



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL

ERRORES DE PROCEDIMIENTO EN LOS TRATAMIENTOS  
ENDODÓNTICOS REALIZADOS EN LA CÁTEDRA DE ENDODONCIA DE LA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA – ULA

**www.bdigital.ula.ve**

**Autoras:**

Br. María D. Viña S.  
Br. Edith A. Avendaño G.

**Tutor:**

Prof. Carlos Terán

Mérida-Venezuela, octubre de 2025



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL

**ERRORES DE PROCEDIMIENTO EN LOS TRATAMIENTOS  
ENDODÓNTICOS REALIZADOS EN LA CÁTEDRA DE ENDODONCIA DE LA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA – ULA  
(Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Odontólogo)**

**www.bdigital.ula.ve**

**Autoras:**

Br. Maria D. Viña S.  
Br. Edith A. Avendaño G.

**Tutor:**

Prof. Carlos Terán

Mérida-Venezuela, octubre de 2025

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso por permitirnos materializar nuestro sueño y encontrarnos en la recta final del mismo.

A nuestros padres por el apoyo incondicional, para poder cumplir todos nuestros objetivos personales y académicos, con su cariño nos han impulsado siempre a perseguir las metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer a la Universidad de Los Andes, la casa de estudios que nos educó.

A la Facultad de Odontología, por formarnos como profesional odontológico.

A los profesores de cada catedra de la FOULA, que han sido parte de nuestro camino universitario, les queremos agradecer por transmitirnos los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

A nuestro tutor, Prof. Carlos Terán, por su paciencia, solidaridad y apoyo para la realización de esta investigación.

A los miembros del jurado, por las observaciones, correcciones y paciencia que tuvieron con nosotras.

A la Cátedra de Endodoncia, y a todos sus integrantes, por permitir realizar esta investigación en su seno.

Al centro de Investigaciones Odontológicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, por su contribución en el desarrollo de la investigación.

A todos, los que estuvieron presentes en esta travesía.

¡Gracias!

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	4
1.2    Objetivos de la Investigación .....	6
1.2.1    Objetivo General .....	6
1.2.2.    Objetivos Específicos .....	7
1.3 Justificación .....	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	9
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	9
2.1.1 Estudios en América .....	9
2.1.2 Estudios en Europa .....	11
2.1.3 Estudios en Asia.....	13
2.2 Bases Conceptuales.....	15
2.2.1 Errores de procedimiento en tratamientos endodónticos .....	15
2.2.2 Clasificación de los errores de procedimiento en tratamientos endodónticos en base al tiempo operatorio .....	15
2.2.3 Apertura cameral.....	16
2.2.4 Errores de procedimiento en tratamientos endodónticos relacionados con apertura cameral .....	17
2.2.4.1 Apertura insuficiente.....	17
2.2.5 Preparación biomecánica .....	20
2.2.6 Errores de procedimiento en tratamientos endodónticos relacionados con preparación biomecánica .....	21
2. 2.7 Obturación del conducto radicular.....	28

2. 2.8 Errores de procedimiento relacionados con obturación .....	32
2.2.9 Evaluación radiográfica de los tratamientos de endodoncia.....	35
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>37</b>
3.1 Alcance y diseño de investigación.....	37
3.2. Población.....	38
3.2.2 Criterios de inclusión .....	38
3.2.3 Criterios de exclusión .....	38
3.3 Variables .....	38
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	40
3.4.1 Procedimiento de recolección y digitalización de datos .....	41
3.4.2 Validez del instrumento .....	42
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>43</b>
RESULTADOS.....	43
DISCUSIÓN .....	48
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
Apéndice A .....	1
Instrumento de Evaluación .....	1
Apéndice B .....	3



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL**

**ERRORES DE PROCEDIMIENTO EN LOS TRATAMIENTOS ENDODÓNTICOS  
REALIZADOS EN LA CÁTEDRA DE ENDODONCIA DE LA FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA – ULA**

**Autoras:** Br. María D. Viña S.  
Br. Edith A. Avendaño G.

**Tutor:** Prof. Carlos Terán

**RESUMEN**

La terapia endodóntica es un tratamiento no quirúrgico eficaz para la resolución de patología pulpar y periapical, asociadas a unidades dentarias con compromiso en el complejo dentino-pulpar. Está relacionada principalmente con el dominio de conocimientos, habilidades del operador y criterios radiográficos claves referentes con las fases operatorias como: apertura cameral, preparación biomecánica, correcta limpieza y desinfección y obturación del sistema de conductos. Las deficiencias en estas fases generan errores de procedimiento por falta de habilidad o imprevistos, siendo esencial la capacidad resolutiva. Ante la ausencia de investigaciones de tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes que cursan pregrado en la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (ULA) y a nivel nacional, esta investigación tuvo por objetivo identificar los errores de procedimiento en tratamientos endodónticos realizados en la Cátedra de Endodoncia (ULA), en el período 2016-2024. Se llevó a cabo una investigación con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, de diseño no experimental, transversal. La recolección de datos se basó en la observación de 206 radiografías convencionales periapicales postoperatorias inmediatas, extraídas de las historias clínicas de pacientes que acudieron a la Clínica de Endodoncia. Los resultados mostraron que 142 tratamientos (68%) fueron considerados aceptables del total, mientras que 64 tratamientos (32%) no fueron aceptables. La sobreobturación fue el error más incidente a nivel general de la investigación, presente en 20 tratamientos. La mayor prevalencia de unidades dentales tratadas se observó en los monorradiculares 1.2 y 2.1 (12%) y el multirradicular 4.6 (22%). Si bien la mayor parte de los tratamientos fueron aceptables, la mayor vulnerabilidad en los errores de procedimiento se concentró en la fase de obturación, lo que es necesario reducir estos hallazgos a un nivel clínicamente imperceptible.

**Palabras claves:** Tratamiento endodóntico, errores de procedimiento endodóntico, perforación, separación de instrumentos, formación de escalones, transportación apical, formación de zip, sobreobturación, subobturación.

## INTRODUCCIÓN

La terapia endodóntica es considerada un tratamiento no quirúrgico eficaz en el cuidado de la salud bucal, siendo útil y viable para la resolución de afecciones de patología pulpar y periapical, en dientes que tienen afectado el complejo dentino-pulpar. Este procedimiento permite conservar la unidad dental y mantener el periodonto en funcionamiento como estructura de soporte, evitando múltiples consecuencias que afectan a la calidad de vida del paciente, como la pérdida de la función, problemas en la masticación, maloclusiones, pérdida ósea, alteraciones en la fonación y estética.

La terapia endodóntica es fundamental para la salud, ya que asegura el mantenimiento del órgano dentario en el alveolo y la cicatrización de los tejidos perirradiculares. Una valoración oportuna y precisa de un tratamiento endodóntico comprende múltiples factores que permiten determinar su solidez y validez, midiendo la eficacia del procedimiento empleado, para la toma de decisiones clínicas basadas en la evidencia científica. La ejecución del tratamiento está estrechamente vinculada a los conocimientos y formación académica del estudiante, así como sus habilidades clínicas. En algunos casos, el tratamiento puede resultar complejo y requerir un elevado nivel de destreza para compensar la inaccesibilidad visual del campo de trabajo, durante las fases clínicas que el operador debe seguir. Estas fases incluyen la apertura cameral, la preparación biomecánica y la obturación del sistema de conductos.

El uso de las radiografías obtenidas durante los tiempos operatorios es esencial para que el operador pueda evaluar el procedimiento endodóntico en cada etapa. La radiografía preoperatoria facilita el diagnóstico y la evaluación de la anatomía, permitiendo ubicar raíces, forma y tamaño para obtener información que guíe la planificación del tratamiento antes de su inicio. La radiografía de conductometría en conjunto con el uso del localizador electrónico de ápice, permite establecer la longitud de trabajo dentro del sistema de conductos, en el que asegura al operador el límite de instrumentación y obturación. La radiografía de conometría se emplea para verificar el ajuste y adaptación del cono patrón antes de la obturación. Por último, la radiografía postoperatoria inmediata evalúa el sistema de conducto completamente obturado, la homogeneidad y distancia adecuada en relación al ápice radiográfico, para finalizar con la restauración definitiva.

Ningún operador se encuentra libre de enfrentar errores durante la terapia endodóntica. Estos sucesos desafortunados ocurren en cualquier fase del tratamiento, algunos de ellos por falta de atención y otros por ser totalmente imprevisibles. Es necesario el estudio de la

complejidad que presentan algunas unidades dentales, debido a su variabilidad anatómica y morfológica, que ponen en riesgo la localización y limpieza de los conductos radiculares o, en su defecto, el desenlace de errores puede comprometer el tratamiento y perjudicar la preservación del órgano dental, tales como: perforaciones, separación de instrumentos, escalones, zip, transportación apical, subobturación y sobreobturación, el conocimiento de las mismas permite al operador reaccionar ante situaciones irregulares durante el tratamiento endodóntico, siendo esencial su capacidad resolutiva ante cualquier error originado. Un error de procedimiento puede comprometer irreversiblemente la supervivencia de la unidad dental, por lo tanto, el dominio de la situación es esencial para garantizar la eficacia del tratamiento y asegurar un pronóstico favorable.

Diversos estudios dentro de la comunidad científica internacional, han evaluado la técnica de obturación y errores de procedimiento realizados por los estudiantes de pregrado, incluyendo investigaciones acerca de la educación, el manejo o el abordaje que se imparte al momento de llevar a cabo tratamientos endodónticos. Sin embargo, tras una revisión de la literatura, no se encontraron estudios sobre los errores de procedimiento en los tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes en la Facultad de Odontología (ULA), ni a nivel nacional. En consecuencia, esta investigación tiene por objetivo identificar los errores de procedimiento en los tratamientos endodónticos realizados en la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología (ULA), en un periodo comprendido entre 2016 y 2024.

Se trata de una investigación cuantitativa, de alcance descriptivo, de diseño no experimental, transversal. El grupo de estudio está conformado por las radiografías periapicales postoperatorias inmediatas tomadas de las historias clínicas de pacientes que acudieron a la Clínica de endodoncia de la Facultad de Odontología (ULA). Los datos fueron analizados empleando estadísticas descriptivas, tablas y gráficos.

El presente trabajo especial de grado se estructura de la siguiente manera:

El primer capítulo, dedicado al planteamiento del problema, formula la pregunta, los objetivos de la investigación y argumenta las razones que justifican el estudio.

El segundo capítulo hace referencia al marco teórico. En primer lugar, se presentan los antecedentes que sustentan la investigación, organizados geográficamente. Luego, se exponen los fundamentos teóricos basados en los errores de procedimiento en endodoncia según el tiempo operatorio (apertura cameral, preparación biomecánica y obturación del sistema de conductos) y la evaluación radiográfica de los tratamientos endodónticos.

El tercer capítulo contiene el marco metodológico y describe el alcance y diseño de la investigación, la muestra, la técnica e instrumento de recolección de la información, así como el procedimiento de análisis.

El cuarto capítulo se presentan los resultados, en el quinto capítulo los discute, y el sexto ofrece las conclusiones, recomendaciones y limitaciones de la investigación.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

El presente capítulo se estructura en tres secciones principales: la formulación del problema de investigación, el planteamiento de los objetivos y la exposición de la justificación.

### **1.1 Planteamiento del problema**

La endodoncia forma parte de la práctica clínica diaria en la consulta odontológica, consiste en la extirpación de la pulpa dental, limpieza, desinfección y conformación de los conductos radiculares, mediante la instrumentación mecánica y desbridamiento químico<sup>1,2</sup>. Tratamiento realizado en dientes con presencia de caries profundas, que comprometen el complejo dentino-pulpar, debido a la profundidad y extensión de la lesión<sup>3</sup>, dientes con presencia de microfiltraciones por restauraciones, con poca estructura de remanente coronal, que presenten antecedentes de trauma dentoalveolar, trauma oclusal o ambos. Algunas situaciones clínicas pueden causar migración de bacterias hacia el complejo dentino-pulpar, provocando una reacción inflamatoria<sup>1</sup> que, en casos más avanzados genera necrosis pulpar y desencadena en lesiones a nivel del forámen apical, lo que hace necesario remover la pulpa infectada, para recibir la obturación del conducto, logrando así mantener la pieza dentaria como unidad funcional sana. La endodoncia comprende varias fases, siendo la etapa de obturación la que presenta la mayor incidencia de errores, representando al menos un 22%, lo cual se atribuye a deficiencias en las fases operativas previas<sup>4</sup>.

Para garantizar resultados óptimos en los tratamientos endodónticos, es esencial considerar diversos factores que influyen en la toma de decisiones clínicas como el conocimiento científico de las diversas fases que comprende el tratamiento, un correcto diagnóstico de la condición pulpar y periapical y las habilidades del estudiante, para llevar a cabo los procedimientos<sup>5,6</sup> y ejecutar maniobras dentro del sistema de conductos con el apoyo de imágenes radiográficas<sup>4</sup>, estas imágenes permiten identificar lesiones periapicales<sup>7,8</sup>, fracturas radiculares<sup>9</sup>, errores de procedimientos<sup>10,11</sup>, y otros factores que muy a menudo son objeto de debate afectando el resultado final del tratamiento<sup>5</sup>, con el fin de prevenir la reinfección, todo estos seguido de una adecuada restauración coronaria para evitar la microfiltración bacteriana desde la cavidad oral<sup>12</sup>.

Para la ejecución la terapia endodóntica con un abordaje conservador de la estructura dental, resulta fundamental el conocimiento de la anatomía, morfología y disposición de los conductos en la unidad dental<sup>13,14</sup>. Los hallazgos encontrados en un examen clínico exhaustivo y por imágenes radiográficas permite una correcta evaluación preoperatoria previa a la planificación de la práctica clínica<sup>15-17</sup>. Sin embargo, la inadecuada ubicación de la película radiográfica, la colocación incorrecta del equipo de rayos-x, el tiempo de exposición, las distorsiones resultantes y la interpretación radiográfica errónea, pueden conducir a errores de procedimientos por parte del estudiante, y que tengan como consecuencia complicaciones y afecten proporcionalmente el éxito de la terapia endodóntica<sup>18</sup>.

Los errores de procedimiento en endodoncia, son acontecimientos desafortunados que pueden surgir en cualquier fase del tratamiento, pudiendo ocurrir desde el momento de la apertura cameral, ya que, una incorrecta apertura (excesiva o insuficiente), compromete el pronóstico para la unidad dental<sup>14</sup>, asimismo, la eliminación inadecuada del techo pulpar durante la apertura, puede generar detalles en la cámara pulpar que dificulten el acceso a los conductos o una perforación. En el mismo orden de ideas y siguiendo la secuencia del tratamiento endodóntico, la preparación biomecánica, debe ser continua y estrecha hasta el ápice, sin excesiva eliminación de estructura dentaria, debido a que el material de obturación no compensa la falta de estructura, ni la fortalece<sup>17</sup>. La obturación del sistema de conductos se caracteriza por el llenado tridimensional cercano a la unión cemento-dentina- conducto (CDC). El método más empleado para lograr el sellado en los conductos, es la compactación lateral, siendo una técnica segura y sencilla de ejecutar en la que se emplea un material sólido, biológicamente compatible, para que se forme un sellado hermético en el canal. La importancia de la evaluación radiográfica nos permite comprobar la calidad de la extensión del material obturado, y el límite apical, para confirmar que la extensión del material, llegue hasta el límite CDC<sup>4,19,20</sup>.

Existen diferentes estudios que tienen como objetivo identificar los errores de procedimiento en los tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de pregrado a nivel internacional. Un ejemplo de ello, es un estudio realizado por Alrahabi en el 2017, en la Universidad de Taibah (Arabia Saudita), donde evaluaron mediante una revisión retrospectiva 280 registros de historias clínicas. De la muestra total, el 31,1% presentaban errores de procedimiento y concluyeron que los tratamientos realizados por estudiantes de pregrado en un

69.8% de los casos eran adecuados, haciendo énfasis en mejorar la formación de los estudiantes en los niveles preclínico y clínico<sup>21</sup>.

Estudios como el de Lynch y Burke en el 2006, en la Universidad de Belfast (Irlanda, Reino Unido), examinaron radiográficamente la técnica de obturación y errores de procedimientos en los sistemas de conductos radiculares, a través de una auditoria retrospectiva en la que se incluyeron radiografías periapicales postoperatorias inmediatas de tratamientos endodónticos completados. Este estudio reveló que el tratamiento era aceptable en el 66% de los casos, el 21% fueron subobturados y 9% sobreobturados<sup>22</sup>. Otra investigación, desarrollada por Al Shehadat et al. en el 2022, en la Universidad de Sharjah (Emiratos Árabes Unidos), describieron la técnica de obturación de conductos radiculares y la presencia de errores de procedimientos en los tratamientos, los dientes obturados fueron evaluados mediante imágenes radiográficas y los resultados evidenciaron que el 73,5% tenían una longitud de la obturación adecuada, el 57,7% radiopacidad adecuada y el 5,8%, presentaron perforaciones apicales. Por último, los autores concluyen que el error de transporte apical fue significativamente alto en los molares mandibulares<sup>23</sup>.

Se han publicado numerosas investigaciones a nivel internacional, que evalúan la técnica de obturación y errores de procedimientos de los tratamientos endodónticos en los servicios odontológicos. Aunque fueron realizados en diferentes contextos y con diferentes metodologías, coinciden en la importancia de determinar los errores realizados en los tratamientos endodónticos por estudiantes, específicamente de pregrado. Sin embargo, no se han reportados estudios similares en la Facultad de Odontología (ULA), ni estudios a nivel nacional sobre errores de procedimiento. En virtud de la ausencia de investigación, surge el interés por responder la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los errores de procedimientos más comunes presentes durante los tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes de pregrado en la Cátedra de Endodoncia de la FOULA?

## **1.2 Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1 Objetivo General**

Identificar los errores de procedimientos en los tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes de pregrado en la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología- ULA.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar la unidad dental que ha sido tratada.
- Identificar los errores de procedimientos relacionados con apertura cameral.
- Identificar los errores de procedimientos relacionados con la preparación biomecánica.
- Identificar los errores de procedimientos relacionados con la obturación.

