



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL

TÍTULO DE ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**RETRATAMIENTO ENDODONTICO CONSERVADOR ANTE
MÚLTIPLES INSTRUMENTOS FRACTURADOS**

ALUMNA: OD. MAURIN GOMEZ, GIMENA LOURDES

DIRECTOR: ESP.OD. ANSELMÍ, ALBERTO

MENDOZA, JUNIO 2026

AGRADECIMIENTOS

A mis papás, por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo y la perseverancia. A mis hermanos, gracias por confiar siempre en mí, se siente en cada paso de este camino.

A Pablo, mi compañero de todos los días, gracias por tu apoyo, tu paciencia y tu amor. Gracias también a tu familia, que con su calidez se convirtió en un verdadero soporte para mí.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Alberto Anselmi, por su guía y dedicación a lo largo de todo este proceso, y por compartir generosamente su conocimiento y experiencia clínica. Extiendo este agradecimiento a todo el equipo de Endodoncia, un grupo humano excepcional que hizo de cada instancia de aprendizaje una experiencia enriquecedora, tanto profesional como personal.

A mis compañeros de la especialidad, gracias por acompañarme en este camino y por hacer que cada día de trabajo y estudio fuera mucho más ameno. En especial, a mi amiga Guadalupe, por su compañía y su apoyo constante dentro y fuera de la facultad. A todos los amigos que esta hermosa carrera me fue dejando, y a quienes forman parte de mi vida desde hace más tiempo, gracias por estar presentes y celebrar conmigo cada logro; sin ustedes, nada de esto hubiera sido posible.

Por último, a mis abuelos, que cuya presencia trasciende el tiempo y el espacio, sigue guiándome en cada paso que doy, y a mi abuela Mirtha, que aún me acompaña día a día con su cariño.

INDICE

Resumen.....	pág.	4
Introducción.....	pág.	6
Caso Clínico.....	pág.	25
Discusión.....	pág.	30
Conclusión.....	pág.	36
Bibliografía.....	pág.	38

RESUMEN

La fractura de instrumentos endodónticos dentro del sistema de conductos radiculares representa uno de los accidentes de procedimiento más desafiantes en la práctica clínica, con implicancias directas sobre la toma de decisión terapéutica y el pronóstico del retratamiento. Su incidencia varía según el tipo de instrumento utilizado y la complejidad anatómica del caso, siendo los molares inferiores los elementos más frecuentemente afectados. Frente a esta situación, las alternativas clínicas disponibles incluyen la remoción directa del fragmento, la realización de un bypass y el manejo conservador con obturación sobre el instrumento retenido, cuya elección debe fundarse en una evaluación individualizada de cada conducto.

El objetivo del presente trabajo es presentar y analizar el manejo clínico de un retratamiento endodóntico no quirúrgico en un primer molar inferior con múltiples instrumentos fracturados en distintos conductos y tercios radiculares, describiendo las alternativas terapéuticas consideradas, la aplicación de la técnica de bypass y el protocolo de irrigación ultrasónica implementado, discutiendo los resultados en relación con la literatura científica actual.

El presente caso corresponde a una paciente femenina de 27 años con diagnóstico de diente previamente tratado con tejido periapical normal, cuyo análisis radiográfico preoperatorio evidenció obturaciones deficientes en múltiples conductos y la presencia de instrumentos fracturados en distintos tercios radiculares, condición agravada por la complejidad anatómica característica del primer molar inferior con Radix Entomolaris. El abordaje terapéutico integró la técnica de bypass mediante limas de exploración de pequeño calibre en los conductos con morfología oval y espacio perifractamentario disponible, y un protocolo de irrigación ultrasónica pasiva con hipoclorito de sodio al 5,25% y EDTA al 17% como estrategia de desinfección compensatoria en el conducto cuya sección circular impidió la maniobra. La obturación tridimensional mediante condensación lateral con cemento Sealer 26 permitió el encapsulamiento del fragmento retenido dentro del material de relleno en los casos en que el bypass resultó exitoso, mientras que en el conducto no sorteado se optó por obturar hasta el nivel del instrumento como alternativa conservadora validada por la ausencia de patología periapical preoperatoria.

El caso demuestra que el retratamiento endodóntico no quirúrgico constituye una alternativa válida y predecible ante múltiples instrumentos fracturados, aun sin microscopio operatorio disponible. El estado periapical preoperatorio favorable, la morfología ovalada de los conductos mesiales y la aplicación de protocolos de irrigación activada fueron los factores determinantes del resultado. El seguimiento clínico y radiográfico periódico es esencial para detectar oportunamente cualquier signo de compromiso periapical en el conducto no sorteado.

