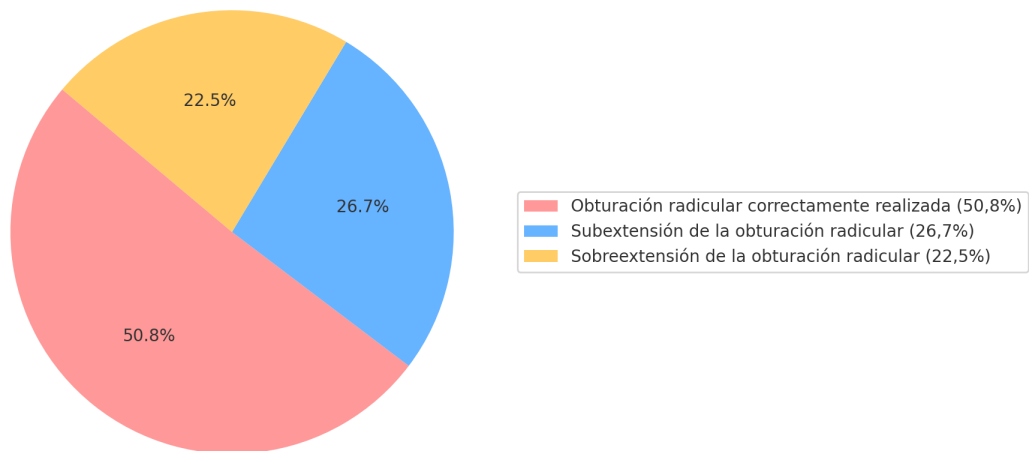


Figura 13: Gráfico circular con porcentajes de accidentes y ausencia de los mismos en la obturación radicular del incisivo. Elaboración propia.

En contraposición a los resultados anteriores, en relación al premolar encontramos los siguientes resultados de las 120 muestras pertinentes: 39 obturaciones radiculares correctamente realizadas con buen sellado apical (32,5 %), 37 casos de subextensión (30,8 %) y 44 casos de sobreextensión (36,7 %) (Figura 14).

OBTURACIÓN RADICULAR EN PREMOLAR

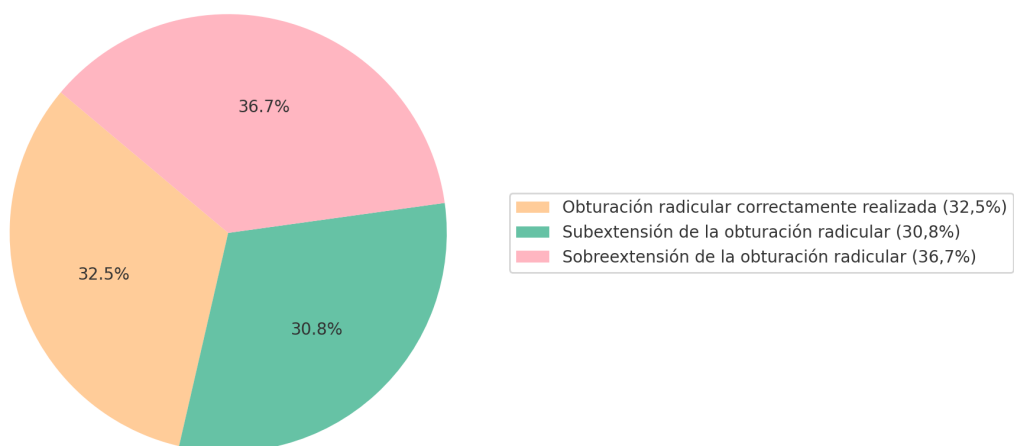


Figura 14: Gráfico circular con porcentajes de accidentes y ausencia de los mismos en la obturación radicular del premolar. Elaboración propia.

Una vez expuestos estos datos, podemos comparar la incidencia de cada error — subextensión y sobreextensión— en cada diente de estudio: incisivo y premolar.

En las muestras se hallaron un total de 69 casos de subextensión de la obturación, de los cuales 32 ocurrieron en la obturación del incisivo (46,4 %), y 37 en el premolar (53,6 %). Estos datos, bastante similares en cada diente de estudio, no nos aportan clara evidencia sobre la causa de la complicación de la obturación (Figura 15).