### **1.3 Justificación**

La presente investigación se justifica en virtud de los siguientes aspectos:

En primer lugar, se han encontrado diferentes estudios que abordan la temática de estudiar la técnica de obturación y errores de procedimiento en los tratamientos endodónticos en las clínicas de endodoncia de diferentes facultades de odontología del mundo. Sin embargo, hasta la fecha no se ha reportado un estudio que permita identificar los errores de procedimiento en los tratamientos realizados en la cátedra de endodoncia de la FOULA, ni a nivel nacional, por medio de un análisis radiográfico exhaustivo.

En segundo lugar, el estudio sustenta la evidencia científica que imparten los profesionales del área odontológica, sobre los conocimientos básicos, destrezas y habilidades que muestran los estudiantes de pregrado mediante los tratamientos endodónticos ejecutados y empleados sistemáticamente bajo protocolos, que dejan en evidencia si los sistemas de conductos, son preparados y conformados adecuadamente, y si el canal radicular se muestra suficientemente homogéneo en su trayecto a través de la obturación, lo cual, influye el pronóstico del tratamiento a largo plazo, así como la supervivencia de la unidad dentaria para aportar funcionalidad dentro del sistema estomatognático.

En tercer lugar, en el presente estudio se pueden encontrar cuales son los errores de procedimientos más frecuentes que se están presentando en la cátedra de endodoncia de la FOULA. Esto permitiría a los profesores de la cátedra disponer de datos suficientes para evaluar el resultado del conocimiento impartido, tanto en la teoría como en la práctica preclínica y clínica, de esta manera, se contribuiría a prevenir las complicaciones más frecuentes; así como a desarrollar estrategias que reduzcan su incidencia. Además, favorecería la capacidad del estudiante para reaccionar ante errores inesperados y corregirlos oportunamente.

Por último, esta investigación abre una línea de estudio, cubriendo el vacío en el ámbito antes destacado, para contribuir con el mejoramiento de aquellas deficiencias que se presentan

con mayor incidencia, así como también resaltar las fortalezas de dicha cátedra para continuar consolidándose como institución de saberes veraces y confiables, capacitada para contribuir con la salud bucal de los pacientes que acuden a la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Este capítulo está organizado en dos secciones: primero se exponen los estudios previos relacionados con esta investigación; segundo, se presentan las bases teóricas que sirven de conocimiento para el presente estudio.

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

A continuación, se presentan una serie de estudios relacionados con el problema de esta investigación, organizados por orden geográfico, primero por continente y luego por orden cronológico de eventos, desde el más antiguo hasta el más reciente.

##### **2.1.1 Estudios en América**

Ilabaca M, et al.<sup>24</sup> en la Universidad de Chile (Chile), en el año 2011, realizaron un estudio retrospectivo donde evaluaron radiográficamente 286 tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de cuarto año de pregrado en dientes anteriores (incisivos y caninos) y premolares (unirradiculares y birradiculares). La longitud de trabajo fue considerada adecuada en el 93,7% de los dientes. Sin embargo, se encontraron errores de procedimiento en 15 unidades dentales (5,2%), las cuales estaban subobturadas y en 3 (1,1%) que presentaban sobreobturación según su distancia al ápice radiográfico. En cuanto a la densidad de obturación, 230 dientes (80,4%) mostraron una densidad aceptable, mientras que 56 (19,6%) fueron deficientes. Concluyendo que los dientes anteriores presentan significativamente mejor obturación y una menor incidencia de errores en comparación con caninos y premolares.

Da Silva, et al.<sup>25</sup> en la Universidad Federal del Espíritu Santo (Brasil), en el año 2018, en un estudio retrospectivo, en el que evaluaron el tratamiento endodóntico realizado por estudiantes de tercer año de pregrado, la muestra estuvo compuesta por registros radiográficos de 397 dientes tratados endodónticamente. Se detectaron errores iatrogénicos clasificándolos según su presencia o ausencia como: perforaciones, escalones, zip, instrumentos separados y no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de dientes anteriores, incisivos o caninos ( $P >0,05$ ). Un escalón estuvo presente en el 6,54% de los casos, un zip en el 0,75% y solo un conducto presentó un instrumento separado. De los dientes tratados

endodónticamente, 29 unidades (7,3%) se consideraron "inadecuadas", mientras que 368 (92,7%) se consideraron "adecuadas". En conclusión, el 7,3% de los tratamientos de conducto realizados fueron inadecuados, lo que sugiere que la curvatura del conducto influye en la calidad del tratamiento.

Ribeiro, et al.<sup>26</sup> en la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil), en el año 2018, desarrollaron un metaanálisis sobre la técnica de obturación del tratamiento endodóntico realizado por estudiantes universitarios utilizando instrumentación manual. Se incluyeron 24 estudios basados en criterios que informaran la calidad de la obturación radicular, mediante la longitud, radiopacidad, distancia entre el final del conducto obturado y el ápice radiográfico, en el que se evaluó por medio de imágenes radiográficas. Se identificó la técnica de obturación como aceptable e inaceptable, arrojando que solo el 48% de las obturaciones radiculares eran adecuadas. El 52% se relacionaron con dientes anteriores, 49% con premolares y 26% a los molares. Los principales errores de procedimiento identificados fueron la separación de instrumentos, perforación de furca, transporte apical y perforación apical. En conclusión, las obturaciones radiculares realizados por estudiantes universitarios fue deficiente, lo que sugiere que la educación en endodoncia tiene logros limitados en nivel de pregrado y el aprendizaje debe ser discutido por el personal responsable de la educación y formación en endodoncia.

Fritz, et al.<sup>27</sup> en la Universidad Federal del Espíritu Santo (Brasil), en el año 2021, realizaron un estudio donde evaluaron la obturación de los conductos radiculares realizados por estudiantes de tercer año de pregrado. La muestra final consistía en 442 conductos obturados que se encontraban registrados en 368 radiografías periapicales. La evaluación estuvo determinada por dos criterios: longitud del material de obturación y la radiopacidad adecuada de la obturación. En el 93,8% de los casos la obturación del conducto radicular se consideró adecuada en cuanto a longitud y radiopacidad. El 3% de los casos, la radiopacidad de la obturación se consideró inadecuada. El 1,2% de los casos se consideraron errores de procedimiento en tratamientos sobreobturados y el 2,2% subobturados. Según el tipo de diente la obturación de los conductos realizados en pregrado era adecuados, 186 (93,6%) en premolares, 122 (96,8%) en incisivos y 37 el (86%) en caninos. Los autores concluyen que el tipo de diente no influyó en la obturación del sistema de conductos y consideraron en su mayoría tratamientos endodónticos adecuados.

## 2.1.2 Estudios en Europa

Eleftheriadis et al.<sup>28</sup> en la Universidad Aristóteles de Tesalónica, (Grecia) en el año 2005, realizaron un estudio que midió la técnica del tratamiento endodóntico y detección de errores de procedimientos de los estudiantes de cuarto y quinto de pregrado, la muestra comprendió de 388 casos, que fueron tratados durante 2001 y 2003. La evaluación del conducto radicular obturado, se realizó mediante el análisis radiográfico postoperatorio inmediato, donde se observó la longitud del conducto y presencia de radiolucidez en la obturación. Los errores de procedimiento que se encontraron fueron, perforaciones, escalones y la presencia de separación de instrumentos. El 62,7% de la longitud de las obturaciones fueron adecuadas, mientras que en el 82,6% no hubo vacíos presentes y el 55,3% presentaban un conducto "aceptable". En relación al tipo de diente, el 72,1% de dientes anteriores, 55,2% premolares y 46,7% molares, lograron una obturación "aceptable". Se identificaron accidentes como escalones en el 24,8% y perforaciones radiculares en el 2,7%. Finalmente, la calidad técnica del tratamiento endodóntico era aceptable con mayor frecuencia en los dientes anteriores y los canales curvos de molares, siendo los escalones el error más común.

Moussa et al.<sup>29</sup> en la Universidad de Reims (Francia), en el año 2008, realizaron un estudio retrospectivo, en el que evaluaron la técnica de las obturaciones realizadas, a través de criterios radiográficos por estudiantes de cuarto, quinto y sexto de pregrado, con una muestra aleatoria de 419 registros de pacientes que recibieron tratamiento endodóntico. Se registraron y establecieron la longitud de los conductos radiculares obturados, la radiopacidad y la presencia de radiolucidez entre el conducto obturado y las paredes del conducto radicular. De los 304 dientes, el 69% tenía una longitud adecuada de obturación radicular y el 42,7% tenía una obturación radicular compacta y sin radiolucidez; sólo el 30,3% de los dientes cumplían estos criterios simultáneamente. La relación entre la técnica de obturación y el tipo de diente fue estadísticamente significativa (P; 0,001), el mayor porcentaje de conductos obturados adecuados ocurrió en dientes uniradiculares (36,1%). El mayor porcentaje de obturaciones radiculares inadecuadas según los criterios de longitud de la obturación y adaptación lateral se encontró en los molares (71,9%). Finalmente, dedujeron que la obturación de los conductos obturados realizados por estudiantes fue deficiente y sugieren que la formación en endodoncia debe mejorarse tanto a nivel preclínico como clínico.

Khabbaz, et al.<sup>30</sup> en la Facultad de Odontología Universidad de Atenas (Grecia), en el año 2010, realizaron un estudio para evaluar la obturación radicular y la incidencia de errores

en tratamientos endodónticos brindados por estudiantes de pregrado. Este estudio incluyó 734 unidades dentales (1109 conductos radiculares). La técnica de obturación se evaluó mediante radiografías postoperatorias inmediatas, basándose en criterios de longitud y radiopacidad de los conductos radiculares obturados. Los resultados se clasificaron en aceptables e inaceptables, además de subobturados y sobreobturados. Se identificaron errores en el procedimiento del tratamiento endodóntico, como escalones, perforaciones y fracturas. Los resultados evidenciaron que la técnica de obturación ejecutada por los estudiantes de cuarto y quinto año de Odontología fue aceptable en el 54,8% de los casos. Además, se encontraron errores en el 32,9% de los casos en los estudiantes de cuarto año y en el 30,03% en los estudiantes de quinto año. En conclusión, se recomienda mejorar la técnica de obturación de los conductos, mediante la revisión del programa educativo preclínico y la capacitación en obturación radicular en el área de endodoncia, para los estudiantes de pregrado.

Ilgüy et al.<sup>31</sup> en la Universidad de Yeditepe (Turquía), en el año 2013, desarrollaron un artículo que evaluó los resultados del tratamiento endodóntico, realizados por los estudiantes de cuarto y quinto año de pregrado con seguimiento de dos años. La muestra del estudio estuvo compuesta por 355 dientes con endodoncia de 158 pacientes. Se examinaron radiografías para identificar el estado periapical, una previa al tratamiento y dos años posterior al tratamiento. La técnica de obturación se evaluó por medio de la distancia entre el final del conducto obturado y el ápice radiográfico, así como la homogeneidad de la obturación. Los resultaron mostraron que el 54,2% tenían problemas radiculares, el 37,3% de la obturación de longitud era aceptable, mientras que el 37,3% eran subobturados, el 7,8 % sobreobturados y el 0,6% sin obturar. Además, el 52,7% presentaron radiolucidez en el trayecto de los conductos radiculares obturados y el 2,5 % la presencia de separación de instrumentos. Finalmente, se encontró que la longitud aceptable del conducto radicular obturado (0-2 mm del ápice radiográfico) era menos frecuente que la sobreobturación y de subobturación. Adicionalmente, los puntajes con radiopacidad inadecuada fueron significativamente más altos que la radiopacidad adecuada.

Vukadinov, et al.<sup>32</sup> en la Universidad de Novi Sad (Serbia), en el año 2014, realizaron un estudio retrospectivo mediante el análisis de historias clínicas de 212 pacientes, con un total de 322 dientes y 565 tratamientos endodónticos realizados. Las radiografías fueron observadas e interpretadas de forma independiente por dos investigadores, quienes encontraron obturaciones radiculares adecuadas en el 74,22% de los dientes. El porcentaje de obturaciones radiculares con longitud y radiopacidad adecuadas fue del 89,73% y 92,6%, respectivamente. Se

identificaron errores de procedimiento en tratamientos endodónticos como instrumentos separados y escalones, presentes en 16 conductos radiculares (2,8%), mientras que la presencia de un conducto no identificado y transporte apical se observó en 2 casos, cada uno (0,3%). Los autores concluyen que la técnica de obturación en el último año de pregrado se considera satisfactoria.

Haug, et al.<sup>33</sup> en la Universidad de Bergen (Noruega) en el año 2018, desarrollaron un estudio sobre el impacto de la dificultad en los errores del procedimiento del tratamiento endodóntico en una clínica para estudiantes de pregrado. La muestra incluyó un total de 257 dientes tratados endodónticamente durante 2015 y 2016, en el que emplearon un formulario de autoevaluación para discutir y revisar el caso, registrar los errores en el tratamiento endodóntico, tomando en cuenta las radiografías preoperatorias y operatorias. Se encontró que, de 82 unidades dentales registradas de 257, el 31,9% presentaron un error. El 17,51% correspondió a sobreinstrumentación, el 8,56% a pérdida de longitud de trabajo, el 8,56% a obturación a más de 2 mm por debajo del ápice radiográfico, el 2,33% a separación de instrumentos y el 1,56% a perforaciones. En conclusión, la dificultad del caso, más que el método de instrumentación, es el principal determinante para la aparición de errores en el procedimiento del tratamiento endodóntico, y el formulario de evaluación de dificultad del caso es una herramienta valiosa en la educación dental de pregrado para predecir posibles contratiempos endodónticos.

### **2.1.3 Estudios en Asia**

Barrieshi et al.<sup>34</sup> en el Centro de Enseñanza Dental (Jordania), en el año 2004, elaboraron una revisión sobre la evaluación radiográfica del conducto radicular en tratamientos realizados por estudiantes de odontología. Analizaron 542 dientes tratados endodónticamente con 912 raíces. Se utilizaron radiografías para evaluar la obturación del conducto radicular, la longitud de obturación en relación con el ápice, la conicidad y la radiopacidad del material de obturación, clasificando el conducto radicular obturado como aceptable, subobturado o sobreobturado. Los resultados mostraron que un 61% de las obturaciones tenían longitud aceptable, un 34,5% se evidenciaron subobturadas y un 4,2% sobreobturadas. El 47,4% de los conductos obturados se consideraron adecuados, con mayor incidencia en los dientes anteriores en comparación con los dientes posteriores; más del 90% de las obturaciones aceptables se presentaron en caninos, incisivos superiores y premolares mandibulares. En conclusión, la

técnica del tratamiento endodóntico realizado por estudiantes, respecto a la condensación, era inferior al 50%, por lo que se sugiere que la formación en endodoncia debe ser revisada, tanto en el ámbito preclínico como clínico.

Balto, et al.<sup>35</sup> en la Facultad de Odontología, Universidad Rey Saud (Arabia Saudita), en el año 2010, realizaron un estudio sobre la técnica de los conductos radiculares obturados por los estudiantes de pregrado y compararon la técnica del tratamiento endodóntico entre los estudiantes de cuarto y quinto año. La muestra incluyó 459 registros, en los que se evidenciaron 550 conductos obturados, en los años 2005 y 2008. Los criterios para evaluar y considerar aceptable la obturación fueron la longitud, la radiopacidad y la conicidad adecuada, con ausencia de cualquier error en el tratamiento endodóntico. Los resultados mostraron que el 23% de los casos cumplían con estos criterios; el 14% de las unidades dentales tenían escalones, el 7% transporte apical y perforaciones. En conclusión, los tratamientos endodónticos con una obturación "aceptable" fueron significativamente mayores en el grupo de dientes anteriores que en el de los dientes posteriores; no hubo diferencia entre estudiantes de cuarto y quinto año en general.

Haji-Hassani, et al.<sup>36</sup> en la Universidad de Médica de Qazvin (Irán), en el año 2015, realizaron un estudio retrospectivo de revisión de historias clínicas para obtener información descriptiva sobre la frecuencia y los tipos de errores que se cometían habitualmente en los procedimientos dentro del sistema de conductos radiculares de tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de pregrado, clasificándolos en base a los tiempos operatorios, apertura cameral, preparación biomecánica y obturación de los conductos radiculares. Se estudiaron 1335 historias clínicas de casos reportados, la cantidad de tratamientos con presencia de errores fue de 880 (66%), mientras que 455 (34%) no presentaron errores. El error más frecuente en los incisivos superiores fue la homogeneidad de la obturación no aceptable con un 50,9%, seguido de la perforación apical con un 18,2%. En conclusión, el estudio identificó la menor cantidad de errores durante el proceso de apertura de la cavidad y la fase de instrumentación, en comparación con la fase de obturación, donde se presentaron los errores más frecuentes homogeneidad de la obturación no aceptable y sobreobturaciones. En conclusión, los autores enfatizan en un aprendizaje más práctico y una supervisión más estricta de las tareas de los estudiantes en esta materia durante los tratamientos endodónticos.

Saatchi, et al.<sup>37</sup> en la Universidad de Ciencias Médicas de Isfahan (Iran), en el año 2018, elaboraron un estudio transversal en el que se seleccionaron al azar registros y radiografías

periapicales de 1,200 dientes obturados. La muestra final incluyó 784 conductos tratados (1,674 endodoncias). Se identificaron errores de procedimiento en el tratamiento endodóntico, como sobreobturación en el 11% de los casos, subobturación en el 8,3% y radiopacidad inadecuada en el 34,6%. Los conductos radiculares obturados aceptablemente fueron más frecuentes en los premolares (61,3%) que en los molares (51,3%) ( $p = 0,001$ ). Se encontraron perforaciones en el 12,5% y separación de instrumentos en el 2%. Los errores en los procedimientos fueron más incidentes en los conductos radiculares de los molares (22,5%) que en los dientes anteriores (12,3%) ( $p = 0,003$ ) y en los premolares (9,5%) ( $p < 0,001$ ). En conclusión, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios; la frecuencia de errores fue considerable.

## **2.2 Bases Conceptuales**

### **2.2.1 Errores de procedimiento en tratamientos endodónticos**

El tratamiento endodóntico, está asociado con circunstancias ocasionales indeseadas, una desviación no intencionada o cualquier incidente adverso iatrogénico, que se denominan de manera colectiva errores de procedimiento. Estos sucesos desafortunados ocurren durante el tratamiento, ya sea por una falta de atención, anatomía compleja de las raíces y otros por ser totalmente imprevisibles<sup>20</sup>. Algunos errores pueden surgir en cualquier fase del manejo endodóntico: diagnóstico, planificación del tratamiento, apertura canalar, preparación biomecánica, irrigación y obturación. Y pueden influir de manera impredecible en el pronóstico del tratamiento<sup>38</sup>, lo que podría llevar a la necesidad de retratamientos, cirugía endodóntica o incluso la extracción del diente<sup>40</sup>.