INTRODUCCION

El objetivo principal del tratamiento endodóntico es la desinfección y limpieza completa del sistema de conductos, eliminando la presencia de microorganismos y de tejido pulpar potencialmente infectado, con el fin de obtener un espacio completamente formado y desinfectado que pueda alojar el material de obturación del conducto y lograr un cierre endodóntico tridimensional, reduciendo la posibilidad de recurrencia de la patología endodóntica. El tratamiento primario del conducto no siempre logra sus objetivos y, después de años, puede haber un fracaso endodóntico, cuya prevalencia podría llegar a cerca del 30% de los dientes tratados endodónticamente (Dioguardi *et al.*, 2022). Si bien las tasas de éxito del tratamiento endodóntico primario oscilan entre el 78% y el 91% (Sabeti *et al.*, 2024) evaluando no solo signos y síntomas clínicos (ausencia de dolor, ausencia de inflamación, fístulas, etc.), sino también el aspecto radiográfico (aparición normal con ausencia de lesión ósea) e histológico (ausencia de células inflamatorias y reparación de estructuras periapicales) (Prada *et al.*, 2019); el fracaso puede ocurrir y requiere una toma de decisión clínica fundamentada.

En presencia de una lesión endodóntica persistente o un fracaso endodóntico, las opciones para la recuperación del elemento dental son el retratamiento endodóntico no quirúrgico o el retratamiento endodóntico quirúrgico, que consiste en la eliminación quirúrgica de los ápices radiculares con cierre retrógrado del endodontium (Dioguardi *et al.*, 2022). En este sentido, el retratamiento no quirúrgico actual muestra resultados alentadores, con tasas de curación periapical y éxito que oscilan entre el 78 % y el 87 %. Además, la ausencia o el tamaño reducido de las lesiones preoperatorias, una longitud adecuada del relleno radicular y un seguimiento prolongado mejoran significativamente los resultados, por lo que integrar estos factores en la planificación del tratamiento es fundamental para optimizar el resultado final deseado (Sabeti *et al.*, 2024).

Entre los factores más asociados al fracaso endodóntico se encuentran la persistencia de bacterias intra y extra radiculares, la deficiente preparación químico mecánica y la inadecuada obturación de los conductos, presencia de espacios que no se dejan adecuadamente vacíos y/o no se limpian y desinfectan. De esta manera, las bacterias tienen la posibilidad, si entran en contacto con los fluidos biológicos externos, de sobrevivir y proliferar dando una lesión secundaria. La flora microbiana encontrada en infecciones secundarias, típicamente, es

capaz de sobrevivir en condiciones adversas como un amplio rango de pH y condiciones limitadas de nutrientes. Hay un contraste definido en los fenotipos microbianos en infecciones primarias en comparación con la infección secundaria, esta última está predominantemente compuesta por bacterias grampositivas. En particular, se observó una alta proporción de *Enterococcus Faecalis* en casos con periodontitis apical persistente (Neelakantan *et al.*, 2017). Dicho microorganismo puede sobrevivir en conductos radiculares incluso en condiciones adversas debido a que son capaces de persistir en un ambiente pobre de nutrientes (raíz de un diente tratado), sobrevivir en presencia de medicación intraconducto como el hidróxido de calcio, mantenerse vivas en presencia de irrigantes como el hipoclorito de sodio, formar biopelículas en el interior del sistema de conductos, penetrar y utilizar el fluido presente en los túbulos dentinarios, sobrevivir en pH bajo y altas temperaturas, en resumen, son microorganismos que han resistido los procedimientos antimicrobianos y han sobrevivido en el conducto primario. El biofilm también puede estar compuesto por *Actinomycetes* spp. (*Propionibacterium* y *Actinomyces*), que afectan la superficie radicular externa del elemento dental y conducen de esta manera a una lesión extrarradicular persistente (Dioguardi *et al.*, 2022).

Es así, que las especies bacterianas con mayor resistencia tienen la capacidad de sobrevivir durante períodos prolongados en el interior del conducto, obteniendo los nutrientes necesarios a partir de detritos orgánicos y células necróticas. A esto se suma que, cuando la obturación no logra un sellado hermético, se facilita la microfiltración de fluidos tisulares, los cuales pueden actuar como sustrato nutritivo que favorece la proliferación bacteriana incluso en condiciones desfavorables. No obstante, la mera supervivencia de microorganismos en estas circunstancias no determina necesariamente el fracaso del tratamiento endodóntico. Para que este se produzca, es preciso que las bacterias y en particular sus toxinas, especialmente las endotoxinas, alcancen una concentración con capacidad patógena suficiente y logren acceder a los tejidos perirradiculares (Grossman, 1973);(Siqueira, 2001).

Frente a este escenario, la toma de decisión clínica entre el retratamiento no quirúrgico y el quirúrgico exige considerar criterios específicos según Karabucak y Setzer (2007), evaluación del sellado coronal, la presencia de una restauración coronal adecuada o una corona protésica aún funcional que selle el tratamiento de conducto coronalmente o cuya remoción implique la imposibilidad de restauración, puede llevar a la elección del retratamiento endodóntico quirúrgico. Por el contrario, una restauración que ya no es

adecuada, con buen acceso al sistema de conductos, puede llevar a la elección del retratamiento endodóntico no quirúrgico (Dioguardi *et al.*, 2022).