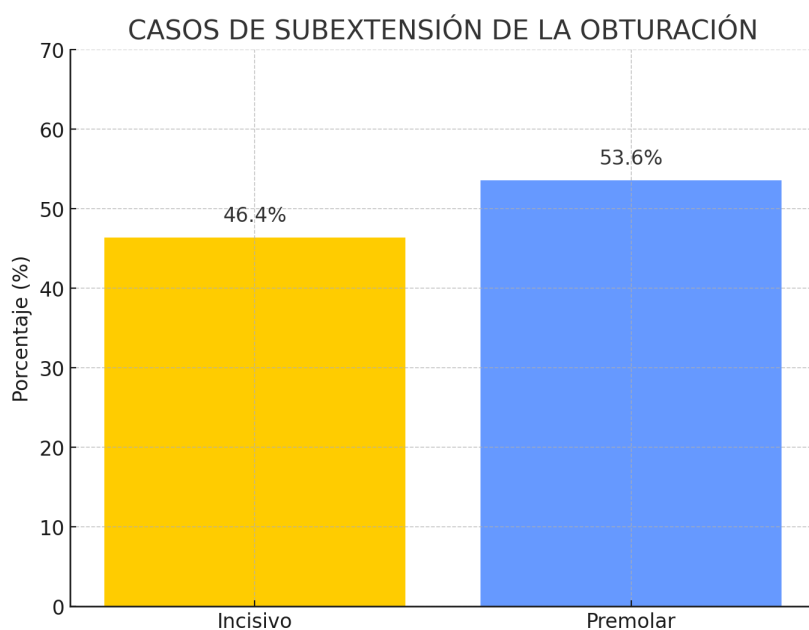


Figura 15: Diagrama de barras con comparación de casos de subextensión en incisivo y premolar. Elaboración propia.

Sin embargo, en el caso de la sobreextensión de la obturación radicular, con un total de 71 casos encontrados en las muestras, hallamos 27 casos en el incisivo (38 %) frente a 44 casos en el premolar (62 %) (Figura 16). Podemos aquí apreciar un claro incremento de casos de sobreextensión de la obturación realizada por los alumnos.

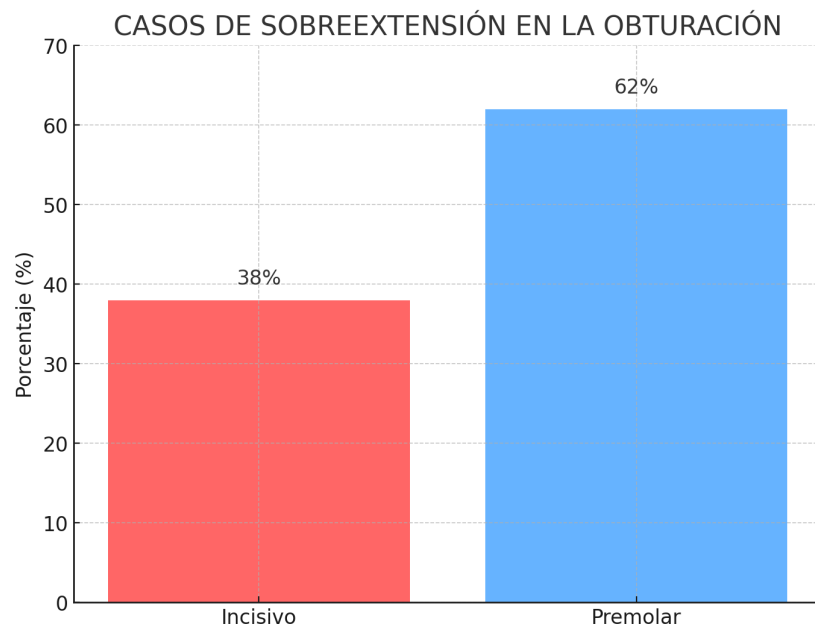


Figura 16: Diagrama de barras con comparación de casos de sobreextensión en incisivo y premolar. Elaboración propia.