### **2.2.2 Clasificación de los errores de procedimiento en tratamientos endodónticos en base al tiempo operatorio**

#### **• Relacionados con la apertura**

- Apertura insuficiente
- Apertura excesiva
- Perforación de la cámara pulpar

#### **• Relacionados con la preparación biomecánica**

- Formación de escalones
- Instrumentación excesiva
- Instrumentación insuficiente

- Perforaciones radiculares (cervicales, laterales, apicales y de furca)
- Instrumentos separados
- Transportación apical
- Zip

- **Relacionados a la obturación**

- Subobturación
- Sobreobturación <sup>13</sup>.

### 2.2.3 Apertura cameral

La apertura cameral comprende una serie de procedimientos que comienzan con la identificación del punto de referencia para realizar la apertura coronaria. A continuación, se realiza la penetración inicial utilizando una fresa redonda N° 2 o N° 4 dependiendo de la unidad dental a tratar, esta fresa es guiada por el eje longitudinal del diente. Posteriormente, se realiza una forma de conveniencia, empleando formas triangulares, elipsoidales o trapezoidales según corresponda<sup>41</sup>.

Las paredes de la apertura se rectifican con una fresa Endo Z, específicamente en molares, para crear una ligera divergencia que facilite el acceso. Finalmente, se realiza la limpieza de la cámara pulpar y, una vez concluida esta etapa, se utiliza un localizador de conducto para identificar la entrada del mismo y continuar con el tratamiento endodóntico. Es fundamental destacar que una apertura bien realizada mejora notablemente la visibilidad de la cámara pulpar y la entrada de los conductos, facilitando su correcta instrumentación. Por el contrario, una apertura descuidada puede ocasionar tratamientos con mal pronóstico, debido a las dificultades inherentes al tratamiento endodóntico, en particular las relacionadas con la forma, las dimensiones y la imposibilidad de visualizar adecuadamente la cavidad pulpar<sup>41</sup>.

#### **Principios para realizar una correcta apertura coronal:**

- Conocimiento previo de la anatomía dental.
- Estudio radiográfico previo del diente.
- Amplitud suficiente: eliminación completa de la pulpa cameral.
- Forma de conveniencia adecuada.
- Sin dique de goma.
- Eliminación completa del techo cameral.

- No modificar el piso cameral<sup>42</sup>.

## **2.2.4 Errores de procedimiento en tratamientos endodónticos relacionados con apertura cameral**

### **2.2.4.1 Apertura insuficiente**

Se considera que un acceso insuficiente cuando las paredes y /o techo de la cámara pulpar no han sido rectificadas lo suficiente de manera que no se observa en su totalidad la entrada a los conductos y no se puede entrar en línea recta al conducto radicular. Realizar una trepanación insuficiente puede tener algunas consecuencias importantes: acceso y visibilidad inadecuados impidiendo localizar los conductos; disminución de la posibilidad de realizar una preparación adecuada y también dificulta la obturación<sup>43</sup>.

### **2.2.4.2 Apertura excesiva**

Se presenta cuando las paredes de la corona preparada exceden a las paredes de la cámara pulpar. Una cavidad de acceso demasiado amplia puede conducir al debilitamiento de la corona o fractura. Radiográficamente se observa una apertura cameral que excede las dimensiones de la cámara pulpar, las paredes laterales de la cámara se pueden observar radiolúcidas por excesivo desgaste de la dentina y debilitamiento de las mismas. A diferencia de una apertura insuficiente, esta condición es irreversible y puede conducir a una perforación<sup>43</sup>.

### **2.2.4.3 Perforaciones endodónticas**

Las perforaciones endodónticas son aperturas artificiales de creación mecánica que resultan en la comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos perirradiculares o la cavidad bucal<sup>20,38,40</sup>, causadas por el operador durante la apertura hacia los conductos radiculares. Puede ser por una mala apertura cameral, la presencia de coronas que no permite seguir el eje longitudinal del diente o dientes tallados para recibir una restauración indirecta que modifican la forma inicial de la corona dentaria, además de la habilidad y destreza del operador para la localización de conductos<sup>40</sup>. Se presenta como un posible error durante un tratamiento endodóntico o procesos patológicos<sup>44</sup>, que disminuyen de manera significativa el éxito del tratamiento endodóntico<sup>45</sup>.

La Asociación Americana de los endodoncistas (AAE) clasificó las perforaciones según el sitio:

- **Perforaciones a nivel de la cámara pulpar y cervical:** pueden ocurrir durante la preparación de la apertura, el proceso de la localización de los conductos y ensanchamiento de la entrada del conducto o por el uso inadecuado de fresas Gates-glidden. En este caso la magnificación con lupas o microscopio es de gran utilidad<sup>20</sup>. Una de las perforaciones más críticas son las de ubicación cervical porque quedan en una zona de difícil manejo a nivel de la cresta ósea, zona húmeda y que además debilitan estructuralmente al diente quedando susceptible a la fractura<sup>44</sup>.

- **Perforación de furca:** Una perforación en la zona furcal, considerada como una perforación crestal, debido a la proximidad que se tiene con el epitelio de unión y el surco gingival, genera un daño considerable y suele llevar a una alteración periodontal<sup>46</sup>, ver (fig. 1)<sup>39</sup>. También, se genera la extrusión del relleno del material en la zona de furca, principalmente en dientes birradiculares y multirradiculares<sup>25</sup>.



Figura 1. Perforación de furca. Tomado de: Silveira M, et al<sup>39</sup>. Reparación de perforación de furca utilizando agregado de trióxido mineral (MTA).

### Principales factores, que afectan el pronóstico de las perforaciones

**El tiempo** que transcurre desde que ocurrió la perforación hasta que se lleva a cabo el tratamiento adecuado, es un factor importante en la cicatrización. Cuanto mayor sea el tiempo que la perforación permanezca abierta a la contaminación, produce mayor grado de cambios inflamatorios y destrucción del periodonto, lo que a su vez conducirá a la pérdida de inserción ósea y periodontal, creando una lesión periodontal endodóntica. En general, las perforaciones recientes asociadas con un tratamiento inmediato y con técnica aséptica tienen un buen pronóstico<sup>20,44</sup>.

**El tamaño** de la perforación es también un factor importante que afecta el pronóstico. Una perforación pequeña está asociada con menor destrucción de tejido, por lo tanto, la cicatrización será más predecible. Por otra parte, una perforación pequeña será más fácil de sellar efectivamente sin forzar el material de obturación a los tejidos circundantes. La probabilidad de reinserción con éxito del ligamento periodontal depende del área de la superficie a reparar. Por este motivo, la reparación con éxito de las grandes perforaciones es menos probable<sup>20,44</sup>.

**Localización:** probablemente la localización sea el factor más importante que afecta el pronóstico del tratamiento. Una cercana proximidad de la perforación al surco gingival permitirá contaminación del sitio de la perforación, con bacterias de la cavidad bucal. Igualmente, una zona crítica en términos de pronóstico es el nivel de la cresta ósea y la adherencia epitelial. Las perforaciones ocurridas a nivel de la cresta ósea amenazan la inserción en el surco e implican unos problemas de tratamiento distintos a los de perforaciones más apicales. En general, cuanto más apical es una perforación mejor es su pronóstico. Por otra parte, la localización de la perforación en las caras mesial, distal, vestibular o lingual de la raíz puede ser una consideración importante en el caso de que se plantea un tratamiento quirúrgico<sup>44</sup>.

#### • Diagnóstico de las perforaciones

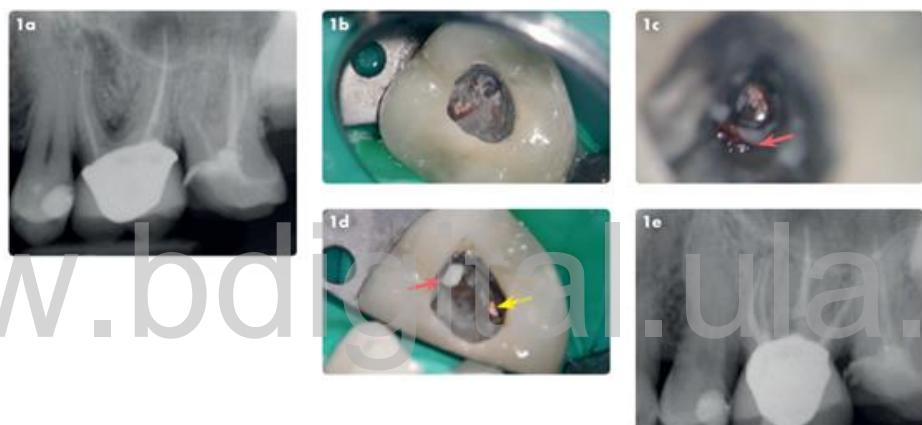
Para confirmar el reconocimiento y la localización de las perforaciones endodónticas, se toma en cuenta signos y síntomas. Inicialmente, el sangrado aumentará a medida que ensanchemos el conducto, acompañándose de dolor, al igual que un cambio de dirección del instrumento en el interior del conducto, lo que facilitará el reconocimiento del accidente. Además, se puede utilizar puntas de papel, localizadores de ápice y el microscopio para facilitar el diagnóstico. Dicho diagnóstico se podrá confirmar mediante la realización de una radiografía en dos proyecciones como mínimo, una ortorradiyal y las otras usando angulaciones mesial y distal. Esto permitirá una localización más precisa de la perforación<sup>20,44</sup>.

#### • Tratamiento de las perforaciones

El tratamiento se determinará de acuerdo con el acceso y la visibilidad de la perforación. La corrección puede ser quirúrgica o no quirúrgica. Además, dentro de los criterios hay que incluir el tamaño de la perforación, las condiciones periodontales del paciente, la higiene oral

y la estrategia de abordaje de las perforaciones. Las perforaciones subgingivales, ligeramente apicales a la cresta ósea, pueden tratarse con una técnica ortodóntico-endodóntica para lograr que el diente afectado sea extruído y elevar la perforación por encima de la cresta ósea, para ser restaurado o mediante elevación de colgajo. La reparación de las perforaciones apicales se realiza como un tratamiento endodóntico convencional, y las perforaciones laterales y de furca con materiales biocerámicos<sup>20,44,46,48</sup>.

Los materiales bioceámicos han revolucionado la reparación de las perforaciones. El uso de minerales Agregado de Trióxido (MTA fig. 2)<sup>38,39</sup>, materiales como Biodentine y cementos masilla biocerámicos, son unas de las opciones más utilizadas en la actualidad, debido a que mejoran el pronóstico del tratamiento de la perforación<sup>43,48</sup>.



*Figura 3. Perforación (flecha roja) adyacente al primer conducto radicular mesiovestibular (1c). y localizó el segundo canal mesiovestibular (flecha amarilla, 1d), el sitio de la perforación fue reparado con MTA (flecha roja, 1d). Tomado de: Bhuva B. Ikram O<sup>38</sup>.*

## 2.2.5 Preparación biomecánica

Una vez concluidas las etapas de apertura, limpieza de la cámara pulpar, localización y preparación de las entradas a los conductos, se inicia la preparación biomecánica. Este proceso dinámico, realizado con instrumentos endodónticos y productos químicos, permite limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular para hacerlo viable para la obturación<sup>41</sup>.

En casos de pulpectomías, la preparación del conducto radicular busca la remoción del tejido orgánico y la creación de condiciones morfológicas y dimensionales adecuadas para una correcta obturación. Esta etapa se lleva a cabo mediante procedimientos mecánicos, utilizando limas endodónticas que realizan movimientos de impulsión y tracción dentro del conducto

radicular. Las técnicas sistemáticas empleadas incluyen el método steep-back para dientes monoradiculares y el crown-down para dientes multiradiculares<sup>41</sup>.

Las limas endodónticas (flexofile) son instrumentos de dominio propio del operador, que varían de calibre, de longitud y de capacidad de flexibilidad, corte y resistencia que con la ayuda de productos químicos (hipoclorito de sodio al 5%, EDTA) se logra la limpieza y desinfección, es por ello que también es definida como preparación químico mecánica, ambas tienen la finalidad de conformar el conducto radicular y crear condiciones para que el diente sea obturado<sup>41</sup>.

#### **Etapas de la preparación biomecánica:**

- Exploración del conducto radicular
- Conductometría
- Limpieza del conducto radicular
- Conformación del conducto radicular
- Protocolo final de irrigación<sup>41</sup>

#### **2.2.6 Errores de procedimiento en tratamientos endodónticos relacionados con preparación biomecánica**

##### **2.2.6.1 Perforación lateral y perforación apical**

Una completa penetración de la pared del conducto radicular debido a un ensanchamiento excesivo del tercio coronal de conductos curvos estrechos o por adelgazamiento extremo de las paredes radiculares, generalmente en raíces curvas o raíces con invaginaciones superficiales<sup>44,47</sup>. Del mismo modo, presenta extrusión de material de obturación en cualquier otra zona de la raíz, excepto la zona de furcación y forámen apical<sup>25</sup>.

Una perforación en el tercio apical de la raíz, localizadas apical a la cresta ósea y al epitelio de unión, puede producirse cuando se sobrepasa la constricción apical, por error al establecer la longitud de trabajo<sup>44,46</sup>. También puede ocurrir cuando la terminación apical del canal obturado es diferente del extremo del canal original<sup>20,46</sup>.

## 2.2.6.2 Separación de instrumentos

Durante la instrumentación es cuando más accidentes o errores pueden producirse, destacando la separación de instrumentos dentro del conducto radicular. (limas endodónticas K, Hedström, limas Niti, fresas Gates Gliddens, instrumentos rotatorios, spreaders y agujas de irrigación), ver (fig. 3)<sup>38</sup>. Esto se produce como consecuencia de un defecto de fabricación, baja resistencia de los instrumentos y flexibilidad, conocimiento deficiente sobre sus características físicas, empleo inadecuado de los mismos por parte del operador, la presencia de conductos radiculares curvos y estrechos, fuerza excesiva aplicada al instrumento o prolongar su uso más allá de su vida útil, superando el límite elástico del instrumento, fatiga del material y fatiga torsional del mismo<sup>49,50</sup>.



Figura 4. Radiografía periapical que reveló una lima fracturada en la raíz mesial del molar. Tomado de: Bhuva, B.Iikram O<sup>38</sup>.

### • Tratamiento de la separación de instrumentos

El instrumento separado se recomienda extraerse primero con el uso de limas #06, #08 y #10 para intentar sobrepasarlo. Una vez logrado este paso, se pueden emplear limas Hedstrom, escariadores o limas ultrasónicas, que permitirán una extracción más efectiva y controlada del fragmento, o bien dejarse en el conducto y ser sobrepasado e incorporado en la obturación final del conducto radicular<sup>46,47</sup>. Sin embargo, la técnica ultrasónica es una de las mejores opciones, con mayores tasas de éxito, su efectividad aumenta si se combina con el microscopio operatorio, técnica que consiste en eliminar las interferencias, lograr un acceso en línea recta, crear una plataforma recta en el conducto, descubrir la lima y remover el instrumento<sup>46,49,50</sup>.

Por otro lado, la acción de quelación con EDTA al 17% está asociada con la utilización de instrumentos para sobrepasar limas fracturadas en los tercios apicales. Esta es una técnica

novedosa con potencial para ser utilizada de forma segura, evitando accidentes, perforaciones o daños en la dentina durante el tratamiento endodóntico<sup>10</sup>.

### **Factores que influencian la remoción de un instrumento separado**

1. Tipo de instrumento: la remoción de limas K y léntulos presenta más éxito que las limas Hedstrom.
2. Longitud del instrumento: los fragmentos mayores de 5mm presentan mayor índice de éxito.
3. Grado de curvatura: la mayor incidencia de fracaso en curvas muy marcadas.
4. Localización del fragmento: los instrumentos localizados antes de la curvatura presentaron mayor éxito en su remoción que los que se encontraban en la curvatura o después de la misma<sup>10</sup>.

### **• Pronóstico del tratamiento de un instrumento separado**

Si el fragmento no puede ser retirado, no se producirá una adecuada desinfección, conformación ni sellado, y esto altera el pronóstico del diente. Sin embargo, un instrumento roto por sí mismo no produce inflamación; de hecho, pueden permanecer en esta situación sin producir sintomatología. Esto también va a depender de varios factores, como el diagnóstico; si se trata de un diente vital o no vital, o en qué etapa de la limpieza y el modelado de un canal infectado se produjo la separación del instrumento<sup>10</sup>. Aunque la presencia de instrumentos separados en el interior de los conductos radiculares no siempre resulte en pronósticos desfavorables, dichos instrumentos podrían impedir la remoción de tejido pulpar vital o no vital, lo que a su vez pudiera provocar inflamaciones o infecciones. Recuperar un fragmento de instrumento alojado al interior de un conducto puede provocar la remoción excesiva de tejido dentinario y disminuir la resistencia de la raíz<sup>46,50,51</sup>.

En general los dientes con mejor pronóstico en presencia de un instrumento separado son aquellas unidades dentarias que tienen raíces únicas, rectas y sin complicaciones anatómicas. En contraste, las tasas de éxito más bajas y los pronósticos deficientes están asociados a conductos mesiovestibulares de molares superiores e inferiores, donde la complejidad anatómica del sistema de conductos como canales accesorios, deltas apicales e istmos aumenta la probabilidad de fracaso endodóntico<sup>51,52</sup>. Al igual que en aquellos casos que presenten enfermedad periapical al momento del tratamiento<sup>51</sup>.

### **2. 2.6.3Formación de escalones**

Se define como una irregularidad artificial en la pared del conducto radicular. La creación de este error de procedimiento ocurre cuando se desvía de la trayectoria original del conducto<sup>46</sup>, esto puede suceder por desconocimiento de la anatomía interna del diente a tratar, desviaciones de la anatomía del conducto radicular, preparación excesiva producida por el uso de instrumentos de grandes calibres, uso inadecuado del instrumental más pequeño en la porción apical, o por no precurvar los instrumentos en conductos curvos<sup>50-43</sup>, ver (fig. 4)<sup>38</sup>. Una irrigación o lubricación insuficiente, puede provocar la acumulación de dentina en su interior y la compactación de residuos en la parte apical pueden comprometer el éxito del tratamiento endodóntico<sup>46,50</sup>.