La evaluación radiográfica de la obturación del conducto radicular, la presencia de conductos no tratados o un relleno deficiente constituyen indicaciones para optar por un retratamiento endodóntico no quirúrgico. En cambio, cuando la evaluación radiográfica revela un sellado apical aparentemente adecuado, o cuando la obturación se encuentra a 1 mm o menos del ápice radiográfico pero el paciente presenta signos y síntomas de patología periapical, el abordaje quirúrgico se convierte en la alternativa a considerar (Dioguardi *et al.*, 2022). La presencia de complicaciones clínicas como el hallazgo de instrumentos fracturados (tercio apical de la raíz), la presencia de reabsorciones internas y la presencia de perforaciones radiculares o formaciones de escalones; en estos casos, el abordaje quirúrgico puede ser una opción adecuada (Dioguardi *et al.*, 2022). En presencia de infecciones recurrentes en las que ya se ha realizado un retratamiento de conducto radicular, un retratamiento endodóntico quirúrgico debe considerarse absolutamente como una opción terapéutica.

Desde el punto de vista del tipo dentario, y en relación con los factores antes mencionados, los molares presentaron mayor prevalencia de fracaso en comparación con los premolares, siendo el primer molar inferior el elemento con mayor tasa de fracaso endodóntico, donde la obturación deficiente y el sellado coronal inadecuado fueron identificados como las causas más frecuentes (Harish Babu & Hameed, 2025). El primer molar inferior es uno de los dientes que con mayor frecuencia requiere tratamiento endodóntico, y su anatomía interna representa un desafío clínico significativo. La raíz mesial presenta una denominada "zona de peligro", caracterizada por conductos con curvaturas pronunciadas y surcos radiculares profundos que la hacen vulnerable a accidentes procedimentales durante la instrumentación, entre ellos la fractura de instrumentos. Los ángulos de curvatura promedio de los conductos mesiales oscilan entre 23° y 25°, siendo el conducto mesiobucal el de mayor curvatura, especialmente en el tercio apical. Esta característica, sumada a la morfología no circular de la sección transversal de los conductos, ovalada en el tercio coronal y aplanada hacia el tercio apical, genera tensiones adicionales sobre los instrumentos endodónticos durante su uso. La presencia del conducto mesial medio, ubicado entre los conductos mesiobucal y mesiolingual, representa un hallazgo de relevancia clínica adicional, ya que su identificación y preparación implican una exploración más exhaustiva en una zona de por sí compleja. Asimismo, la alta prevalencia de istmos en los tercios medio y apical de la raíz mesial, que puede oscilar entre el 10% y el 100%, constituye una zona de difícil acceso que incrementa

el riesgo de fatiga instrumental (AL-Rammahi *et al.*, 2023). A esta complejidad, se suma la posible presencia de variantes anatómicas supernumerarias, entre las cuales el Radix Entomolaris (RE) representa la de mayor relevancia clínica en el primer molar inferior. El RE se define como una tercera raíz supernumeraria de localización distolingual, generalmente más corta y curva que la raíz distovestibular, cuya presencia puede representar dificultades adicionales en la conformación, limpieza y obturación del sistema de conductos (Hatipoğlu *et al.*, 2023). Su prevalencia global en primeros molares inferiores alcanza el 3%, con variaciones significativas según el origen étnico de la población estudiada: oscila entre el 3% y el 7% en poblaciones caucásicas, africanas y euroasiáticas, y puede superar el 30% en poblaciones con rasgos mongoloides (Rahhali & Sakout, 2025). Desde el punto de vista diagnóstico, su identificación puede verse dificultada en la radiografía periapical convencional, donde la imagen de la tercera raíz frecuentemente se superpone a la raíz distal, lo que puede llevar a que el conducto del RE no sea identificado ni tratado, comprometiendo el resultado del tratamiento. Por ello, el conocimiento de esta variante morfológica y su detección precisa, preferentemente mediante tomografía computarizada de haz cónico, resultan indispensables para la planificación del retratamiento endodóntico en el primer molar inferior (Hatipoğlu *et al.*, 2023).

A la complejidad anatómica descrita se suman otras causas de fracaso igualmente relevantes, la microfiltración coronaria cuando la porción coronaria de conductos obturados está expuesta a los fluidos bucales, el resultado es la contaminación (Camejo Suárez, 2008), lo anterior mencionado también se engloba en las causas posibles de que un tratamiento primario, no funcione. Se identificó también que los conductos no tratados representaron un promedio del 12,6% de las causas de fracaso, mientras que las causas relacionadas con instrumentos alcanzaron un 6,3% (Harish Babu & Hameed, 2025).

La fractura de instrumentos endodónticos dentro del sistema de conductos radiculares representa uno de los accidentes de procedimiento más desafiantes, con implicancias directas sobre la toma de decisión clínica y el pronóstico del retratamiento. Su incidencia varía según el tipo de instrumento utilizado siendo que para limas de acero inoxidable oscila entre 0,7% y 7,4%, para limas rotatorias de níquel-titanio en rotación continua entre 0,4% y 5%, y para sistemas reciprocantes entre 0,1% y 1,71% (Mehta *et al.*, 2025). En comparación con estudios anteriores, que arrojaban que para Níquel-Titanio (NiTi) tenía una incidencia de separación de instrumentos que oscila entre 1.3% y 10.0% (Wu *et al.*, 2011), en tanto que las tasas de separación de acero inoxidable (SSi) oscilan entre 0.25% y 6% (Iqbal *et al.*,