Para lograr una comparación global de los casos totales, se ha realizado un diagrama de barras (Figura 17) en el que se representan las tres categorías — subextensión, sobreextensión y normoextensión— del total de las muestras. Del total de las 240 radiografías se hallaron 69 casos de subextensión (28,8 %), 71 de sobreextensión (29,6 %) y 100 de normoextensión de la obturación radicular (41,6 %).

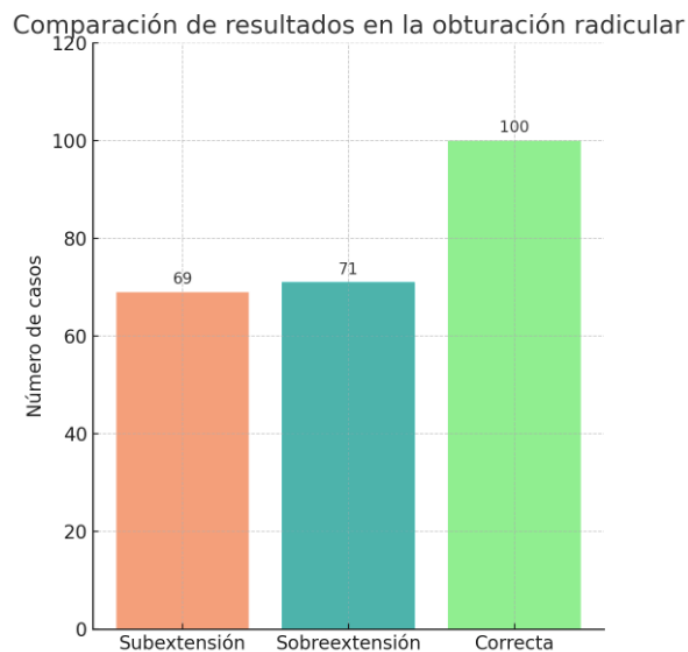


Figura 17: Diagrama de barras con comparación del total de los casos. Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

El análisis radiográfico de las 240 muestras recogidas evidencia que tanto la subextensión como la sobreextensión de la obturación radicular son errores comunes en la práctica preclínica de los estudiantes de tercer curso de Odontología. Aunque los porcentajes fueron similares en ambas complicaciones (28,8 % de subextensión frente a 29,6% de sobreextensión), podemos observar un patrón en función del diente tratado.

En el caso del incisivo central —que presenta un solo conducto y cuya anatomía es más sencilla— predominó la normoextensión (50,8 %). Por el contrario, en el premolar —con una morfología más compleja de sus conductos— se evidenció un aumento significativo en los errores, especialmente en los casos de sobreextensión (36,7 %).

Estos resultados coinciden con los obtenidos en el estudio de Yavari et al. (23), donde se constató que los tratamientos realizados por estudiantes no graduados presentaron un porcentaje considerable de obturaciones radiculares de longitud incorrecta, especialmente en dientes multirradiculares. Esto nos induce a reflexionar que la falta de experiencia clínica y la influencia de la anatomía son factores que aumentan, y más aún combinados, la probabilidad de incurrir en el error en la obturación radicular.

Siguiendo este razonamiento, el estudio realizado por Elsayed et al. (24) reveló que los errores en la obturación están directamente relacionados con la inexperiencia del operador, la falta de dominio de la técnica y la escasa familiaridad con la anatomía radicular. El alto porcentaje obtenido para la subextensión de la obturación radicular de nuestro estudio puede deberse, en parte, a una tendencia conservadora de los alumnos en la longitud de trabajo por temor a la extrusión del material, derivando en un sellado incompleto y en un mayor riesgo del fracaso del tratamiento.

Nuestros hallazgos coinciden parcialmente con lo descrito en el estudio de Yousuf et al. (25), en el que la subobturación, seguido de la sobreobturación, fue el error más frecuente entre los estudiantes. Al igual que en este estudio, existe una alta incidencia de errores cometidos, aunque en nuestro caso ambos errores fueron muy similares en número. El estudio de Yousuf et al. también destacó que los dientes posteriores multirradiculares eran más propensos a errores, hecho que se justifica por su compleja morfología radicular y dificultad de acceso (9, 18, 25).