#### **• Diagnóstico de escalones**

Radiográficamente se observa un socavado que, cuando es excesivo, produce un adelgazamiento que casi perfora la pared<sup>43</sup>. Se debe sospechar la presencia de un escalón cuando el instrumento no llega a la longitud de trabajo, sensación táctil anormal en la punta del instrumento, similar a tocar un tope firme que oblitera el conducto<sup>46</sup>.

#### **• Tratamiento para los escalones**

Los escalones pueden repararse una vez terminado el tratamiento endodóntico, quedando cubiertos por el material de obturación definitivo<sup>43</sup>. O bien, en su defecto, se pueden usar limas cortas que proporcionan más rigidez y permiten que los dedos del clínico se coloquen más cerca de la punta del instrumento, lo que da como resultado una mayor sensación táctil y, por lo tanto, ayuda a proporcionar más control sobre el instrumento. Una lima Nº10 o 15 con una curvatura de la punta (2-3mm apical) debe ser utilizada inicialmente para explorar el canal hasta el foramen apical. La curvatura de la punta debe ser ingresada apuntando hacia la pared opuesta del escalón. Un ligero movimiento de rotación de la lima puede ayudar a avanzar el instrumento y deslizarlo suavemente hasta la longitud de trabajo del conducto. Cuando se presenta resistencia al paso de la lima, ésta debe retirarse ligeramente, rotarse, y avanzar nuevamente de forma lenta, con la punta precurvada en una dirección diferente. Esta acción debe repetirse hasta que la lima traspase el escalón<sup>46</sup>.



Figura 5. Presencia de un escalón, se debe precurvar la lima y la flecha azul demuestra la trayectoria adecuada. Tomado de: Bhuva,B.Iikram O<sup>38</sup>.

#### • El Pronóstico de formación de los escalones

El posible fracaso del tratamiento endodóntico producto de la formación de escalones va a depender de la cantidad de residuo que quede en la parte del conducto sin instrumentar y obturar. Al igual que de la ausencia o presencia de infección en el conducto radicular. En general, los escalones apicales cortos y limpios tienen un buen pronóstico<sup>38,46</sup>.

#### 2. 2.6.4 Transportación apical

Se denomina transportación apical al conjunto de deformaciones en la zona apical del conducto ocasionadas por la eliminación de la estructura dental de la pared del canal radicular en la curva externa del tercio apical del conducto y presencia de material de relleno fuera de la curva del canal<sup>53,54</sup>. Desarrollado con mayor frecuencia en la instrumentación manual y en el uso de instrumentos manuales de NiTi y acero inoxidable, debido a la flexibilidad de estos materiales y a la tendencia de los instrumentos a recuperar su forma original durante la preparación del conducto. Este fenómeno provoca que el conducto pierda su anatomía original y se desvíe de su trayectoria inicial, alterando la forma del foramen apical de su posición natural hacia una posición iatrogénica<sup>54,55,56,57</sup>.

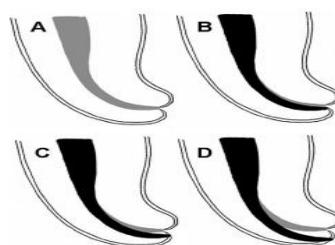
La transposición apical está asociada a la deformación de la constrictión apical debido a las fuerzas que actúan en dirección hacia la cara externa de la lima, que puede conducir a numerosas dificultades y al fracaso del tratamiento<sup>57,58</sup>. Sin embargo, existen diversas técnicas y sistemas de instrumentación que tienen como propósito facilitar la conformación del conducto radicular, minimizando los errores operatorios y aumentando así el porcentaje de éxito de la endodoncia<sup>53</sup>.

- **Categorización del transporte apical:**

-**Tipo I:** sólo un movimiento leve de la posición del foramen fisiológico, lo que resulta en la reubicación iatrogénica ligera. (Ver figura. 5B)<sup>58</sup>.

-**Tipo II:** un movimiento moderado de la posición fisiológica del foramen, lo que resulta en una considerable reubicación iatrogénica en la superficie externa de la raíz. En este tipo de transportación apical, existe una comunicación más grande con el espacio periapical y al intentar crear una forma más coronal, se puede debilitar o perforar la raíz. (Ver imagen. 5C)<sup>58</sup>.

-**Tipo III:** un movimiento severo de la posición fisiológica del foramen, lo que resulta en la reubicación iatrogénica significativa. (Ver imagen. 5D)<sup>58</sup>.



*Figura 6. Tipos de transporte apical. (A) Forma regular del canal; (B) de tipo I (movimiento leve del foramen apical, (C) Tipo II (movimiento moderado del foramen apical, (D) Tipo de transporte III (movimiento grave del foramen apical). Tomado de: Corrales I, et al<sup>58</sup>.*

- **Diagnóstico de la transportación apical**

Se aprecia la transportación a través de una radiografía periapical. Para identificar la dirección del accidente en el conducto, se puede introducir una lima en el conducto para ver hacia donde está ubicada la transportación del canal<sup>59</sup>. Actualmente el empleo de la Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) es la más frecuente debido a que nos permite apreciar con mayor nitidez y exactitud las imágenes obtenidas, seccionando en finas capas la pieza dentaria, superando las limitaciones de las radiografías convencionales, que requieren múltiples tomas en diferentes ángulos para obtener una mejor visión<sup>58</sup>.

- **Tratamiento de la transportación apical**

Se pueden implementar diferentes estrategias de acuerdo con al tipo de transporte apical. Los conductos que presentan transporte tipo I pueden ser limpiados y obturados convencionalmente si se mantiene suficiente dentina residual y un conducto de forma cónica continuo creado por encima del forámen. En el caso del tipo II, se gestionan mediante la colocación de una barrera biocompatible (MTA) con el fin de evitar la extrusión incontrolada

de material de obturación a los tejidos periaulares. En el caso de tipo III, una técnica de barrera por lo general no es factible; estos canales requieren la mejor obturación posible, seguida de cirugía apical correctiva<sup>46,53-58</sup>.

**• Factores que ejercen un impacto en la incidencia de transporte del canal:**

- Anatomía del conducto radicular (grado de curvatura). Desafortunadamente, la mayoría de las unidades dentales presentan canales curvos, no sólo en una, sino en varias porciones del sistema de conductos radiculares y en diferentes planos, lo que complica el tratamiento endodóntico.

- Diseño de las limas (ángulo helicoidal, el tono, el ángulo de corte, ángulo de ataque, superficies radiales), especialmente el diseño de la punta, el diseño de la sección transversal y la conicidad.

- Aleación de los instrumentos, su flexibilidad depende de la aleación, sección transversal y diámetro del núcleo del mismo.

- Técnica de instrumentación, fuerza excesiva, presión apical y el movimiento<sup>58</sup>.

- Instrumentación mecánica complementada con irrigación defectuosa.

- Tendencia de las limas a recuperar su forma lineal original durante la preparación del canal radicular<sup>53-58</sup>.

**• Pronóstico de la transportación apical**

La transportación apical genera un aumento de la cantidad de desechos infectados en el tercio apical, debido a que esta parte del canal queda sin instrumentar, pudiendo ocasionar una infección de esta área o el resultado de una lesión periausal postoperatoria persistente. Por otro lado, los conductos radiculares quedan con sobre reducción de la dentina sana y destrucción de la integridad de la raíz, provocando el debilitamiento de toda la raíz, debido a la eliminación innecesaria de la dentina radicular. Por lo tanto, se reduce la resistencia a la fractura, comprometiendo en líneas generales el pronóstico del tratamiento<sup>46</sup>.

**2.2.6.5 Formación de Zip**

La formación de Zip resultado de la deformación apical del conducto con sobre preparación a lo largo de la cara externa de la curvatura, adoptando una forma elíptica en el

extremo apical, ver (fig. 6)<sup>59</sup>. Esta malformación apical podría conducir a una inadecuada limpieza del conducto, lo que resulta en una obturación insuficiente<sup>46,59</sup>.

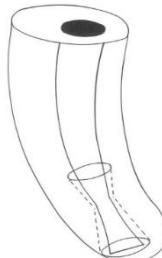


Figura 7. Elbow y Zip. Tomado de: Cayon M, et al <sup>59</sup>.

### Factores predisponentes a la formación de Zip

Este fenómeno se produce no tanto por defecto de técnica, sino por la existencia de unas fuerzas en el extremo de la lima que provocan su aparición, como en el caso de los conductos radiculares curvos con limas y movimientos de impulsión y tracción, a nivel del tercio apical<sup>59</sup>. Es necesario evaluar la acción de instrumentos rotatorios con bordes u hojas cortantes, en esta zona del conducto, ya que se presume que este tipo de hojas poseen puntas activas que pueden ser llevadas más allá del foramen apical y provocar la formación del zip<sup>56</sup>.

#### • Pronóstico de la formación de Zip

La influencia de este tipo de complicaciones podría tener sobre el pronóstico ha sido discutida, dado que su presencia genera escalones más grandes que en un accidente de transporte apical, comprometiendo la desinfección adecuada y persistencia de una lesión periapical inicial, así como el adelgazamiento de las paredes del conducto que podría favorecer la incidencia de fracturas verticales<sup>53,56,59</sup>.

### 2. 2.7 Obturación del conducto radicular

El tratamiento endodóntico se fundamenta, en primer lugar, en la eliminación de la causa: el factor etiológico y patogénico, los microorganismos y sus productos metabólicos. Para lograr una desinfección suficiente dentro del sistema de conductos radiculares, la preparación químico-mecánica resulta indispensable<sup>60,61</sup>. La obturación es la última etapa operatoria del tratamiento endodóntico y tiene valor fundamental en el éxito a mediano y largo plazo<sup>3</sup>. La finalidad de llenar los conductos radiculares consiste en aislarlos del resto de organismos

para poder mantener las condiciones que hemos creado en su preparación y limpieza, buscando el sellado hermético<sup>62</sup>. El éxito depende de una correcta apertura cameral y una adecuada preparación biomecánica previa a la obturación del sistema de conducto, estas tres fases, en conjunto, forman la triada endodóntica y favorecen a la reparación tisular, la osteogénesis, la reestructuración del ligamento periodontal y reintegración de la lámina dura<sup>60</sup>.

La obturación persigue objetivos claves que se centran en impedir el paso de nuevas bacterias para prevenir la reinfección, y al bloquear el aporte de nutrientes, se evita el crecimiento y la multiplicación de los gérmenes, lo cual se logra con una obturación tridimensional y hermética que ocupe completamente todo el sistema de conductos<sup>63</sup>. Los conos de gutapercha como material carecen de adhesión a las paredes del mismo<sup>61</sup>, por ello, el cemento sellador es el que nos proporciona este sellado entre la interfase del material de obturación y las paredes dentinarias. Es importante entender que, independientemente de la técnica y el material empleado, el cemento es un componente esencial que garantiza ese estado hermético<sup>62</sup>.

#### **2. 2.7.1 Límite apical de la obturación**

Los materiales utilizados en la obturación de los conductos radiculares deben mantenerse confinados en su interior, desde su apertura hasta la constricción apical, límite CDC (conducto-dentina-cemento). Más allá de esta, el material de obturación puede provocar una irritación que impida o retarde la reparación hística. El límite de la obturación debe coincidir con el nivel de la preparación del conducto, a través de la conductometría, esta se considerada una etapa crítica porque de ella dependerá en gran parte el pronóstico del tratamiento<sup>64</sup> y que más allá de esto continúan las estructuras periodontales<sup>65</sup>. Para la mayoría de autores, la extensión de la obturación debe llegar hasta la constricción apical, sin sobrepasarla, con una condensación que impida la existencia de radiolucidez entre el interior del material de obturación y las paredes del conducto<sup>44,53</sup>.

El ápice radicular presenta una variabilidad considerable en su forma, dimensión y especialmente, en la forma y localización de la constricción apical. La constricción apical es un elemento anatómico que representa el diámetro más estrecho en el ápice del conducto radicular; en esta zona finaliza el tejido pulpar y comienza el tejido periodontal. Esta característica es fundamental, ya que proporciona condiciones más adecuadas para la salud del tejido periapical, constituyendo así el límite apical de instrumentación y obturación durante el

tratamiento endodóntico. Se ha identificado que la constricción apical puede fluctuar en su ubicación hasta 0.5 mm. Otro factor que interviene en la determinación de la longitud de trabajo, y que generalmente no se considera, es la relación entre la ubicación del foramen apical y la constricción apical<sup>64</sup>. Es importante destacar que la unión cemento-dentinaria puede o no coincidir con la constricción apical; sin embargo, esta última debe ser el límite apical tanto para la preparación como para la obturación del sistema de conductos<sup>65</sup>.

La determinación imprecisa de la longitud de trabajo puede favorecer la ocurrencia de errores de procedimientos y accidentes operatorios. A lo largo de los años, las técnicas más habituales para determinar la longitud de trabajo han sido la sensación táctil y la técnica radiográfica, sin embargo, ninguna de las dos técnicas puede determinar la ubicación de la constricción apical. La sensación táctil es altamente inespecífica, más aún en canales de raíces con ápice inmaduro, con curvatura excesiva o que se van estrechando a lo largo de todo su recorrido<sup>65</sup>. Por otra parte, la única información segura que nos ofrece la radiografía es la localización del ápice radiográfico, definido como la porción más apical del diente en una radiografía, lo cual está determinado también por la interpretación que le da el clínico. A pesar de esto, el ápice anatómico puede coincidir o no con el foramen apical, que es la zona en donde el canal se abre a la superficie radicular contactando con el ligamento periodontal<sup>65</sup>. Por medio del método radiográfico muchas veces el conducto puede terminar de manera lateral o milímetros más arriba que el ápice radiográfico o simplemente por factores anatómicos, no siempre es posible ver el ápice de manera exacta<sup>66</sup>.

Actualmente, existen herramientas que permiten obtener una medición más confiable de la longitud de trabajo, siendo el localizador apical una de ellas. Este dispositivo detecta el extremo del conducto radicular mediante la medición de propiedades eléctricas como la resistencia y la impedancia, formando un circuito eléctrico. El sistema de conductos radiculares está rodeado por dentina y cemento, siendo materiales aislantes de la corriente eléctrica. Cuando una lima de endodoncia penetra en el interior del canal y se acerca al foramen apical menor, la resistencia entre la lima y el foramen disminuye, debido a la reducción de la longitud efectiva del material resistivo (dentina, tejido, fluido)<sup>65</sup>. La lima se comporta como un conductor de electricidad y la resistencia está dada por el material orgánico que se encuentra dentro del conducto. Este dispositivo electrónico determina la resistencia entre la punta de la lima y el foramen apical o CDC. Es considerado el método más exacto y, por ende, el estándar de oro, su uso puede verse limitado por variantes anatómicas, falta de permeabilidad del

conducto y condiciones orales como inflamación, exudado o la presencia de saliva dentro del conducto, ya que puede afectar la conductividad eléctrica del sistema para alcanzar la zona de medición<sup>66,67</sup>.

### **2.2.7.2 Técnica de obturación**

De acuerdo con la asociación americana de endodoncia (AAE), una obturación adecuada se define y se caracteriza por el llenado tridimensional de todo el conducto radicular, lo más cercano posible de la unión cemento-dentinaria-conducto<sup>53</sup>. La obturación radicular es el último paso en el tratamiento endodóntico<sup>68</sup>, es necesario para eliminar la filtración coronaria y la contaminación bacteriana, sella también el ápice respecto a los fluidos tisulares periapicales y a los irritantes que permanecen en el conducto radicular<sup>69</sup>.

La técnica de obturación de un conducto radicular por lo general se evalúa radiográficamente, y debe cumplir ciertos criterios como tener una longitud adecuada, ser radiopaca, homogénea, uniforme, cónica y continua, estrecha en el ápice y libre de radiolucidez en la radiografía<sup>38-44</sup>. Estos criterios indican una obturación completa y compacta del conducto. Según el informe de Consenso de la Sociedad Europea de Endodoncia en el 2006, un tratamiento endodóntico debe incluir una correcta radiográfica de control post operatorio, que muestre un conducto radicular completamente obturado y un límite apical ubicado entre 0,5mm - 2 mm del ápice radiográfico para prevenir posibles complicaciones post tratamiento<sup>53,63</sup>.

La técnica de condensación lateral, ofrece una buena adaptación de la gutapercha en la preparación apical, siendo en la actualidad la técnica universal más utilizada, por su simplicidad y calidad de sellado apical<sup>5</sup>. Puede ser usada en la mayoría de las situaciones clínicas y proporciona control de la longitud apical de la obturación durante la condensación<sup>69</sup>.

### **2.2.7.3 Criterios de evaluación de la técnica de la obturación**

Los criterios para considerar la técnica obturación correcta, se categoriza como “aceptables” o “no aceptable”, tomando en cuenta, la distancia entre longitud de la obturación y el ápice radiográfico, la homogeneidad y conicidad a la terminación apical de la obturación<sup>53,70</sup>. Como se describe a continuación:

- Longitud de la obturación:**

El material de obturación debe extenderse hasta la constricción apical<sup>53,70</sup>.

1. Adecuada: Obturación que termina entre 0.5mm - 2 mm del ápice radiográfico.
2. No adecuado: Sobreobturación que se extiende más allá del ápice radiográfico<sup>28-35</sup>.
3. No adecuado: Subobturación, insuficiente, no alcanza la longitud establecida entre 0.5mm - 2mm del ápice radiográfico<sup>53</sup>.

• **Homogeneidad de la obturación:**

El material de obturación debe presentar una apariencia uniforme en toda su extensión, sin líneas de demarcación que sugieran la unión inadecuada de diferentes segmentos de material<sup>53,70</sup>.

1. Aceptable: Obturación homogénea con buena condensación, uniforme y sin presencia de radiolucidez visible dentro o entre el material de obturación y las paredes del conducto<sup>53</sup>.
2. No aceptable: Obturación no homogénea, con mala condensación y presencia de radiolucidez dentro o entre el material de obturación y las paredes del conducto<sup>53</sup>.

• **Conicidad:**

La forma de la obturación debe replicar la forma cónica preparada del conducto, siendo más ancha coronalmente y estrechándose hacia el ápice. Esto facilita la adaptación del material a las paredes del conducto<sup>53,70</sup>.