2006). Otros autores informan que, las tasas van del 0,25% al 10% según el tipo de instrumento: acero inoxidable (0,25–6%) y níquel-titanio o NiTi (1,3–10%). En dichos casos, los factores causales se agruparían en tres categorías: 1) Anatomía del conducto radicular: siendo para conductos curvos, estrechos o calcificados (especialmente en molares) y/o curvatura $>30^\circ$ aumenta significativamente el riesgo de fractura. Canales con morfología tipo C, frecuentes en segundos molares inferiores en población china. En dientes deciduos, las curvaturas y la calcificación progresiva con la edad también elevan el riesgo. 2) Factores del instrumento: Acero inoxidable, se fractura tras deformación visible, por fatiga torsional y flexural. NiTi susceptible a fatiga cíclica (por rotación en conductos curvos) y torsional (cuando el instrumento queda atrapado y sigue girando). El proceso de fabricación por fresado puede generar micro fisuras superficiales. Esterilización, la exposición repetida a hipoclorito de sodio y autoclave puede alterar superficies y reducir resistencia, aunque la relevancia clínica no está totalmente establecida. Irrigantes, la exposición prolongada a hipoclorito concentrado y a altas temperaturas puede inducir corrosión y reducir la resistencia a la fatiga cíclica (Fan *et al.*, 2025).

Aunque los instrumentos en conductos radiculares pueden fracturarse en cualquier etapa del tratamiento, varios estudios han demostrado que los instrumentos más pequeños son más propensos a la fractura, esto se atribuye a una sección transversal menor del instrumento, que lo hace mecánicamente más susceptible a la falla torsional, además, que incrementa el estrés sobre el instrumento. Se reportó que el 0,9% de los instrumentos NiTi previamente no utilizados se fracturaron durante su primer uso, posiblemente debido a un uso inadecuado o a un defecto de fabricación. El protocolo mencionado probablemente influye en la tasa de fractura de los instrumentos NiTi rotatorios, ya que la preparación de una vía de deslizamiento manual antes de la instrumentación NiTi rotatoria disminuye la probabilidad de fractura. El NiTi es una aleación versátil con propiedades como memoria de forma, superplasticidad, resistencia a la corrosión y biocompatibilidad, que generan una amplia gama de aplicaciones dentales. Las limas NiTi fueron introducidas en endodoncia hace más de veinte años, reportándose que tenían dos a tres veces más flexibilidad elástica y superior resistencia a la fractura torsional que las limas de acero inoxidable. Sin embargo, el bajo límite de fluencia y la resistencia a la tracción en comparación con el acero inoxidable, resultaron en una mayor susceptibilidad a la fractura bajo cargas menores (McGuigan *et al.*, 2013); (Tang *et al.*, 2015). 3) Factores operacionales: Preparación inadecuada de la cavidad de acceso, uso de fuerza excesiva, alta velocidad rotacional o saltar tamaños de limas,

reutilizar instrumentos con signos visibles de desgaste (deformación, pérdida de brillo, espiras abiertas). Poca experiencia clínica (Fan *et al.*, 2025)

En la práctica clínica, la mayoría de los dentistas lamentablemente han presenciado este evento al menos una vez. Las percepciones y las modalidades clínicas en las que ocurre una separación de instrumentos están estrechamente relacionadas con la naturaleza del instrumento en sí. Los instrumentos de níquel-titanio (NiTi) exhiben mayor flexibilidad elástica y resistencia a la fractura por torsión en comparación con los instrumentos de acero inoxidable. Las fracturas de los instrumentos de acero inoxidable a menudo están precedidas por distorsiones clínicamente visibles, mientras que las limas rotatorias de NiTi pueden fracturarse sin previo aviso, ya que la distorsión no siempre es visible. Los instrumentos rotatorios de NiTi son propensos a la separación debido a la fatiga flexional cíclica, la fluencia torsional o una combinación de ambas (Dioguardi *et al.*, 2024), por ello la tasa de fractura de instrumentos endodónticos se estima que varía entre 1,83 % y 8,2 %, dependiendo del tipo de instrumento utilizado.

Diversos estudios han demostrado, cómo la presencia de instrumentos fracturados en los conductos influye en la fase de desinfección de los mismos y en la fase de sellado del foramen apical (Dioguardi *et al.*, 2024). Teniendo en cuenta, que el instrumentos rotatorios NiTi no elimina la posibilidad de errores procedimentales, es necesario confirmar que la etiología de la separación instrumental es multifactorial, influenciada por la complejidad anatómica del conducto, las propiedades mecánicas de los instrumentos, las técnicas de instrumentación empleadas y los procedimientos de esterilización y que incluso en manos experimentadas, se producen fracasos por falta de calidad de los instrumentos (Zinelis *et al.*, 2010).

Con respecto a la ubicación del fragmento dentro del conducto constituye un factor determinante tanto en la complejidad del manejo como en el pronóstico del caso. La tasa de fractura en el tercio apical alcanza el 21%, en comparación con el 8,8% registrado en los tercios medio y coronal, lo que evidencia que el acceso y la resolución clínica se vuelven progresivamente más difíciles a medida que el fragmento se encuentra más hacia el ápice. De este modo, no solo la anatomía compleja de los conductos radiculares, sino también la ubicación específica del instrumento fracturado, influyen significativamente en las tasas de éxito del manejo endodóntico (Dioguardi *et al.*, 2024).