Esta dificultad técnica tiene consecuencias clínicas, también documentadas en

estudios como el de Kim et al. (26), que presenta una serie de casos en los que la extrusión del material de obturación a través del foramen apical provocó complicaciones neurológicas, como parestesia del nervio alveolar inferior. A pesar de que el presente trabajo se desarrolla en un ambiente preclínico —sin pacientes reales— la alta prevalencia de sobreextensiones en premolares indica una deficiencia en la formación del alumnado que podría tener consecuencias clínicas (20, 22).

Con todo esto, concluimos que la formación debe centrarse en reforzar el uso y la interpretación crítica de las radiografías en cada fase del tratamiento endodóntico. El objetivo no debe ser únicamente evitar errores, sino también entender su idiosincrasia para así poder corregirlos.

En definitiva, este estudio no sólo tiene como propósito identificar los errores más frecuentes cometidos durante la obturación radicular en el contexto preclínico, sino también poner en valor la importancia de adaptar la formación técnica y teórica a las limitaciones del aprendizaje inicial. La integración de simulación clínica avanzada, la retroalimentación individualizada y una mayor exposición a casos con anatomías variadas podrían representar mejoras significativas para la enseñanza de la endodoncia preclínica a nivel universitario.

6. CONCLUSIONES

1. El análisis radiográfico de las 240 muestras obtenidas concluye que el error más frecuente cometido por los alumnos de tercer curso de Odontología durante la obturación radicular fue la sobreextensión, seguida muy de cerca por la subextensión.

2. Existe una relación clara entre la anatomía radicular y los errores durante la obturación. El incisivo central superior presentó menos errores de procedimiento frente a los premolares. Este hallazgo pone de manifiesto que la complejidad anatómica es directamente proporcional a la aparición de errores en la técnica.

7. SOSTENIBILIDAD

Esta sección analiza cómo puede la sostenibilidad integrarse en la práctica odontológica, incluso en el marco de la endodoncia, favoreciendo un enfoque responsable desde el punto de vista social y medioambiental.

7.1. Sostenibilidad social: fomentar una formación odontológica de calidad, facilitando que los alumnos adquieran las competencias clínicas adecuadas y garantizando una atención segura y eficaz en el futuro ejercicio profesional. La sostenibilidad social se ve favorecida en la preparación de profesionales capacitados para atender a la población.

7.2. Impacto medioambiental: en el ámbito preclínico es posible aplicar estos principios a través del uso eficiente de materiales, la gestión adecuada de los residuos generados y la incorporación de productos respetuosos con el medio ambiente. Asimismo, el uso de tecnologías digitales de imagen contribuye a la reducción del impacto ambiental.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Adrian M. K. Thomas, Arpan K. Banerjee. The History of Radiology. 2013 May https://books.google.es/books?id=y44bO1oCho8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
2. Journal of Vascular Surgery. The history of radiation use in medicine. J Vasc Surg. 2011; 53: 3S–5S. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.07.024>
3. Barba Ramírez L., Ruiz García de Chacón V., Hidalgo Rivas A.. El uso de rayos X en odontología y la importancia de la justificación de exámenes radiográficos. 2020 Ago [citado 2025 Abr 09]; 36(3): 131-142. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852020000300002&lng=es
4. Rivas Espinoza AJ, Ríos Gómez S. Seguridad y protección radiológica en procedimientos imagenológicos dentales. Int J Odontostomatol. 2018;12(3):297–302. Disponible en: <https://ijodontostomatology.com/es/articulo/seguridad-y-proteccion-radiologica-en-procedimientos-imagenologicos-dentales/>
5. Eric Whittes ND. Fundamentos de radiología dental. España: Elsevier Masson; 2021. <https://books.google.es/books?id=NaFIBAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false>
6. González-Medina G, et al. Control de calidad en el diagnóstico radiográfico. Rev Esp Cir Oral Maxilofac. 2015;37(1):1-10. Disponible en: <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=13151643&r=9>
7. White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology: Principles and Interpretation. 7th ed. St. Louis: Mosby; 2014. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/oral-radiology/white/978-0-323-12238-5>
8. Guerra PJA, Trujillo SZC, Coste RJ, et al. Efectividad de los métodos radiográficos periapicales por paralelismo y bisección. Rev Ciencias Médicas. 2019;23 (5):654-663. <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2019/rcm195h.pdf>