1. Aceptable: Cuando se observa geométricamente un cono ascendente desde el límite apical hasta el límite coronal, congruente con la anatomía original del conducto radicular<sup>53</sup>.
2. No aceptable: Cuando no se observa geométricamente un cono ascendente desde el límite apical hasta el límite coronal, y no es congruente con la anatomía original del conducto radicular<sup>53</sup>.

## **2. 2.8 Errores de procedimiento relacionados con obturación**

### **2.2.8.1 Sobreobturación**

Una sobreobturación se presenta cuando la obturación del conducto termina más allá del ápice radiográfico, pero hay uniformidad en la densidad y en la adaptación del material de obturación a las paredes del conducto. La extensión del material de obturación sólido o semisólido a través del foramen apical, comúnmente implica que el espacio del conducto

radicular ha sido obturado adecuadamente y casi siempre va precedida por una sobreinstrumentación, ambas situaciones implican la extrusión del material fuera del ápice<sup>43</sup>.

• **Factores causantes de sobreobturación:**

- Exceso de cemento en el conducto radicular.
- Medición imprecisa de la longitud de trabajo.
- No tomar radiografía antes, durante y después del tratamiento.
- Sobreinstrumentación, más allá de la constricción apical.
- Excesiva fuerza en la condensación al obturar.
- Penetración excesiva del instrumento de condensación.
- Pérdida de resistencia debido a una inadecuada preparación del conducto.
- Sello apical inadecuado.
- Falta de habilidad del operador<sup>38</sup>.

Basado en estos factores, el efecto más común de una sobreobturación es una reacción inflamatoria en el tejido periapical, causando dolor severo acompañado de edema de tejido, demora en la cicatrización perirradicular, ruptura del ligamento periodontal y lesión periapical. Otros efectos pueden ser la necrosis del hueso alveolar en la zona periapical, necrosis de la membrana mucosa que cubre el ápice de la unidad dental, o incluso complicaciones neurológicas como parestesia<sup>53</sup>.

• **Tratamiento de sobreobturación**

Con la técnica de condensación lateral, el material puede ser recuperado a través del forámen si el sellador no ha endurecido. Con técnicas de condensación vertical o gutapercha termorreblandecida la retracción del material a través del forámen es imposible. En muchos casos los tejidos cicatrizarán y el paciente evolucionará sin síntomas. En caso contrario, si existen signos o síntomas de inflamación perirradicular entonces estará indicada la cirugía<sup>44,53</sup>.

• **Pronóstico del Tratamiento de sobreobturación**

El pronóstico del tratamiento endodóntico disminuye y su efecto varía dependiendo del tipo de material obturador utilizado, la cantidad del material que se sobrepasa, y la longitud el material que sobrepasa el foramen apical. El material de obturación puede actuar como cuerpo extraño causando irritación en el tejido perirradicular. Sin embargo, no todos las sobreobturaciones están condenadas al fracaso porque aproximadamente el 76% de dientes

sobreobturados cicatrizan satisfactoriamente después del tratamiento endodóntico apropiado; todo depende de la interacción compleja de las propiedades del material y las defensas inmunes de hospedero<sup>53</sup>.

### **2.2.8.2 Subobturación**

No alcanza el límite entre 0.5- 2mm, normalmente es resultado de una instrumentación incompleta o formación de detritus en el canal radicular durante la preparación biomecánica; esto se da por una inadecuada longitud de trabajo o por una inadecuada irrigación. Como consecuencia el operador no va a remover el tejido necrótico remanente de la porción apical. Sin embargo, si el canal subobturado no contiene irritantes como bacterias o tejido necrótico contaminado, no va a causar por sí mismo una inflamación perirradicular. A pesar de ello, el pronóstico de varios estudios ha demostrado un 68% de éxito en piezas subobturadas, menor que lo que se da en casos de sobreobturación con un 76% de éxito<sup>10,53,69,70</sup>.

La clave principal de una Subobturación es la radiografía que señala un conducto obturado más corto de lo que se preparó manualmente, lejos de la longitud de trabajo determinada con la conductometría y va a condicionar al fracaso endodóntico<sup>69,70</sup>.

#### **• Tratamiento de la subobturación**

El mejor tratamiento consiste en la eliminación del material de obturación que se obtura de nuevo a la longitud de trabajo ideal, conocido como retratamiento endodóntico. Debido a que puede deberse a la presencia de una barrera natural en el conducto, existencia de un escalón creado durante la preparación, ensanchamiento insuficiente, adaptación inadecuada del cono maestro, presión insuficiente durante la condensación<sup>53</sup>.

#### **• Pronóstico de la subobturación**

Estará dado por la distancia entre la obturación realizada y la distancia de la obturación ideal, mientras más corto esté la obturación, más desfavorable será el pronóstico; otro factor influyente es el diagnóstico previo del diente puesto que en los dientes vitales el pronóstico es mejor que en los necróticos, debido a la gran cantidad de productos microbianos en estos últimos<sup>53</sup>.

## 2.2.9 Evaluación radiográfica de los tratamientos de endodoncia

La endodoncia es una especialidad altamente crítica, donde los límites de la terapia se determinan por imágenes radiográficas obtenidas durante los tiempos operatorios (diagnóstico, conductometría, conometría, control de obturación y obturación). Estas tomas radiográficas son necesarias para que el profesional pueda identificar el procedimiento endodóntico y corroborar el diagnóstico en situaciones más específicas como en lesiones periapicales, fracturas radiculares, separación de instrumentos, formación de escalones, perforaciones, traumatismo dentario y cirugías periapicales. Por otro lado, contribuye con la evaluación de errores frecuentes durante el procedimiento endodóntico, como también en controles posteriores de la endodoncia<sup>69,70</sup>.

La evaluación radiográfica es fundamental para determinar la correcta obturación de un conducto radicular, considerándose adecuada cuando se observa una obturación con la longitud establecida, una radiopacidad homogénea y ausencia de radiolucidez. Un criterio adicional es que el material ideal para la obturación debe ser radiopaco. Esta propiedad permite distinguir el material de obturación de las estructuras anatómicas adyacentes, como el hueso y el diente, facilitando su valoración clínica. Higginbotham, en el año 1967, enfatizó la importancia de la radiopacidad tanto en los cementos selladores como en la gutapercha. Además, la Organización de Estandarización Internacional – ISO estableció los milímetros mínimos en que la radiopacidad de la obturación debe ser evidente para permitir una adecuada evaluación por parte del clínico<sup>45,53, 69, 70</sup>.

Las radiografías periapicales convencionales se consiguen con angulaciones y procedimientos estándares ya conocidos, tales como la técnica de la bisectriz y la técnica paralela. Estas técnicas permiten la obtención de radiografías con registros de imágenes que solo facilitan la evaluación dentaria y de la región peripical en dos dimensiones: alto y ancho<sup>71</sup>.

En endodoncia, las de mayor utilidad adicionalmente a las convencionales son las radiografías tomadas mediante la técnica de Clark que permite disociar imágenes de raíces y conductos múltiples, separar estructuras anatómicas y radiotransparencias peripicales y determinar la ubicación de curvaturas apicales que se encuentren hacia vestibular o palatino<sup>71</sup>. Una radiografía ortorradial se consigue mediante la correcta angulación horizontal y vertical del haz de rayos X. Las variaciones se dan en las proyecciones excéntricas: la radiografía mesiorradial se obtiene angulando el cono de rayos X hacia mesial, mientras que la distorradial se consigue al angularlo hacia distal<sup>71</sup>.

El éxito radiográfico incluye los siguientes aspectos: espacio del ligamento periodontal normal (< 1 mm), eliminación de radiolucidez, lámina dura normal, ausencia de reabsorción y obturación completa tridimensional del espacio del conducto visible dentro de los límites del espacio raíz conducto, extendiéndose a la unión cemento-dentinaria <sup>44,43</sup>.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo se describe la metodología empleada en esta investigación en relación con los objetivos expuestos anteriormente. Se detallan el tipo y diseño del estudio, la población y muestra, los criterios de inclusión y exclusión, las variables de estudio y, por último, las técnicas de recolección y análisis de datos.

#### **3.1 Alcance y diseño de investigación**

Según los criterios de Hernández et al.<sup>72</sup> el presente estudio se basa en un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, de diseño no experimental, transversal. Es cuantitativo ya que se busca comprobar los errores de procedimiento en función de una medición numérica, conteo y análisis estadístico.

El alcance de esta investigación es descriptivo, ya que presenta la información tal como se observa en las radiografías postoperatorias inmediatas registradas en las historias clínicas de los pacientes que acudieron a la Cátedra de Endodoncia de la FOULA. El estudio indica la situación radiográfica inmediata de los tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de tercer año de pregrado, facilitando la comprensión de las características esenciales para describir la presencia de errores de procedimiento identificados radiográficamente durante la ejecución de los tiempos operatorios.

No experimental, debido a que no existe manipulación deliberada de las variables, se observará y se recopilará los resultados tal como se presenten las radiografías postoperatorias inmediatas de las historias clínicas de pacientes que acudieron a la Clínica de Endodoncia de la Facultad de Odontología (ULA), sin ninguna intervención.

Del mismo modo, transversal, ya que se hará una sola medición por cada unidad de estudio, en este caso las radiografías; la recolección de datos, se realizará en un solo momento en el tiempo, al dar de alta al paciente con la toma de la respectiva radiografía postoperatoria inmediata, pues no implica un seguimiento.

### **3.2. Población**

La población de estudio consistió en 262 historias clínicas de pacientes que acudieron con afecciones endodónticas y fueron atendidos por los estudiantes de pregrado en la Clínica de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. De estas historias clínicas, se extrajeron 478 radiografías periapicales postoperatorias inmediatas. Tras aplicar los criterios de selección, se escogieron 206 radiografías periapicales postoperatorias inmediatas que constituyeron la población de estudio definitiva. El periodo de recolección de datos se llevó a cabo durante un periodo de seis años: entre 2016 y 2019, y posteriormente entre 2023 y 2024. Los años 2020 a 2022 fueron excluidos debido a la pandemia de COVID-19.

#### **3.2.2 Criterios de inclusión**

Se incluyeron historias clínicas que cumplieran lo siguiente:

- Historias clínicas de pacientes con dentición permanente y con formación radicular completa.
- Historias con radiografías periapicales postoperatoria inmediatas con calidad diagnóstica.

#### **3.2.3 Criterios de exclusión**

Fueron excluidos del estudio:

- Historias clínicas de pacientes con dentición temporal y desarrollo radicular incompleto.
- Historias clínicas de pacientes con retratamientos endodónticos.

### **3.3 Variables**

En el siguiente cuadro N° 1 se presenta la operacionalización de variables.

### Cuadro N° 1 de operacionalización de las variables

Objetivos Específicos	Variable de Caracterización	Indicadores de la Variable	Subindicadores	Tipo de Variable	Ítem
Identificar la unidad dental que ha sido tratada endodónticamente.	Unidad dental	Número de la Unidad Dental	Nomenclatura FDI.	Cuantitativa Nominal Discreta	1.1
		Grupo Dental	Monoradicular. Multiradicular	Cualitativa Nominal Dicotómica	1.1
Identificar los errores de procedimiento relacionados con apertura cameral	Errores de procedimiento en la apertura cameral	Perforaciones Pared Lateral (Zona Cervical)	Radiopacidad del material de obturación con terminación diferente de la anatomía original de la cámara pulpar, hacia el área de furca o paredes proximales en su porción más cervical. (Presencia o ausencia).	Cualitativa Nominal Dicotómica	1.2
Identificar los errores de procedimiento relacionados con preparación biomecánica	Errores de procedimiento en la preparación biomecánica.	Separación de Instrumentos	Radiopacidad compatible con instrumento separado o entre el material de obturación, dentro o fuera, del conducto radicular. (Presencia o ausencia).	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.3
		Formación de Escalones	Presencia de discontinuidad en las paredes del conducto radicular. (Presencia o ausencia).	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.3
		Transportación Apical	Material de relleno ubicado en la curva exterior del conducto radicular en el tercio apical. (Presencia o ausencia)	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.3

		Formación de Zip	Sección transversal elíptica en la parte apical del conducto, (ensanchamiento). (presencia o ausencia).	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.3
Identificar los errores de procedimiento en la obturación relacionados con la obturación	Errores de procedimiento en la obturación	Conicidad de la Obturación	Disminución progresiva desde la entrada del conducto hasta el foramen apical. (Aceptable o no aceptable).	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.4
		Homogeneidad de la Obturación	Imagen homogénea y continua en el trayecto de la longitud de la obturación (Aceptable o no aceptable).	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.4
		Subobturación	Longitud de obturación insuficiente, sin alcanzar el ápice radiográfico. (Aceptable o no aceptable).	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1.4
		Sobreobturación	Longitud de obturación, más allá del ápice radiográfico. (Aceptable o no aceptable).	Cualitativa Nominal Dicotómica	1.4

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a los objetivos planteados dentro de la investigación, la técnica que se empleó es de revisión documental, donde el instrumento de recolección de datos fue mediante una hoja de registro, estructurada sistemáticamente, que permitió valorar y asegurar la evidencia recopilada para el proceso de aprendizaje (Apéndice A). Asimismo, las radiografías convencionales fueron digitalizadas para su observación sin aplicar filtros o modificaciones, con el fin de preservar la fidelidad de las imágenes radiográficas. Este proceso de recolección fue realizado por las investigadoras responsables del estudio.

El instrumento consta de 6 ítems que respondieron a las preguntas, las cuales se dividieron según los objetivos de investigación y se distribuyeron en las siguientes categorías: número de la radiografía, unidad dental tratada y grupo dental al que pertenecen (monorradicular o multirradicular). Los errores de procedimiento se categorizaron según los tiempos operatorios: apertura cameral (perforaciones), preparación biomecánica (separación de instrumentos, formación de escalones, transportación apical y formación de zip). Obturación del sistema de conductos (conicidad de la preparación, homogeneidad de la obturación, subobturación y sobreobturación). La información se recopiló a través de las radiografías convencionales periapicales postoperatorias inmediatas correspondientes en las historias clínicas de pacientes que recibieron tratamientos endodónticos, atendidos en la Clínica de Endodoncia (FOULA) de la Universidad de Los Andes.

### **3.4.1 Procedimiento de recolección y digitalización de datos**

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la revisión de las radiografías periapicales convencionales postoperatorias inmediatas encontradas en las historias clínicas de los pacientes atendidos por los estudiantes de 3er año de pregrado, de la Clínica de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (ULA).

Se seleccionaron las historias clínicas de forma aleatoria para la posterior elección de la radiografía periapical convencional, con el fin de evitar sesgos en la selección de casos. Asimismo, se aplicaron criterios de inclusión rigurosos, seleccionando únicamente las radiografías convencionales que presentaran buena calidad de imagen, ausencia de daños en la película y calidad diagnóstica para el análisis.

El proceso de digitalización de las radiografías periapicales se ejecutó para estandarizar las condiciones de visualización. Para ello, se utilizó un negatoscopio y un único equipo móvil para la captura fotográfica de las películas. Las imágenes digitalizadas se transfirieron a un solo ordenador para su almacenamiento y posterior análisis individualizado.

Esta estandarización metodológica fue fundamental para garantizar la uniformidad en la evaluación de los criterios de error y la confiabilidad del estudio, lo cual asegura su validez y aceptación por la comunidad científica y académica.

### **3.4.2 Validez del instrumento**

El procedimiento para determinar la validez del instrumento se realizó mediante la Técnica de Juicio o Evaluación de Expertos por parte de 2 especialistas en el área de endodoncia y 1 especialista en el área de radiología, quienes lo hicieron mediante una ficha de evaluación. (apéndice B).

### **3.5 Aspectos éticos**

Los aspectos éticos describieron exhaustivamente la radiografía periapical postoperatoria inmediata, inherente al protocolo de tratamiento endodóntico, la cual está explícita en las historias clínicas de los pacientes que asistieron a la Clínica de Endodoncia de la Facultad de Odontología (ULA). Respetando la integridad de los resultados para que sean confiables y no sean alterados a conveniencia del investigador, evitando así cualquier conflicto de interés.

### **3.6 Plan de análisis de resultados**

Una vez recolectada la información, se evaluó la calidad de la misma y se validó según la definición operativa establecida. Para el análisis de los datos, se realizó un análisis descriptivo de los resultados que respondieron a los objetivos específicos planteados en la investigación mediante el uso de estadísticas descriptivas en forma de tablas, gráficos y texto, con el uso de Excel LTSC 2021.

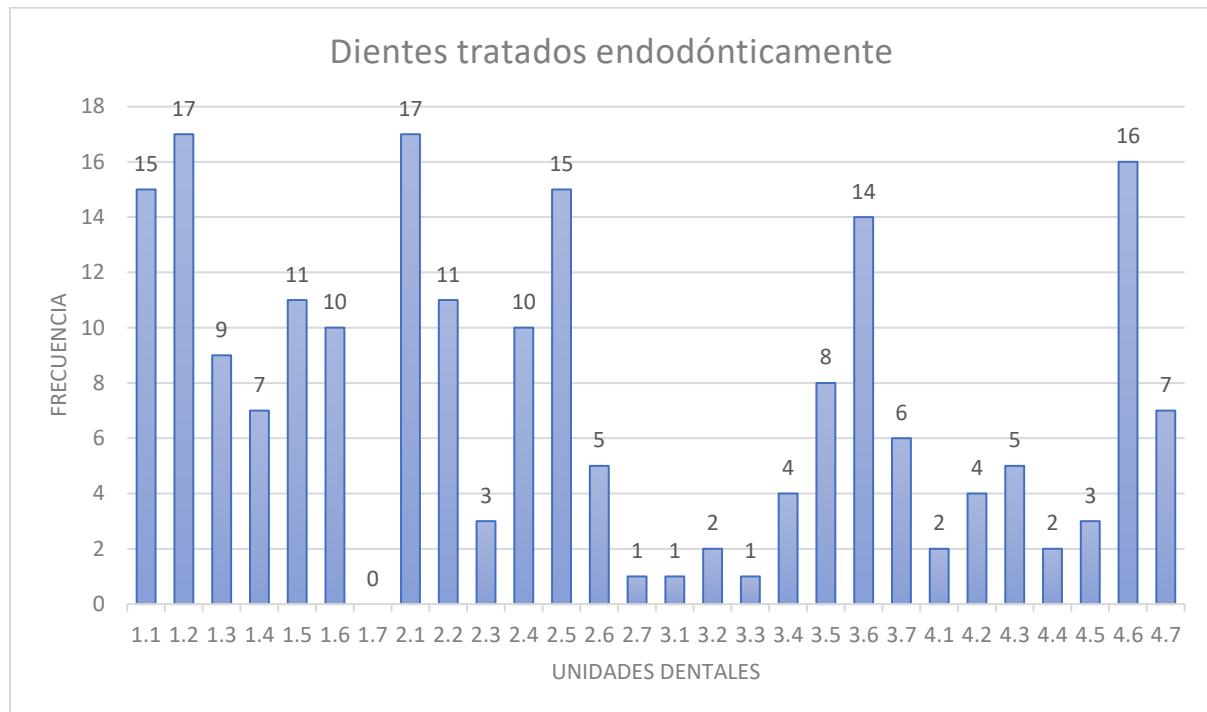
## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

Este capítulo presenta la exposición de los resultados y está organizado en dos partes. La primera parte describe la caracterización de la población de estudio. En la segunda parte, se presentan los resultados relacionados con los errores de procedimiento en los tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes de tercer año de pregrado en la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (ULA).