La incidencia de fractura de instrumentos endodónticos varía entre 1,83% y 8,2%, siendo los molares los más afectados, representando el 96% de los casos, con una incidencia

aproximadamente 2,9 veces mayor que en premolares. La mitad de los instrumentos fracturados se ubicaron en las raíces mesiales de molares inferiores. Desde el punto de vista biomecánico, la fatiga flexural constituye el mecanismo de fractura más relevante en condiciones clínicas, y la longitud del fragmento puede ser un indicador del tipo de fractura producida. Entre los factores de riesgo asociados se destacan la curvatura radicular, el número de usos del instrumento, el tipo de sistema de instrumentación y la experiencia del operador (Jang *et al.*, 2024).

En cuanto a los factores relacionados con el operador, la separación instrumental representa un evento de alta carga emocional para el clínico, que exige como condición fundamental una actitud metódica y paciente. El manejo exitoso de estas situaciones requiere conocimiento teórico sólido, entrenamiento específico, familiaridad con los dispositivos disponibles y capacidad creativa para adaptar las estrategias al caso. Un operador experimentado no solo logra recuperar el fragmento, sino que lo hace preservando al máximo el tejido dentinario remanente (Ruddle, 2004).

Las alternativas clínicas disponibles, en cuanto al manejo del instrumental separado (SI) dentro de conducto, pueden agruparse en tres grandes categorías: la remoción directa del fragmento, la realización de un bypass y el manejo conservador con obturación sobre el instrumento retenido. La elección entre estas opciones no responde a un protocolo rígido, sino que exige una evaluación individualizada de cada caso, considerando factores como la ubicación y longitud del fragmento, la curvatura radicular, la presencia de patología periapical y los recursos tecnológicos disponibles. Dentro de las técnicas de remoción directa, la combinación de ultrasonido y microscopio operatorio constituye el método de primera elección, complementada en casos de mayor complejidad por sistemas como el kit de Masserann, la técnica del tubo y lima Hedstrom o la técnica del lazo. Cuando la remoción no es posible o implica un riesgo excesivo para la estructura dentaria, el bypass representa una alternativa conservadora de alto valor clínico, y en situaciones donde ninguna de estas opciones es viable, la obturación sobre el fragmento retenido puede constituir una solución aceptable bajo criterios pronósticos específicos. Por ello, el abordaje de esta situación no debe limitarse a la aplicación de un protocolo rígido, sino que exige un enfoque a la vez sistemático y adaptable, en el que el clínico evalúe de manera continua el desarrollo del procedimiento y esté en condiciones de replantear las estrategias de tratamiento ante cada nueva circunstancia que se presente (Madarati *et al.*, 2013); la realización de un bypass o la obturación sobre el instrumento retenido (Dioguardi *et al.*, 2024).

La decisión clínica depende de factores como la ubicación del fragmento, la curvatura radicular, la presencia o ausencia de patología periapical, la longitud del fragmento, el tiempo disponible para el procedimiento y los recursos tecnológicos con los que cuenta el operador (Lakshmaiah *et al.*, 2023).

Entre las técnicas descritas en la literatura, algunas corresponden a abordajes históricos o actualmente en desuso que, no obstante, resultan relevantes para comprender la evolución del manejo clínico. Solventes químicos, como el EDTA para ablandar dentina alrededor del fragmento. Otras sustancias (ácidos, yodo), fueron usadas históricamente para corrosión del metal, pero están en desuso por irritación periapical. Mini fórceps, útil cuando el fragmento está en la porción coronal con espacio suficiente para acceder. También se introdujo, Broach y algodón para fragmentos de broach barbelado no enclavado, se introduce otro broach pequeño con algodón enrollado para enganchar y retirar el conjunto. Lazos de alambre (Wire Loops) técnica que describe cómo pasar los dos extremos libres de un alambre de 0,14 mm a través de una aguja de inyección calibre 25, con una pinza mosquito se ajusta el lazo alrededor de la parte libre del fragmento y se retira el conjunto. El lazo puede ser circular pequeño o elíptico largo, según el tamaño del conducto, esta técnica sólo es eficaz cuando el fragmento está suelto. Aguja hipodérmica, la punta biselada de la aguja se acorta para tallar una ranura alrededor de la porción coronal del fragmento, girándola con leve presión apical. El lumen de la aguja debe poder encajar el extremo coronal del fragmento. Para la extracción se puede usar cianoacrilato o cemento de policarboxilato; cuando no es posible usar adhesivo, se introduce una lima Hedström a través de la aguja en movimiento horario para enganchar el fragmento contra la pared interna, dicha técnica está contraindicada conductos curvos. Trenzado de limas (Braiding), se introduce una lima Hedström o tipo K para enganchar el fragmento y retirarlo. Útil cuando el fragmento está profundo y no es visible, o cuando está suelto, pero no puede recuperarse por otros medios. Usar el mayor calibre posible con precaución para evitar fractura de la lima. Otra técnica descrita por la bibliografía es el Kit de Masserann, compuesto por 14 fresas trefinas huecas (diámetros 1,1–2,4 mm) y 2 extractores tubulares con émbolo. Las fresas se usan en sentido antihorario para tallar una ranura alrededor del fragmento; luego el extractor lo atrapa entre el émbolo y el resalte interno al ajustar el tornillo. Sus grandes diámetros (1,2 y 1,5 mm) requieren remover considerable cantidad de dentina, lo que debilita la raíz y puede causar perforación o fractura radicular postoperatoria. Esto restringe su uso principalmente a dientes anteriores. Tasa de éxito reportada: 48–55%. Extractores (derivados del Masserann), el concepto del Masserann