9. Carlos Canalda Sahli EBA. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. Elsevier Masson; 2019. https://www.academia.edu/40060605/Endodoncia_T%C3%89CNICAS_CL%C3%8DNICAS_Y_BASES_CIENT%C3%8DFICAS
10. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. J Endod. 2004; 30(1): 5-16. https://personal.us.es/segurajj/documentos/PTD-III/Art%C3%ADculos%20primer%20parcial/Krasner_and_Rankow_JOE_2004.pdf
11. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH. A new system for classifying root and root canal morphology. Int Endod J. 2017 Aug;50(8):761-770. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12685>
12. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the Pulp. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2016. https://amu.edu.az/storage/files/22/D%C9%99rslikl%C9%99r/Cohens-Pathways-of-the-Pulp-11e_1.pdf
13. Torabinejad M, Walton RE. Endodontics: Principles and Practice. 5th ed. St. Louis: Saunders; 2015. [https://rlmc.edu.pk/themes/images/gallery/library/books/dental/\[Richard_E._Walton,_Mahmoud_Torabinejad\]_Principle\(BookFi\).pdf](https://rlmc.edu.pk/themes/images/gallery/library/books/dental/[Richard_E._Walton,_Mahmoud_Torabinejad]_Principle(BookFi).pdf)
14. Nair MK, Levin MD, Nair UP. Radiographic interpretation. In: Berman LH, Hargreaves KM, Rotstein I, eds. Cohen's Pathways of the Pulp. 12th ed. St Louis, MO: Elsevier; 2021:chap 1, 2. https://www.academia.edu/16279447/Cohens_Pathways_of_the_Pulp_10th_ed_dentistry_K_Hargreaves_et_al_Mosby_2011_BBS
15. Mariana OC, Fadel OP. OBTURACIÓN RADICULAR. Edu.ar. 2024 Apr. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/15830/Obturaci%C3%B3n%20radicular.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
16. Malagnino VA, Pappalardo A, Plotino G, Carlesi T. The fate of overfilling in root canal treatments with long-term follow-up: a case series. Restor Dent Endod. 2021 Apr 29;46(2):e27. <https://rde.ac/journal/view.php?doi=10.5395/rde.2021.46.e27>
17. Nair P N. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. Int Endod J 2006; 39: 249-281 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01099.x>

18. Mehta D, Coleman A, Lessani M. Success and failure of endodontic treatment: predictability, complications, challenges and maintenance. *Br Dent J*. 2025 Apr;238(7):527-535. <https://www.nature.com/articles/s41415-025-8453-5>
19. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent* 2016;10:144-7. <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.4103/1305-7456.175682.pdf>
20. Escoda-Francoli J, Canalda-Sahli C, Soler A, Figueiredo R, Gay-Escoda C. Inferior alveolar nerve damage because of overextended endodontic material: a problem of sealer cement biocompatibility? 2007 Dec;33(12):1484-9. [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(07\)00832-1/abstract](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(07)00832-1/abstract)
21. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*. 2008 Nov;34(11):1291-1301 [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(08\)00686-9/abstract](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(08)00686-9/abstract)
22. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2019 May 1;24 (3):e364-72. <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/aop/22907.pdf>
23. Yavari H, Samiei M, Shahi S, Borna Z, Abdollahi AA, Ghiasvand N, Shariati G. Radiographic evaluation of root canal fillings accomplished by undergraduate dental students. *Iran Endod J*. 2015;10(2):127-30. Epub 2015 Mar 18. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4372788/>
24. Elsayed MA, Islam MS, Saleh DR, Alnahdi AM, Padmanabhan V. Endodontic Procedural Errors and Associated Factors among Undergraduate Dental Students: A Cross-sectional Study. *J Contemp Dent Pract*. 2023 Dec 1;24(12):998-1007. <https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-3614>
25. Yousuf W, Khan M, Mehdi H. Endodontic Procedural Errors: Frequency, Type of Error, and the Most Frequently Treated Tooth. 2015; 2015:673914. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2015/673914>