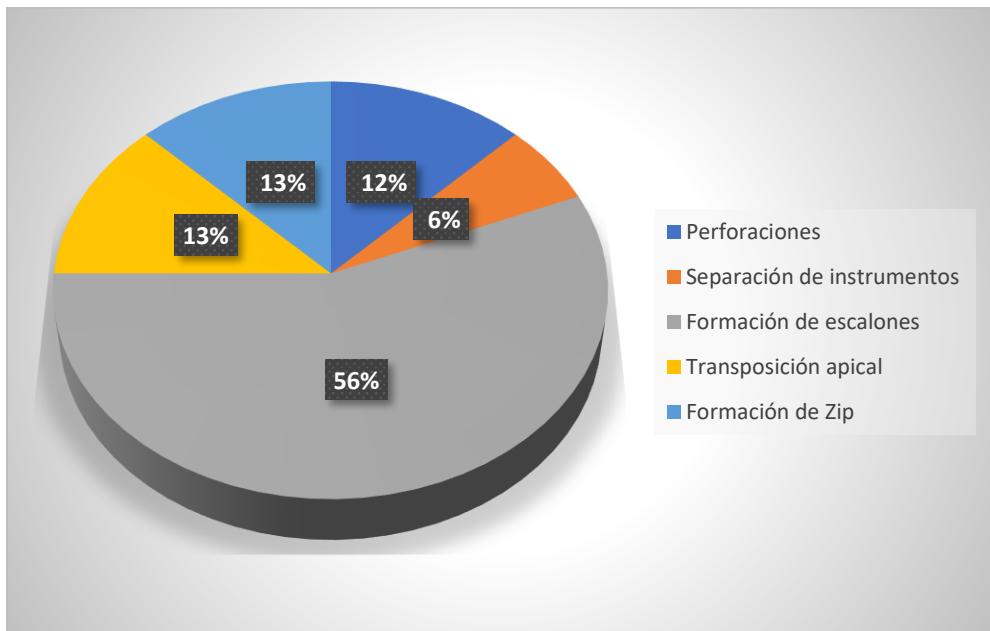
La población de estudio estuvo conformada por 206 radiografías periapicales postoperatorias inmediatas, seleccionadas de un total de 478, las cuales fueron obtenidas de las historias clínicas de pacientes tratados por afecciones endodónticas en la Clínica de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Las radiografías restantes fueron excluidas debido a su calidad diagnóstica insuficiente o por presentar defectos en la película radiográfica. De las radiografías seleccionadas, 134 correspondían a unidades dentarias monorradiculares (65%) y 72 a unidades dentarias multirradiculares (35%).

A continuación, en el gráfico 1, según el sistema de numeración de la Federación Dental Internacional (F.D.I.), se puede observar que la unidad dentaria más prevalente fue la 1.2 y la 2.1, cada una representando el 8% del total de dientes estudiados y el 12% de los dientes monorradiculares. En cuanto a los dientes multirradiculares, la unidad 4.6 obtuvo un 7% del total de dientes estudiados, representando el 22% de los dientes multirradiculares analizados.



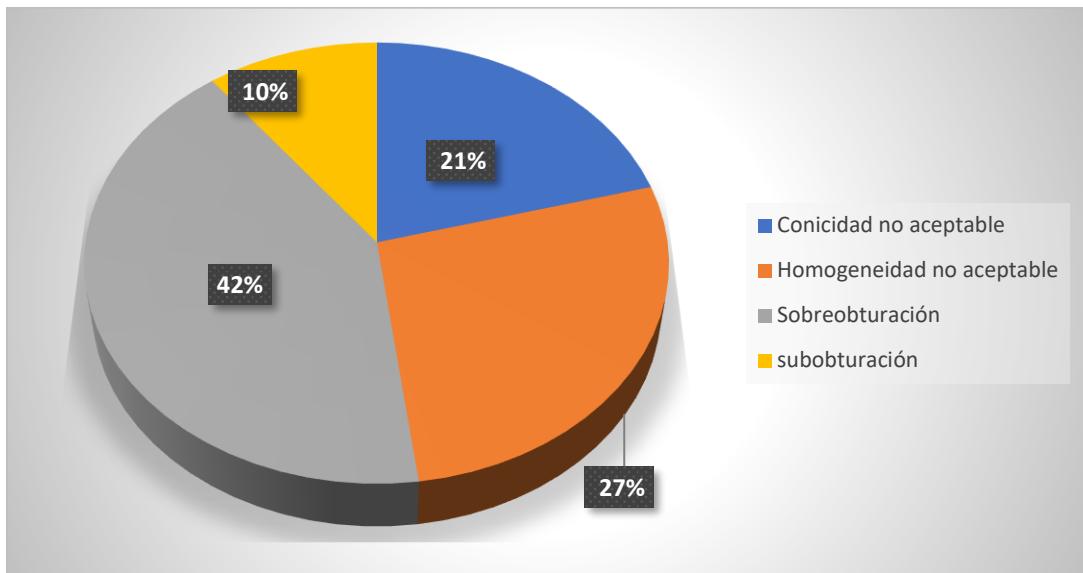
**Gráfico 1.** Frecuencia de unidades dentales tratadas endodóticamente.

En el gráfico 2 se observan los errores de procedimiento relacionados con la apertura cameral y la preparación biomecánica. De las 206 radiografías seleccionadas de los tratamientos realizados en la Cátedra de Endodoncia de la FOULA, se identificaron cuatro tipos de errores. El más frecuente fue la formación de escalones, presente en nueve tratamientos. En segundo lugar, se encuentran la transposición apical y la formación de zip, cada una en dos tratamientos, seguidas por las perforaciones, también en dos procedimientos. Finalmente, la separación de instrumentos ocurrió en un tratamiento. De las nueve formaciones de escalones, cinco casos ocurrieron en dientes multirradiculares (12%) y cuatro casos en dientes monorradiculares (3%). La transposición apical se presentó en un diente monorradicular (0.7%) y en un multirradicular (1%). La formación de zip ocurrió en dientes monorradiculares en ambos casos (1%), y la separación de instrumentos en un diente multirradicular (1%).



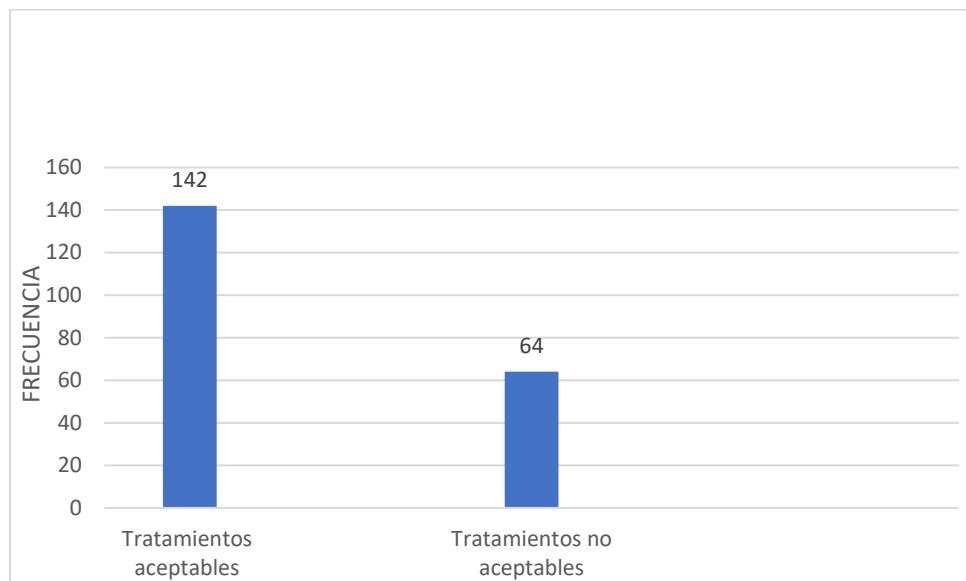
**Gráfico N° 2** Errores de procedimiento de apertura cameral y preparación biomecánica.

En el Gráfico 3 se observan los errores de procedimiento relacionados con la obturación. La sobreobturación fue el error más frecuente, presente en 20 tratamientos endodónticos. Le sigue la falta de homogeneidad no aceptable en la obturación, que ocurrió en 13 tratamientos, y la conicidad no aceptable en 10 tratamientos. Además, se registraron cinco casos de subobturación. La sobreobturación se presentó en 13 casos en dientes multirradiculares (18%) y en 7 casos en dientes monorradiculares (5%). La falta de homogeneidad aceptable ocurrió en tres casos en dientes multirradiculares (4%) y 10 en dientes monorradiculares (7%). La conicidad no aceptable se observó en siete dientes multirradiculares (9%) y en tres dientes monorradiculares (2%). La subobturación ocurrió en tres casos en dientes multirradiculares (4%) y en dos en dientes monorradiculares (1%). Por último, la perforación se presentó en un caso en diente multirradicular (1.3%) y un caso en diente monoradicular (0.7%).



**Gráfico N° 3.** Errores de procedimiento relacionados con obturación.

En el Gráfico 4 se muestra el total de tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes de pregrado de la Facultad de Odontología de la ULA. Se observa que 142 tratamientos fueron considerados aceptables, lo que representa un 68% del total, mientras que 64 tratamientos no aceptables corresponden al 32%. De los tratamientos aceptables, 97 se realizaron en unidades dentarias monoradiculares y 45 en multiradiculares. Por otro lado, los tratamientos no aceptables fueron 30 en dientes monoradiculares y 34 en dientes multiradiculares. Además, el 72% de los tratamientos endodónticos aceptables se realizaron en dientes monoradiculares, mientras que el 47% de los no aceptables correspondieron a dientes multiradiculares.



**Gráfico N° 4.** Tratamientos endodónticos realizados por los estudiantes de pregrado de la FOULA.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## DISCUSIÓN

El presente estudio tiene como objetivo describir los errores de procedimiento en los tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de tercer año de pregrado, mediante la preparación manual. Esta investigación se centró en casos de pacientes que acudieron a la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología – ULA durante los períodos 2016-2019 y 2023-2024, excluyendo los años 2020-2022 debido a la pandemia de COVID-19. Los datos utilizados se obtuvieron mediante radiografías periapicales postoperatorias inmediatas de pacientes a través del registro de historias clínicas, aplicando criterios específicos que garantizaron una recolección de datos congruente.

La presencia de errores en los tratamientos endodónticos no es un indicativo radical de inexperiencia o falta de conocimientos. De hecho, identificar y analizar estos errores representan una oportunidad crítica para optimizar el proceso de formación académica de los estudiantes, tanto a nivel teórico como a nivel clínico, reduciendo al máximo riesgos para el paciente.

Las 206 radiografías periapicales postoperatorias inmediatas seleccionadas correspondientes a los pacientes que acudieron al servicio, fueron digitalizadas, almacenadas, visualizadas y analizadas para su posterior interpretación en su formato original. Ahmed<sup>73</sup> en el 2015, presentó tres pautas que deben seguirse para mejorar la interpretación de las imágenes radiográficas periapicales en endodoncia y facilitar la identificación, para reducir la cantidad de confusión diagnóstica y un plan de tratamiento inapropiado, entre ellos: obtener imágenes periapicales de alta calidad, que estén bien expuestas y procesadas. Esto requiere el uso de posicionadores de paralelismo, para evitar distorsiones geométricas y la toma de múltiples proyecciones excéntricas preoperatorias para revelar la anatomía compleja. Por otra parte, Williams, et al<sup>74</sup>. y Choi, et al<sup>75</sup>. en sus estudios afirman la importancia de fijar directrices y normas para considerar una imagen radiográfica digital adecuada, lo que asegura que sea una herramienta útil en la práctica clínica digital y no una fuente de errores durante la interpretación.

Choi, et al<sup>75</sup>. enfatizan el uso de las imágenes radiográficas originales en lugar de aquellas mejoradas o modificadas. En sus hallazgos mostraron que las imágenes mejoradas obtuvieron una puntuación significativamente menor ( $P<0.01$ ), afirmando que este tipo de modificaciones

puede distorsionar la interpretación del diagnóstico. Sin embargo, reconocen su utilidad para casos puntuales, como la identificación de un instrumento separado para su recuperación.

Los criterios para el análisis y la interpretación radiográfica se definieron de manera estricta basándose en seis variables directamente relacionados con los tiempos operatorios, y fueron similares a los utilizados en estudios previos, como el de Buckley y Spångberg<sup>76</sup>, que incluían la homogeneidad y la longitud de la obturación como criterios claves. Asimismo, autores como Barrieshi-Nussahir, et al<sup>34</sup>., Khabbaz, et al<sup>30</sup>., y Lynch y Burke<sup>22</sup> emplearon algunos de los mismos criterios en sus investigaciones como: (conicidad, homogeneidad, subobturación, sobreobturación, perforaciones, separación de instrumentos, entre otros), lo que garantizó la objetividad en la lectura al observar las radiografías periapicales.

Existen múltiples estudios que contrastan con los resultados obtenidos en esta investigación. Muchos de ellos hacen referencia al número de piezas dentales sometidas a tratamientos endodónticos representadas por la nomenclatura de la Federación Dental Internacional (FDI) y clasificadas según el número de raíces en dos grupos: monoradiculares y multiradiculares.

En este estudio predominó la incidencia de dientes maxilares, la UD 1.2 y UD 2.1 presentaron cada una el 8% de una representación del 12% de dientes monoradiculares, seguida de la unidad dental mandibular más frecuente, UD 4.6, presentó un 7% de los casos, lo que corresponde al 22% del total de dientes multiradiculares. En comparación, el estudio de Alrahabi<sup>21</sup> también identificó los incisivos maxilares como la unidad dental más incidente con un (27,9%), seguido por el primer molar mandibular, con un (25.7%).

Los errores de procedimientos en relación a la apertura cameral no fueron estadísticamente significativos. Al menos, (0.48 %) en este estudio, acerca de la totalidad de los tratamientos ejecutados presentaron este tipo de errores, específicamente una perforación a nivel de cámara en un tratamiento endodóntico. Sin embargo, autores como Antúnez<sup>77</sup>, enfatizan la perforación cameral y cervical como una de las más críticas y complejas en tratamientos endodónticos. Esto se debe a que ocurre en una zona de difícil manejo, a nivel de la cresta ósea, en un ambiente húmedo y que además debilitan estructuralmente al diente, volviéndolo susceptible a la fractura. Años atrás comunicar o perforar esa zona era indicación generalmente de extracción por un pronóstico reservado o definitivamente malo. Actualmente, con la ayuda de los cementos hidráulicos, una buena planificación y equipos especializados, permite un mejor manejo clínico, supervivencia y permanencia de la unidad dental en boca.

Los errores de procedimientos presentes durante la fase de preparación biomecánica, generalmente ocurren por la inexactitud de la longitud de trabajo y la técnica de preparación que utiliza el operador. Es importante señalar que la instrumentación mecanizada reduce la posibilidad de errores de preparación en comparación con la técnica de preparación manual. Esto se debe a que los instrumentos utilizados son más flexibles y se adaptan mejor a la morfología interna del conducto. La formación de escalones se pudo observar en este estudio como el error de procedimiento con mayor porcentaje de frecuencia en dientes multirradiculares (7%) y en dientes monorradiculares (3%), al momento de realizar la instrumentación mecánica de forma manual. Seguido de la transposición apical (1%) y separación de instrumentos (1%). Estos hallazgos concuerdan, en parte, con lo reportado por Saatchi, et al<sup>37</sup>. donde la formación de escalones se identificó como un error frecuente en el sistema de conductos, con una incidencia del 12.5%. Ellos afirman que el uso inadecuado de los instrumentos, especialmente durante la fase de la preparación manual, aumenta la probabilidad de generar este error, siendo considerado el más común por estudiantes de pregrado.

Haug, et al<sup>33</sup>. confirmaron que la separación de instrumentos no se relaciona directamente con la experiencia del operador y que su incidencia es muy baja en procedimientos manuales. En este estudio, la separación de instrumentos irrecuperables se evidenció en un 2.33% de los casos. Coincidientemente, Khabbaz, et al<sup>30</sup>. reportaron un 2.8% de separaciones debido a una preparación biomecánica manual deficiente. A diferencia de lo que ocurre con los instrumentos accionados por motor, es más probable que este error, junto con la transposición apical, ocurra durante la preparación manual, debido a que se aplica una fuerza adicional para intentar ganar longitud de trabajo cuando la instrumentación no es de forma secuencial.

En nuestro estudio, la sobreobturación se presentó con mayor frecuencia en dientes multirradiculares (27%) que en monorradiculares (9%), convirtiéndose en el error de procedimiento más común durante la fase de obturación. La homogeneidad aceptable fue predominante en dientes multirradiculares (13%) y, en menor medida, en monorradiculares (6%). Además, la conicidad no aceptable se observó principalmente en dientes multirradiculares (12%).

Estos hallazgos coinciden con diversos estudios de literatura internacional. Varios autores concuerdan en que la sobreobturación es el error de procedimiento más frecuente en tratamientos endodónticos efectuados por estudiantes. Esto se refleja en estudios como el de

Lynch y Burke<sup>22</sup> con un 9%, Barrieshi-Nusair, et al<sup>34</sup>. con un 4.2%, y Moussa, et al<sup>29</sup>. con un 19%, todos ellos corroborando la alta incidencia de este error.