fue desarrollado en nuevos sistemas: Endo Extractor (Roydent): 3 extractores de distintos tamaños y colores (rojo 80, amarillo 50, blanco 30), cada uno con su fresa de trefina correspondiente. Cancellier Extractor Kit (SybronEndo): 4 extractores con diámetros externos de 0,50 / 0,60 / 0,70 / 0,80 mm. Instrument Removal System (Dentsply Tulsa): 3 extractores (negro 1 mm para tercio coronal de conductos amplios; rojo 0,80 mm y amarillo 0,60 mm para conductos más estrechos) (McGuigan *et al.*, 2013). Endo Rescue (Komet/Brasseler): fresa central "Pointier" que excava dentina coronal al fragmento + fresas de trefina en sentido antihorario; disponible en tamaños 090 y 070. Meitrac Endo Safety System (Hager & Meisinger): 3 tamaños de tubos. Las fresas de trefina deben usarse solo en la porción recta del conducto. El sobre ensanchamiento puede generar escalones, perforación o fractura radicular. Post Removal System (Sistema Ruddle, SybronEndo), 5 tubos con rosca interna que enganchan mecánicamente el extremo coronal de cualquier fragmento con diámetro $\geq 0,60$ mm. El tubo más pequeño tiene diámetro externo de $\sim 1,5$ mm, lo que limita su uso a fragmentos que se extienden hacia la cámara pulpar o el tercio coronal de conductos amplios. Canal Finder System. pieza de mano con limas especiales que generan movimiento vertical de 1–2 mm. Puede aflojar o recuperar fragmentos al enganchar sus flautas con la vibración. Fue reemplazado por el Endo Puls System (EndoTechnic), que usa limas de acero en reciprocación vertical y movimiento pasivo de un cuarto de vuelta (McGuigan *et al.*, 2013).

Históricamente, se recomendaba que, independientemente del estado preoperatorio de la pulpa, el instrumento fracturado debía dejarse in situ y completar el tratamiento de conductos coronal al fragmento, seguido de un período de revisión. Se sostenía que el instrumento fracturado generalmente no afectaba el pronóstico y podía retenerse, dado que el riesgo de extracción era alto. Sin embargo, debe destacarse que estas publicaciones son anteriores al uso del microscopio operatorio y de puntas ultrasónicas especializadas, lo que limitaría el riesgo de complicaciones. Aunque se sugirió que la retención del instrumento fracturado no afectaba el pronóstico, es lógico asumir que el fragmento comprometerá la limpieza química mecánica, el control de la longitud de trabajo y la obturación del conducto radicular.

Cuando las condiciones son favorables, la extracción del fragmento retenido puede ser un procedimiento conservador, pero en casos donde el acceso al fragmento es difícil o la visibilidad es limitada, la extracción puede generar errores iatrogénicos como la formación de escalones, perforación o agrandamiento excesivo del conducto; esto resulta en una estructura radicular debilitada que predispone a la fractura vertical. Las complicaciones

adicionales de la extracción incluyen la fractura de un segundo instrumento o la extrusión del segmento fracturado. Si la extracción no quirúrgica no es posible, también se ha abogado por la extracción quirúrgica de la porción de la raíz que contiene el fragmento, aunque este procedimiento requiere una habilidad quirúrgica considerable y puede reducir la relación corona-raíz (McGuigan *et al.*, 2013).

Madarati y col. (2013) describieron el uso de ultrasonido, puntas con diseño en contraángulo, de distintas longitudes y diámetros. Se prepara primero una plataforma de acceso con fresas Gates Glidden modificadas (n° 2–4) o puntas ultrasónicas para visualizar el fragmento. La punta se activa a baja potencia en movimiento de trefinado en sentido antihorario alrededor del fragmento; la vibración lo afloja hasta que "salta" fuera del conducto. Tasas de éxito clínicas: 67–95% y la combinación con microscopio operatorio (microsonics) eleva significativamente las tasas de éxito. Siendo los riesgos empujar hacia apical del fragmento, fractura de la punta ultrasónica, perforación radicular, daño periodontal por calor. File Removal System, sistema de 3 pasos secuenciales con instrumentos especialmente diseñados, Paso 1: fresas a baja velocidad (Bur A con punta piloto de 0,5 mm + Bur B cilíndrica de 0,45 mm) en movimiento antihorario para ensanchar el conducto y remover dentina alrededor del fragmento. Flexibles, pueden usarse en conductos curvos; Paso 2: punta ultrasónica (30 × 0,2 mm) para preparar ranura de al menos 0,7 mm de profundidad; Paso 3: dispositivo de remoción con tubo desechable de 0,45 mm y asa de alambre NiTi de 0,08 mm que se ajusta con un mango deslizante para enganchar y extraer el fragmento. Efectivo en estudios de laboratorio y casos clínicos con fragmentos en tercio apical. Punta de gutapercha (GP) reblandecida, para fragmentos sueltos en tercio apical: limas Hedström #8, 10 y 15 se usan primero para hacer bypass parcial y confirmar que el fragmento está suelto. Luego se introduce la punta de GP reblandecida con cloroformo (~30 s) hasta el máximo de profundidad; se deja endurecer ~3 minutos. Se retira el conjunto con movimiento suave de tracción horario-antihorario. Técnica conservadora para fragmentos no accesibles por otros métodos. Irradiación láser Nd: YAG: funde dentina alrededor del fragmento para facilitar bypass y remoción, o funde el fragmento directamente. Prometedor, pero con riesgos de perforación, elevación de temperatura en superficie radicular externa (hasta 27°C) y carbonización de dentina. Disolución electroquímica: disolución progresiva del metal mediante proceso electroquímico. Limitado por el tiempo requerido y el espacio reducido del conducto. En etapa experimental al momento de publicación (Madarati *et al.*, 2013).