26. Kim J-E, Cho J-B, Yi W-J, Heo M-S, Lee S-S, Choi S-C, et al. Accidental overextension of endodontic filling material in patients with neurologic complications: a retrospective case series. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 45: 20150394. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5084700/pdf/dmfr.20150394.pdf>

9. ANEXOS

ANEXO 1 - CONSENTIMIENTO INFORMADO

SALA DE SIMULADORES

FACULTAD DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DE LOS DATOS DE ACTIVIDADES PRECLÍNICAS EN LAS ASIGNATURAS DE ODONTOLOGÍA CON FINES DE INVESTIGACIÓN

Introducción

Las prácticas preclínicas contribuyen de forma significativa a mejorar la seguridad del paciente dentro del marco de la asistencia sanitaria que reciben. Por lo tanto, las actividades preclínicas realizadas en la Sala de Simuladores suponen una herramienta de gran valor para el entrenamiento y aprendizaje de habilidades técnicas y competencias profesionales.

Propósito y confidencialidad

El objetivo de la recolección y uso de los datos de las actividades del participante realizadas en la sala de simuladores, permite comprobar diferentes habilidades, técnicas y competencias involucradas en la práctica odontológica.

Los datos recogidos con fines docentes, serán tratados de manera confidencial. Estos datos, de forma anonimizada, podrán ser utilizados con fines de investigación y posterior difusión en proyectos de investigación, congresos especializados, publicaciones científicas y otras formas de difusión académica.

Usted puede negarse a el uso de los datos con dichos fines, sin que esto suponga repercusión alguna en la evaluación de su actividad docente. Puede ejercer este derecho en cualquier momento de la actividad. Si tiene cualquier duda al respecto, puede contactar con el profesor responsable.

Por todo ello,

D./ Dña. _____ D.N.I nº _____, en mi propio nombre y derecho manifiesto mi CONSENTIMIENTO para que los datos recogidos durante las prácticas en la sala de simuladores puedan ser utilizados en investigación y posterior difusión científica.

En Villaviciosa de Odón, a _____ de _____ de 202____.

Firma del Participante:

Responsable de la actividad: Universidad Europea de Madrid

Los datos que se faciliten a la Universidad en virtud del presente documento serán tratados por el responsable del tratamiento, UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, S.A.U., con las finalidades de gestión de las presentes prácticas preclínicas e investigación y difusión científica. La base para el tratamiento de los datos personales facilitados al amparo del presente documento se encuentra en el desarrollo y ejecución de la relación formalizada con el titular de los mismos; así como en el cumplimiento de obligaciones legales de UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, S.A.U., y el consentimiento inequívoco del titular de los datos. Los datos facilitados en virtud del presente documento se incluirán en un fichero automatizado cuyo responsable es UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, S.A.U., con domicilio en la C/ Tajo, s/n, 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid). Asimismo, de no manifestar fehacientemente lo contrario, el titular consiente expresamente el tratamiento automatizado total o parcial de dichos datos por el tiempo que sea necesario para cumplir con los fines indicados. El titular de los datos tiene derecho a acceder, rectificar y suprimir los datos, limitar su tratamiento, oponerse al tratamiento y ejercer su derecho a la portabilidad de los datos de carácter personal, todo ello de forma gratuita, tal y como se detalla en la información completa sobre protección de datos, en el enlace <https://universidadeuropea.com/politica-privacidad/>.

ANEXO 2 - APROBACIÓN DEL PROYECTO POR PARTE DEL DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA

Te escribimos para informarte de que después de la reunión de la Coordinación de Trabajos de Fin de Grado de Odontología, el Proyecto de Investigación presentado cuenta con la aprobación del Departamento.

A continuación, se indica el código que el alumno debe de indicar en el trabajo, en la sección de Metodología, para reflejar que cuenta con la aprobación del departamento: **OD.059/2425**