Además, Bierenkrant, et al<sup>78</sup>. evaluaron la homogeneidad en su estudio y afirmaron que, al respetar el límite de obturación y el ápice radiográfico, pudieron prevenir el 91% de los errores de procedimientos. Mientras que Al Shehedat, et al<sup>26</sup>., evidencia en su estudio que el 80% de la conicidad fue adecuada en dientes anterior a diferencia de los premolares que tuvieron el mayor porcentaje de conicidad inadecuada (44%).

Comparar nuestros hallazgos con resultados internacionales es complejo, principalmente porque la naturaleza de la formación preclínica y clínica de los operadores en otros contextos no siempre se detalla. Sin embargo, es esencial reconocer que la variabilidad en los resultados puede atribuirse a las técnicas específicas utilizadas durante la preparación biomecánica y la obturación de los conductos radiculares.

En la Facultad de Odontología - ULA, los tratamientos endodónticos, una vez completadas las fases iniciales de diagnóstico y apertura, avanzan con la preparación biomecánica manual, una etapa determinante. Para ello, se utilizan técnicas como steep back en dientes uniradiculares y crown down en multiradiculares, buscando desarrollar el tacto y la pericia inicial de los estudiantes. Posteriormente, para la obturación del sistema de conductos, la condensación lateral es la técnica más empleada, dada su relativa sencillez de ejecución.

En cuanto a los resultados de este estudio, el 76% de los tratamientos fueron considerados aceptables, cumpliendo con todos los parámetros establecidos y brindando la base para una rehabilitación final segura. Por otro lado, el 24% de los tratamientos se clasificaron como no aceptables al no alcanzar los criterios iniciales. Es relevante destacar que el 82% de los tratamientos endodónticos aceptables se realizaron en dientes monoradiculares, mientras que el 62.5% de los no aceptables correspondieron a dientes multiradiculares. Nuestros resultados muestran una concordancia parcial con el estudio de Fong, et al<sup>79</sup>., que reportó un 66% de tratamientos endodónticos aceptables. En contraste, estudios como el de Fritz et al<sup>27</sup>. documentaron un 93.8%, mientras que Ilguy, et al<sup>31</sup>. informaron un 54.2%, destacando que los tratamientos en dientes monoradiculares presentaron la mejor obturación.

Es importante resaltar que los estudiantes de tercer año de pregrado poseen una formación teórica y preclínica completa, basada en la evidencia. Esto les permite tener contacto directo con pacientes, siempre bajo la supervisión de un tutor que los acompaña en todas las fases

operativas del tratamiento endodóntico. Esta supervisión busca evitar inconvenientes, garantizar la seguridad y proteger la salud del paciente.

Los especialistas a cargo de esta cátedra demuestran un esfuerzo considerable para que los estudiantes adquieran una sólida formación didáctica y práctica. Para futuras investigaciones, lo óptimo sería repetir este estudio de manera prospectiva y con una muestra más amplia, lo que permitiría comparar de forma más precisa el impacto del programa educativo implementado y así confirmar la efectividad de la información impartida.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CONCLUSIONES

- En conjunto, los datos indican que los procedimientos endodónticos realizados por los estudiantes de tercer año de pregrado de la Facultad de Odontología - ULA, en la Cátedra de Endodoncia, cumplen en su mayoría con los parámetros aceptables, alcanzando un porcentaje del 76%. Esto resalta la dedicación y el compromiso de la cátedra en formar profesionales de calidad. Sin embargo, la minoría del 24% correspondiente a tratamientos no aceptables genera la necesidad de fortalecer la formación académica y la práctica clínica, con el fin de reducir esa proporción a un porcentaje imperceptible.
- Se evaluaron 206 radiografías periapicales postoperatorias inmediatas, de las cuales las unidades dentales 1.2 y 2.1 presentaron una mayor frecuencia, representada por el 12% de los dientes monoradiculares, mientras que la unidad dental 4.6 constituyó el 22% de los dientes multiradiculares. Esta distribución permitió identificar y caracterizar con precisión las unidades dentarias involucradas y con mayor incidencia de compromiso en los tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de pregrado.
- En la fase de apertura, el error de procedimiento identificado fue la perforación. Si bien solo se registró en dos de 206 tratamientos equivalentes al 12%, constituyendo el 0.49% de todos los errores encontrados. A pesar de su baja incidencia, esta minoría podría comprometer el pronóstico final del tratamiento de las unidades dentarias afectadas.
- Se observó que, a nivel de la preparación biomecánica, fue un hallazgo significativo, la presencia de formación de escalones, en nueve tratamientos, posicionándose como el cuarto error con mayor incidencia en este estudio del total de los errores encontrados. El transporte apical se identificó en únicamente dos tratamientos, al igual que la formación de zip, mientras que la separación de instrumentos ocurrió en un solo tratamiento.
- En cuanto a la fase de obturación, se registró la mayor incidencia de errores de procedimiento en relación con la totalidad de tratamientos analizados en este estudio. La sobreobturación se presentó en 32 tratamientos, siendo el primer error más incidente dentro de la investigación, seguido de una homogeneidad no aceptable en 18 tratamientos, conicidad no aceptable en 14 tratamientos y 7 subobturación. A nivel general, estos errores fueron los de mayor frecuencia en la investigación, lo que resalta que la fase de obturación concentra la mayor vulnerabilidad entre las etapas del tratamiento endodóntico analizadas de este estudio.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar este tipo de estudio en diversas universidades a nivel nacional, con el fin de formular estrategias efectivas y la identificación de errores de procedimientos. Esto permitirá obtener un panorama más amplio sobre las prácticas actuales e impulsar actividades que fortalezcan las cátedras de endodoncia. De este modo, los estudiantes podrán desarrollar mayor pericia, habilidades manuales, conocimientos acerca de los errores de procedimiento y la confianza necesaria para actuar con seguridad.
2. Además, seguir una línea de investigación prospectiva basada en artículos especializados facilitará la evaluación de los resultados finales, especialmente los que se relacionan con el pronóstico y el seguimiento a largo plazo.
3. Se recomienda incorporar el uso de imágenes radiográficas digitales para lograr registros más precisos y mejorar la calidad de la formación académica y práctica clínica del estudiante. Este sistema permite visualizar las imágenes de forma instantánea en una pantalla, almacenarlas de manera segura y evitar la pérdida de información de los casos clínicos realizados en la cátedra.
4. Se recomienda promover el uso de estudios por imágenes de alta resolución, como la tomografía computarizada de haz cónico (TCBC) o Cone Beam (CBCT), cuando el diagnóstico mediante la radiografía convencional sea insuficiente. Esto permitirá a los estudiantes evaluar cada caso, identificar aquellos de alta complejidad que estén fuera de sus competencias y referirlos a especialistas capacitados.
5. Se sugiere utilizar localizadores apicales electrónicos y microscopios quirúrgicos dentales para mejorar el abordaje de los tratamientos endodónticos y minimizar la cantidad de errores de procedimiento. Además, es fundamental implementar técnicas de preparación mecanizadas, ya que facilita a los estudiantes integrarse con la tecnología actualizada y les permite acceder a conductos con anatomías complejas, adecuados a su nivel académico, asegurando una preparación y obturación más uniforme y reduciendo el tiempo de trabajo.
6. Por último, se recomienda promover la creación de programas de postgrado en endodoncia, para que estudiantes y odontólogos generales interesados en esta área puedan profundizar sus conocimientos y continuar su formación. La formación avanzada no solo les permitirá adquirir habilidades clínicas y teóricas más específicas, sino que también les permitirá dominar la complejidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Giudice A, Torres J. Obturación en endodoncia - Nuevos sistemas de obturación: revisión de literatura. *Rev Estomatol Herediana*. 2001Sep;21(3):166-174. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4215/421539365009.pdf>
2. Rodríguez C, Oporto G. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. *Ent.J. Odontostomato*. 2014Sep;8(2):177-183. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2014000200005>
3. Maldonado F, Gómez V, Rosas C, Hernández S. Evaluación del Éxito de Tratamientos Endodónticos Realizados por Estudiantes de Pregrado en una Universidad Chilena. *Int. J. Odontostomat*. 2020 junio; 14(2):154-159. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v14n2/0718-381X-ijodontos-14-02-154.pdf>
4. Rangel M, Luna A, Téllez A, et al. Obturación del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura. *Rev ADM*. 2018agos; 75(5):269-272. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2018/od185f.pdf>
5. Banquez C, Mendoza D. Caracterización morfológica y del sistema de conductos radiculares de primeros molares mandibulares. [Internet]. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena; 2022 [citado: 2025, mayo]. <http://dx.doi.org/10.57799/11227/11531>
6. Pérez E, Burguera E, Carvallo M. Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. *Acta odontol. venez* [Internet]. 2003 mayo [citado: 2025, mayo]; 41(2):159-165. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000163652003000200011&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000163652003000200011&lng=es).
7. Huamán P, Cortés F, Hernández M. Evaluación de lesiones periapicales de origen endodóntico mediante tomografía computada Cone Beam. *Ciencias Clínicas*. 2015 Jun; 16(1):5–11.
8. Barzuna M, Pabón E. Tratamiento no quirúrgico de lesión periapical de gran tamaño: Reporte de caso. *Odontología Vital* [Internet]. 2020 [citado: 2025 mayo]; (32):29–38. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-0775202000100029&script=sci\\_abstract&tlang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-0775202000100029&script=sci_abstract&tlang=es) .

9. Orhan K, Orhan I, Tulga F. Tratamiento de fracturas coronarias y fracturas radiculares traumáticas en incisivos permanentes no tratados.: caso clínico. Quintessence: Publicación internacional de odontología. 2012; 25(1):1-7. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-quintessence-9-articulo-tratamiento-fracturas-coronarias-fracturas-radiculares-X021409851294394X>
10. Hernández M. Manejo de Complicaciones en Endodoncia Instrumentos Separados Durante el Tratamiento De Conductos. [Tesis de pregrado]. España Sevilla: Universidad de Sevilla; 2020. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/105149/Manejo%20de%20complicaciones%20en%20endodoncia%20%20instrumentos%20separados%20durante%20el%20tratamiento%20de%20conductos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Terrazas T, González G, Liñán M, Ortiz M. Accidentes de procedimiento endodóntico. Presentación de un caso. Revista Odontológica Mexicana. 2011Sep;15(3):183-188. Disponible en: <https://www.medicgraphic.com/pdfs/odon/uo-2011/uo113h.pdf>
12. Miccoli G, Seracchiani M, Zanza A, Giudice AD, Testarelli L. Possible Complications of Endodontic Treatments. J Contemp Dent Pract. 2020 May 1;21(5):473-474. PMID: 32690825.
13. Hidalgo P. Evaluación Radiográfica de la Calidad de Obturación y su Relación con la Ubicación y Pieza Dentaria de los Tratamientos de Conducto Realizados por Estudiantes de Pre Grado de la Clínica Docente Odontológica de la Universidad Privada de Tacna Durante el Periodo 2015-II-2016. [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Privada de Tacna; 2017. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/185/Hidalgo-Salas-Pamela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Cedeño J, Pinos J, Segovia I. Obturación del sistema de conductos radiculares. Una revisión de la literatura. RECIAMUC. [Internet]. 2020 ene; 4(1):253-266. doi:10.26820/reciamuc/4.(1).enero.2020.253-266
15. Hilú R, Balandro F. El éxito en endodoncia. Endodoncia. [Internet]. 2009Sep; 27(3):131-138. Disponible en: <http://www.medlinedental.es/pdf-doc/endo/v27-3-7.pdf>
16. Ramirez R. Accidentes y Complicaciones en el tratamiento Endodóntico. [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/345818039/ACCIDENTES-Y COMPLICACIONES-EN-EL-TRATAMIENTO-ENDODONTICO>

17. Cantarini C, Macchi R, Alfie D, Goldbergac F. Concordancia en la evaluación de tratamientos de endodoncia preclínica: un estudio en diferentes unidades académicas. Rev Asoc Odontol Argent. 2021Ago; 109(3):158-163. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/raoa/v109n3/2683-7226-raoa-109-3-158.pdf>
18. Tapia R. Errores Frecuentes que Ocasionan la Repetición de una Toma Radiográfica Periapical en los Tratamientos de Endodoncia según la Zona Anatómica Realizado por Alumnos de 8vo Ciclo de la Clínica Docente Odontológica de la UPT en el Año 2017. Uptedupe [Internet]. 2017 [citado: 2025 May 18]; Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/560>
19. Kulić L, Krunic J, Nogo-Živanović D, Vujasković M, Stojanović N. Radiological Assessment of the Quality of Root Canal Fillings in Teeth Endodontically Treated at Students' Practical Sessions. Serbian Dental Journal. 2011Oct; 58(3):139-146. doi: 10.2298/SGS1103139K
20. Hallak C. Manejo clínico, pronóstico y prevención de las perforaciones producidas durante la terapia endodóntica. SaberUCVVE [Internet]. 2025 [citado: 2025 May 20]; Disponible en: <http://saber.ucv.ve/handle/10872/5829>
21. AlRahabi MK. Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students. Libyan J Med. 2017 Dec;12(1):1345582. doi: 10.1080/19932820.2017.1345582.
22. Lynch CD, Burke FM. Quality of root canal fillings performed by undergraduate dental students on single-rooted teeth. Eur J Dent Educ. 2006May;10(2):67-72. doi: 10.1111/j.1600-0579.2006.00397.
23. Al Shehadat S, El-Kishawi M, AlMudalal A, AlSaqer A, Nassar A, Zihlif L, Mahmoud Y, Nagendrababu V, Vinothkumar TS. An Audit of the Technical Quality and Iatrogenic Errors of Root Canal Treatment by Undergraduate Dental Students at the University of Sharjah. Eur J Dent. 2023Feb;17(1):191-199. doi: 10.1055/s-0042-1743150.
24. Ilabaca M. Evaluación radiográfica de la calidad de la obturación de tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de pregrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile: Número del proyecto: PRI-ODO/10/003. Uchilecl [Internet]. 2020 [citado: 2025 May 20]; Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132870>

25. Da Silva P, Carlos Ribeiro F, Machado Barroso Xavier J, Pratte-Santos R, Demuner C. Radiographic Evaluation of Root Canal Treatment Performed by Undergraduate Students, Part I; Iatrogenic Errors. *Iran Endod J.* 2018; 13(1):30-36. doi: 10.22037/iej.v13i1.16800.
26. Ribeiro DM, Réus JC, Felippe WT, Pacheco-Pereira C, Dutra KL, Santos JN, Porporatti AL, De Luca Canto G. Technical quality of root canal treatment performed by undergraduate students using hand instrumentation: a meta-analysis. *Int Endod J.* 2018Mar; 51(3):269-283. doi: 10.1111/iej.12853.
27. Fritz Campos A, Ribeiro F, Barroso J, Mendonça C, Demuner C, Scardini I. Evaluation of Quality of Root Canal Fillings Performed by Undergraduate Students of a Brazilian University / Avaliação da qualidade da obturação do canal radicular realizada por estudantes de graduação de uma Universidade brasileira. *Brazilian Journal of Health Review.* 2021Sep; 4(5):18964–18975. doi: 10.34119/bjhrv4n5-039.
28. Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *Int Endod J.* 2005Oct; 38(10):725-34. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.01008.x.
29. Moussa S, Roy B, Bessart du P, Bruyant M, Lefevre M. Technical quality of root fillings performed by dental students at the dental teaching centre in Reims, France. *Int Endod J.* 2008Aug; 41(8):679-84. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01417.x.
30. Khabbaz MG, Protogerou E, Douka E. Radiographic quality of root fillings performed by undergraduate students. *Int Endod J.* 2010Jun; 43(6):499-508. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01706.x.
31. Ilgüt D, Ilgüt M, Fisekçioglu E, Ersan N, Tanalp J, Dölekoglu S. Assessment of root canal treatment outcomes performed by Turkish dental students: results after two years. *J Dent Educ.* 2013Apr; 77(4):502-9. doi: <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2013.77.4.tb05496.x>
32. Vukadinov T, Blažić L, Kantardžić I, Lainović T. Technical quality of root fillings performed by undergraduate students: a radiographic study. *Scientific World Journal.* 2014Jan 28; 2014:751274. doi: 10.1155/2014/751274.
33. Haug SR, Solfeld AF, Ranheim LE, Bårdsen A. Clinic. *J Endod.* 2018Jul; 44(7):1088-1095. doi: 10.1016/j.joen.2018.03.012.