Independientemente de la técnica seleccionada, existe un paso previo indispensable que condiciona el éxito de cualquier maniobra de recuperación: el establecimiento del acceso en línea recta al extremo coronal del instrumento separado. Para lograrlo, se utilizan limas manuales de tamaño progresivamente mayor, desde el orificio del conducto hacia el extremo coronal del fragmento, creando espacio suficiente para la posterior introducción de fresas Gates-Glidden o instrumentos NiTi de mayor conicidad. Este proceso genera un trayecto recto y cónico hacia el fragmento. Cuando el espacio lateral disponible es insuficiente para maniobrar una punta ultrasónica fina, se prepara una plataforma de trabajo o "staging platform", que consiste en una zona de dentina circundante removida de manera controlada alrededor del extremo coronal del instrumento separado, con el fin de proveer acceso lateral adecuado para las herramientas de recuperación. Todo este procedimiento debe realizarse bajo magnificación e iluminación adecuadas, preferentemente con microscopio operatorio dental (Madarati *et al.*, 2013).

En la actualidad, Fan y col. (2025) describieron que la técnica ultrasónica, constituye el método más utilizado y con mayor respaldo en la literatura para la recuperación de instrumentos separados. Su principio se basa en la transmisión de energía vibratoria de alta frecuencia a través de una punta metálica delgada, la cual actúa sobre la dentina circundante al instrumento separado y sobre el propio fragmento para aflojarlo y desalojarlo del conducto. El procedimiento comienza una vez establecido el acceso en línea recta y la plataforma de trabajo. La punta ultrasónica se activa en una configuración de baja potencia, con el objetivo de reducir la amplitud de vibración y minimizar la generación de calor. Inicialmente, la punta se aplica en movimiento semicircular sobre uno de los lados del extremo coronal del instrumento separado, removiendo selectivamente la dentina adyacente. Este abordaje asimétrico es deliberado, al concentrar la remoción sobre el lado de mayor grosor dentinario, se preserva la pared más delgada del conducto, reduciendo el riesgo de perforación. Progresivamente, la punta se introduce entre el instrumento separado y la pared del conducto, ejerciendo una acción de palanca que transmite vibraciones directamente al fragmento. Esta vibración transmitida genera un efecto de loosening o aflojamiento que, en muchos casos, permite que el instrumento rote sobre su propio eje longitudinal y eventualmente "salte" fuera del orificio del conducto de manera espontánea. Si el movimiento semicircular no resulta suficiente para desalojar el fragmento, la punta puede reorientarse en un movimiento circular en sentido antihorario alrededor del instrumento separado, removiendo progresivamente más dentina y exponiendo mayor longitud del

extremo coronal. El principal riesgo asociado a esta técnica es la generación de calor en la superficie radicular externa. Dado que el procedimiento habitualmente se realiza sin irrigación continua para mejorar la visibilidad, el calor producido por la fricción entre la punta ultrasónica, la dentina y el propio fragmento puede elevarse significativamente. Esto puede comprometer el ligamento periodontal y el hueso alveolar circundante, particularmente cuando se utilizan puntas de mayor tamaño o tiempos de aplicación prolongados. Además, en el caso de instrumentos NiTi, la energía ultrasónica aplicada directamente sobre el fragmento puede inducir una segunda fractura del mismo, debido a la fragilidad característica de esta aleación. Para mitigar estos riesgos, se recomienda trabajar con potencias bajas, en modo intermitente, con pausas frecuentes para irrigar y disipar el calor acumulado. La ejecución exitosa de esta técnica requiere un alto nivel de destreza clínica y conocimiento teórico por parte del operador (**Fig.1**).