34. Barrieshi-Nusair KM, Al-Omari MA, Al-Hiyasat AS. Radiographic technical quality of root canal treatment performed by dental students at the Dental Teaching Center in Jordan. *J Dent.* 2004 May;32(4):301-7. doi: 10.1016/j.jdent.2004.01.002. PMID: 15053913.
35. Balto H, Al Khalifah Sh, Al Mugairin S, Al Deeb M, Al-Madi E. Technical quality of root fillings performed by undergraduate students in Saudi Arabia. *Int Endod J.* 2010 Apr; 43(4):292-300. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01679.x.
36. Haji-Hassani N, Bakhshi M, Shahabi S. Frequency of Iatrogenic Errors through Root Canal Treatment Procedure in 1335 Charts of Dental Patients. *J Int Oral Health.* 2015;7(Suppl 1):14-7. PMID: 26225098; PMCID: PMC4516079.
37. Saatchi M, Mohammadi G, Vali Sichani A, Moshkforoush S. Technical Quality of Root Canal Treatment Performed by Undergraduate Clinical Students of Isfahan Dental School. *Iran Endod J.* 2018;13(1):88-93. doi: 10.22037/iej.v13i1.18517.
38. Bhuva B, Ikram O. Complications in Endodontics. *Prim Dent J.* 2020 Dic;9(4):52-58. doi: 10.1177/2050168420963306.
39. Silveira M, Sánchez A, Pilatti G, Mongruel O. Reparación de perforación de furca utilizando agregado de trióxido mineral (MTA). *Acta Odontol. Venez.* 2009 Sep;47(3). Disponible en: [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652009000300024](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000300024)
40. Valverde H. Factores Asociados a los Errores de Procedimientos Endodónticos que Requieren Retratamiento. Estudio en Tomografía de Haz Cónico. Universidad Peruana Cayetano. [Tesis de pregrado]. 2023 [citado: 2025 May 20]. Disponible en: [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/14588/Factores\\_Valverde\\_Haro\\_Henry.pdf?sequence=1](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/14588/Factores_Valverde_Haro_Henry.pdf?sequence=1)
41. Soares I, Goldberg F. Endodoncia: técnicas y fundamentos. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002.
42. Segura J. Preparación de la cavidad de acceso coronal. Localización de los conductos [Internet]. Sevilla: Universidad de Sevilla, Departamento de Estomatología; [fecha desconocida; citado 2025 Oct 6]. Disponible en: <https://personal.us.es/segurajj/documentos/PTD-III/Temas%20PTD-III/leccion%204.%20Cavidad%20de%20acceso.pdf>
43. Castellón M, Lanzas R. Errores de procedimiento en dientes anterosuperiores. Preclínica de endodoncia [Internet]. León (NI): Facultad de Odontología, UNAN-León; 2016 [citado

- 2025 Oct 6]. Disponible en:  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/6715>
44. Ojeda C. Perforaciones radiculares: una revisión. Ustasalud Odontología. [Internet]. 2004; 3:92-99. Disponible en: <https://doi.org/10.15332/us.v3i2.1880>
45. Ossa V, Tomasello D. Evaluación Clínica Integral de los Dientes con Tratamiento de Endodoncia Primaria y Retratamiento Realizados por los Residentes de la Especialidad de Endodoncia de la Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso (2011 – 2014). [Tesis de pregrado]. Universidad de Valparaíso Chile Escuela de Odontología. Disponible en: <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/serveruv/api/core/bitstreams/e021d330-cee5-4281-88c6-f6c903d9461a/content>
46. Aguirre G, Niemann B. Tipos y frecuencia de accidentes endodónticos en la clínica de pregrado de endodoncia de 4to año de la escuela de odontología de la Universidad de Valparaíso en el año 2016. [tesis de pregrado]. Universidad de Valparaíso Chile; 2017. Disponible en:  
<https://repositoriobibliotecas.uv.cl/serveruv/api/core/bitstreams/d0d002db-9479-4bcb-bc3a-22780070d517/content>
47. Uribe V, Flores D. Accidentes endodónticos en la práctica figurada de los alumnos que cursan el quinto semestre de la licenciatura de cirujano dentista en el periodo 2017 en la facultad de odontología de la UAEMex. [Tesis de pregrado]. México: Universidad Autónoma del Estado de México; 2017. Disponible en:  
<https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94390>
48. Ríos E. Evaluación de la Calidad de Obturación Endodóntica en Radiografías, Realizados por Estudiantes de la Clínica Estomatológica. [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Alas Peruanas–Tacna; 2017. Disponible en:  
[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7674/Tesis\\_Evaluaci%c3%b3n\\_Calidad\\_Obturaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7674/Tesis_Evaluaci%c3%b3n_Calidad_Obturaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
49. Vélez R, Guerrero M, Cordero P. Remoción de un instrumento fracturado durante la terapia endodóntica: reporte de un caso. Odontología activa UCACUE. [Internet]. 2016Ene;1(1). Disponible en:  
[file:///C:/Users/user/Downloads/juan\\_pablo89,+Editor\\_a+de+la+revista,+V1N1P22-26.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/juan_pablo89,+Editor_a+de+la+revista,+V1N1P22-26.pdf)

50. Fernández A. Frecuencia de accidentes endodónticos en pacientes tratados en el centro odontológico de pregrado de cuarto y quinto año, universidad Católica de Santa María, Arequipa 2024. [tesis de pregrado]. Universidad Católica de Santa María. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d6529bad-31e3-4284-93dc-fb45db0fda47/content>.
51. Jiménez J, Calderón A, Tello B, Hernández H. Instrumentos rotatorios: su uso, separación y efecto en complicaciones endodónticas postoperatorias. Revista Odontológica Mexicana. 2014;18(1):27-31. Disponible en: <https://www.mediographic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=47016>
52. Spiegel A. Técnicas de extracción de instrumentos separados en el conducto. [tesis de postgrado]. Universidad Nacional de Cuyo Facultad de Odontología 2020. Disponible en: [https://ica.bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/15210/spiegel-alcides.pdf](https://ica.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/15210/spiegel-alcides.pdf)
53. Ontiveros A, Cobos E, Espinosa N, Espinosa A. Análisis de la transportación en el tercio apical utilizando la Técnica de Instrumentación de Fuerzas Balanceadas VS Sistema de Instrumentación Rotatoria MTWO. REVISTA ADM. [Internet]. 2012; 69(5): 226-232. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/alfonso-espinosa/publication/341656683\\_3715anal1/links/5ecdb332299bf1c67d201f84/3715\\_anal1.pdf](https://www.researchgate.net/profile/alfonso-espinosa/publication/341656683_3715anal1/links/5ecdb332299bf1c67d201f84/3715_anal1.pdf)
54. Bravo A, Lobatón M. Transportación Apical de Conductos Distales Radiculares de Molares Superiores con los Sistemas Mtwo y Reciproc® Mediante Tomografía Computarizada Cone Beam In Vitro. [tesis]. Universidad Peruana Cayetano Heredia 2018. Disponible en: [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/4364/Transportacion\\_BravoZhunio\\_Adriana.pdf?sequence=1](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/4364/Transportacion_BravoZhunio_Adriana.pdf?sequence=1)
55. Yeguez E. Aleación de níquel-titanio y su uso en endodoncia. Acta odontol. Venez. 2000; 38 (1). Disponible en: [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652000000100002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652000000100002)
56. Bragado P. Comparación de la deformación apical producida por la sobre- instrumentación con limas rotatorias y por la utilización de limas rotatorias de pequeño calibre durante su uso como limas de pasaje. [Tesis doctoral]. Barcelona: Universidad Internacional Catalunya; 2017. Disponible en: file:///C:/Users/user/Downloads/Tesi\_Pablo\_Bragado\_Novel%20(2).pdf

57. Ramos J, Diaz I, Perdomo D. Comparación de la Transportación Apical Producida por los Sistemas de Instrumentación protaper next vs. wave one en la Preparación Biomecánica de Canales Radiculares Mesiovestibulares de Molares Mandibulares. [Tesis de postgrado]. Colombia-Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena; 2015. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/4272>
58. Corrales I, Munive F, Paola S. Comparación de la transportación apical de conductos con curvaturas moderadas a severas utilizando lima wave one gold y reciproc blue [Internet]. Biblioteca Digital Universidad de Cartagena. Universidad de Cartagena; 2019 [citado 2025 May 20]. Disponible: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/946a6117-a482-4544-9fad-96e6652ea3ca>
59. Cayón R, Monné J, Sahli C. Deformaciones provocadas en el tercio apical de los conductos radiculares curvos durante su preparación biomecánica mediante técnicas manuales de impulsión-tracción. *Endodoncia*. 1990;8(4):153-158. Disponible en: <https://deposit.ub.edu/dspace/handle/2445/66949>
60. Figuero A. Repercusión de la sobreobturación y subobturación endodóntica realizadas en pacientes atendidos en la clínica de la UDH - HUANUCO 2016-II. [Tesis de pregrado]. Peru: Universidad de HUÁNUCO; 2017. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/84497017.pdf>
61. Appel C. Obturación radicular termoplástica. ¿Por qué? *Quintessence* [Internet]. 2011 Dec; 24(10):541–50. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9- articulo-obturacion-radicular-termoplastica-por-que X0214098511637287>
62. Bort M. Obturación de los conductos radiculares con cementos biocerámicos y gutapercha recubierta del mismo material: análisis morfológico de las interfases entre ambos materiales y la adaptación a las paredes del conducto. *Dialnet* [Internet]. 2020 [citado: 2025 May 18]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=271736>
63. Bobadilla G, Hermes S, Ochoa V, Darío J, Luis, Manuel, et al. Evaluación del sellado apical de sistemas resinosos en la obturación de conductos radiculares: “Estudio in Vitro”. *Acta Odontológica Venezolana* [Internet]. 2025 [citado: 2025 May 18]; 48(1):17–22. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000163652010000100004&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000163652010000100004&lng=es).

64. Oliver R. Longitud de trabajo. Imbiomed [Internet]. 2025 [citado: 2025 May 18]. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=49956>
65. Rodríguez C, Oporto V. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. International journal of odontostomatology. [Internet]. 2014 Sep; 8(2):177–83. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2014000200005>
66. Alonso K, Ferraro N. Determinación de la Longitud de Trabajo Mediante Localizador Electrónico de Foramen Apical y CBCT a Través del Software 3D Endo de Dentsply Sirona: Estudio Comparativo in vitro. Int. J. Odontostomat. [Internet]. 2020 marzo [citado: 2025 mayo 15]; 14(1): 124-130. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2020000100124>.
67. Gay M, Serrano G. LOCALIZADORES APICALES EN ENDODONCIA. UstaSalud. [Internet]. 2018 Marzo14; 2(1):33. Disponible en: <https://doi.org/10.15332/us.v2i1.1851>
68. Liang YH, Yue L. [Root canal treatment: obturation of the root canal system]. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2019 Dec 9;54(12):859-863. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2019.12.014. PMID: 31874489.
69. Labarta AB, Gualtieri AF, Toro FS, Chávez S, Sierra LG. Evaluación de la calidad de la obturación utilizando dos técnicas de obturación y dos cementos selladores. Rev. Fac. de Odon. UBA [Internet]. 2013 28(65). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324242282002>
70. Méndez C, Ordoñez A, Radiología en la endodoncia su aplicación antes, durante y después del tratamiento. Rev. Odontología Actual. [Internet]. 2018May; 6(61). Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Odontologiaactual/2008/vol6/no61/5.pdf>
71. Court A, Martínez J. Técnicas de localización radiográfica en endodoncia - Revisión bibliográfica actaodontologica. [Internet]; 2012 Feb; 50(4). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/4/art-22/>
72. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación (6º ed.). [Internet]. México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. ISBN; 2014. doi:978-1-4562-2396-0
73. Ahmed H. Guidelines to enhance the interpretation of two-dimensional periapical radiographic images in endodontics. Eur J Gen Dent. 2015;4(3):108–12. DOI:10.4103/2278-9626.163320

74. Williams MB, Krupinski EA, Strauss KJ, Breeden WK 3rd, Rzeszotarski MS, Applegate K, Wyatt M, Bjork S, Seibert JA. Digital radiography image quality: image acquisition. *J Am Coll Radiol.* 2007 Jun;4(6):371-88. doi: 10.1016/j.jacr.2007.02.002. PMID: 17544139.
75. Choi JW, Han WJ, Kim EK. Image enhancement of digital periapical radiographs according to diagnostic tasks. *Imaging Sci Dent.* 2014 Mar;44(1):31-5. doi: 10.5624/isd.2014.44.1.31. Epub 2014 Mar 19. PMID: 24701456; PMCID: PMC3972403.
76. Buckley M, Spångberg LS. Prevalencia y calidad técnica del tratamiento endodóntico en una subpoblación americana. *Cirugía Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* enero de 1995; 79(1):92-100. DOI: 10.1016/S1079-2104(05)80081-2. PMID: 7614170.
77. Antúnez M. Manejo Clínico de una Perforación Cervical con Mal Pronóstico. *Canal Abierto.* 2020;42:46-51.
78. Bierenkrant DE, Parashos P, Messer HH. The technical quality of nonsurgical root canal treatment performed by a selected cohort of Australian endodontists. *Int Endod J.* 2008;41:561-70. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01398.x.
79. Fong S, Ng Y-L, Gulabivala K. An audit on technical quality of root fillings performed by undergraduate students. *Int Endod J.* 2018;51(1):21-30. doi:10.1111/iej.12803.

## Apéndice A

### Instrumento de Evaluación

UD Tratada	Grupo dental	Apertura Camerol	Preparación Biomecánica				Obturación			
		Perforaciones	Separación de Instrumentos	Formación de Escalones	Transposición Apical	Formación de Zip	Conicidad de la Preparación Biomecánica	Homogeneidad de la Obturación.	Subobturación	Sobreobturación
Según la nomenclatura FDI.	0: Monorradicular 1: Multirradicular	0: ausencia de material de obturación en la pared lateral (porción más cervical) del conducto. 1: presencia de material de obturación en el área de furca extruido en dientes multirradiculares.	0: ausencia de radiopacidad dentro del conducto radicular entre el material de obturación y el instrumento separado. 1: presencia de radiopacidad dentro del conducto radicular entre el material de obturación y el instrumento separado.	0: ausencia de discontinuidad en las paredes del conducto radicular. 1: presencia de discontinuidad en las paredes del conducto radicular.	0: ausencia de obturación extruido ubicado en la curva exterior del conducto radicular en el tercio apical. 1: presencia de obturación extruido, ubicado en la curva exterior del conducto radicular en el tercio apical.	0: ausencia en la terminación apical del canal lleno y sin forma elíptica transportada hacia la pared exterior. 1: presencia en la terminación apical del canal lleno y aparece una forma elíptica transportada hacia la pared exterior.	0: conicidad aceptable (conicidad constante desde el tercio cervical hasta ápice). 1: conicidad no aceptable (sin conicidad constante desde el tercio cervical hasta ápice).	0: homogeneidad aceptable. (1: radiolucidéz presente dentro de la obturación, no alcanza el ápice radiográfico).	0: longitud aceptable. (1: longitud no aceptable, no alcanza el ápice del ápice radiográfica).	0: longitud aceptable. (1: longitud no aceptable, más allá del ápice radiográfica).

# Rx	UD Tratada	Grupo Dental	Apertura Cameral	Preparación Biomecánica				Obturación				TOTAL	Nombre del Observador	
				Perforaciones	Separación de Instrumentos	Formación de Escalones	Transposición Apical	Formación de Zip	Conicidad de la Preparación Biomecánica	Homogeneidad de la Obturación.	Subobturación	Sobreobturación		
1	Según la nomenclatura FDI.	0: Monoradicular 1: Multiradicular	0: ausente 1: presente	0: ausente 1: presente.	0: ausente 1: presente	0: ausente 1: presente	0: ausente 1: presente	0: aceptable 1: no aceptable	0: homogeneidad 1: homogeneidad no aceptable	0: longitud aceptable 1: longitud no aceptable	0: longitud aceptable 1: longitud no aceptable	0: longitud aceptable 1: longitud no aceptable		

www.bdigital.ula.ve

Score ó Puntuación	Tratamientos Endodónticos realizados por los Estudiantes de Pregrado de la Facultad de Odontología (ULA).
0	Aceptable: se encuentra dentro de los parámetros aceptables.
1	No aceptable: deficiente, no cumple con los parámetros establecidos.

## Apéndice B

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Quien suscribe, Morelia Arezda, con documento de identidad N° 18123584, ejerciendo actualmente como DOCENTE en la institución UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, hago constar que he revisado, con fines de validación el instrumento de recolección de información que se utilizará en la trabajo de investigación ERRORES DE PROCEDIMIENTO EN LOS TRATAMIENTOS EN DENTOS REALIZADOS EN LA CATEDRAL DE ENDODONCIA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA - ULA.

Constancia que se expide a los 19 del mes de Mayo del año 2025.

Morelia Arezda.  
FIRMA



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Criterios	Apreciación cualitativa		
	Bueno	Regular	Deficiente
Presentación del instrumento	X		
Calidad de redacción de los ítems	X		
Pertinencias de las variables con los indicadores	X		
Relevancia del contenido	X		
Facilidad de aplicación	X		

**Apreciación cualitativa**

OBSEVACIONES CORREGIDAS DURANTE LA VALIDACIÓN DEFINITIVA DEL INSTRUMENTO.

**Observaciones**

OBSEVACIONES CORREGIDAS DURANTE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.

Validado por: Morelia Arezda Profesión: ODONTOLOGO - ENDODONCISTA.  
Lugar de trabajo: FACULTAD DE ODONTOLOGIA - ULA  
Cargo que desempeña: DOCENTE - CAT. ALTA/EXCEPCIONAL Fecha: 09/05/25  
Firma: Morelia Arezda C.I.: 18123584 Tlf.: 04447035200



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quien suscribe, Tiana Hayekin Rojas Uebel, con documento de identidad N° 18125125, ejerciendo actualmente como Profesore en la institución FOULA, hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de información que se utilizará en la trabajo de investigación Errores de Procedimientos en los Tratamientos Endodónticos Realizadas en la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología - ULA

Constancia que se expide a los 12 del mes de 05 del año 2025

Firma



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Criterios	Apreciación cualitativa		
	Bueno	Regular	Deficiente
Presentación del instrumento	X		
Calidad de redacción de los ítems		X	
Pertinencias de las variables con los indicadores	X		
Relevancia del contenido	X		
Factibilidad de aplicación	X		

Apreciación cualitativa

---

---

---

Observaciones

---

---

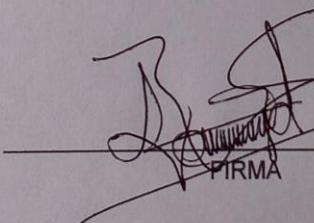
---

Validado por: Tiana Rojas Uebel Profesión: Odontólogo  
Lugar de trabajo: Facultad de Odontología  
Cargo que desempeña: Profesore de Endodoncia Fecha: 12 Mayo 2025  
Firma: Tiana Rojas Uebel C.I.: 18125125 Tlf.: 04125318291.



Quien suscribe, Alejandro Romero Sánchez, con documento de identidad N° VJ 8049638, ejerciendo actualmente como PROFESOR en la institución FOULA, hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de información que se utilizará en el trabajo de investigación ERRORES DE PROCEDIMIENTO EN LOS TRATAMIENTOS EN DENTES REALIZADOS EN LA CLÍNICA DE ENDODONCIAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA - ULA

Constancia que se expide a los 11 días del mes de ABRIL del año 2025

  
FIRMA



#### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Criterios	Apreciación cualitativa		
	Bueno	Regular	Deficiente
Presentación del instrumento	✓		
Calidad de redacción de los ítems	✓		
Pertinencias de las variables con los indicadores	✓		
Relevancia del contenido	✓		
Factibilidad de aplicación	✓		

#### Apreciación cualitativa

El instrumento cumple con los requisitos necesarios para ser utilizado en la investigación.

#### Observaciones

---



---

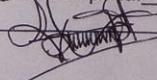


---

Validado por: Alejandro Romero Sánchez, Profesión: ODONTOLOGO

Lugar de trabajo: FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Cargo que desempeña: PROFESOR

Firma:  C.I.: VJ 8049638

Fecha: 11 ABRIL 2025

Tlf.: 0414-7440825