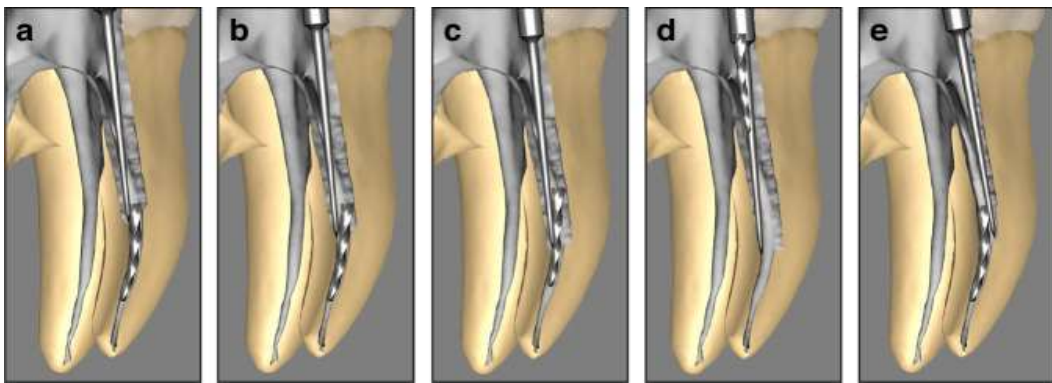


Fig. 1. Esquema tomado de Fan Y, Gao Y, Wang X, Fan B, Chen Z, Yu Q, Xue M, Wang X, Huang Z, Yang D, Lin Z, Pan Y, Zhao J, Yu J, Chen Z, Xie S, Yuan H, Que K, Pan S, Huang X, Luo J, Meng X, Zhang J, Du Y, Zhang L, Li H, Chen W, Wu J, Xu X, Zou J, Li J, Huang D, Cheng L, Wang T, Hou B, Zhou X. Expert consensus on management of instrument separation in root canal therapy. *Int J Oral Sci.* 2025 Jun 9;17(1):46. doi: 10.1038/s41368-025-00372-w. PMID: 40484859; PMCID: PMC12146410. a. la punta ultrasónica elimina dentina de un lado del SI. b. La punta ultrasónica se introduce (cuña) entre el instrumento separado y la pared del conducto radicular. c. Aflojamiento del SI. d. El SI "salta" fuera del orificio del conducto. e. La punta ultrasónica elimina una mayor cantidad de dentina de un lado.

Técnica con fresa trépano, representa una alternativa conservadora y de alta precisión para la recuperación de instrumentos fracturados. Consiste en el uso de una fresa de geometría tubular o hueca, con un borde cortante en su extremo apical, cuyo diámetro interno es apenas superior al diámetro del SI. Esta característica dimensional es fundamental: permite que el trépano utilice al propio instrumento separado como guía durante el fresado, lo que reduce considerablemente el riesgo de desviación lateral, perforación o remoción excesiva e innecesaria de dentina (Fan *et al.*, 2025). Una vez establecidos el acceso en línea recta y la plataforma de trabajo, se selecciona la fresa trépano de tamaño apropiado según el diámetro del extremo coronal del fragmento. La fresa se posiciona de manera que rodee concéntricamente al instrumento separado y se avanza en sentido apical a lo largo de su eje longitudinal. A medida que progresa, el trépano remueve la dentina circundante capa por capa, exponiendo gradualmente el cuerpo del fragmento. En muchos casos, los detritos de dentina generados durante el fresado quedan atrapados dentro de la cavidad tubular del trépano junto con el fragmento, permitiendo su extracción conjunta al retirar la fresa del conducto. Cuando la fresa trépano no logra recuperar el instrumento por sí sola, aun después de haber creado un surco circunferencial de profundidad suficiente, es necesario complementar el procedimiento con una técnica auxiliar, como el sistema de micro-tubo y asa. Técnica de micro-tubo y asa (loop), es un método auxiliar diseñado específicamente para situaciones en las que las técnicas ultrasónicas o con trépano han logrado aflojar el fragmento, pero no han podido extraerlo del conducto. Es particularmente útil cuando el instrumental separado es de aleación NiTi, ya que la memoria de forma característica de este material hace que el fragmento, incluso una vez aflojado, tienda a presionarse contra la pared externa del conducto curvo en lugar de mantenerse centrado, dificultando su extracción directa. El sistema se basa en dos componentes principales: un micro-tubo de diámetro reducido y una cuña o núcleo metálico correspondiente. El procedimiento inicia introduciendo el bisel del micro-tubo en el espacio generado entre el extremo coronal del instrumento separado y la pared del conducto, guiando al fragmento hacia el interior de la cavidad tubular. Una vez que el tubo está correctamente posicionado y el fragmento queda alineado dentro de él, se introduce la cuña metálica en el interior del tubo hasta hacer contacto con el instrumento separado. Al ejercer presión, la cuña empuja la cabeza del instrumento hacia una ventana lateral del tubo, inmovilizándolo mecánicamente. Finalmente, con el instrumental separado asegurado dentro del sistema, el conjunto se rota suavemente y se extrae del conducto de manera controlada. En variantes de la técnica que

utilizan el componente tipo asa o loop, se emplea un alambre fino que se enrosca alrededor del extremo coronal del fragmento para traccionarlo axialmente fuera del conducto.

Técnica con láser (Er:YAG), particularmente con el láser de erbio dopado con itrio, aluminio y granate (Er:YAG), constituye una alternativa de alta tecnología para la recuperación de instrumentos separados, especialmente en situaciones de difícil acceso como conductos estrechos o con curvatura pronunciada. Su mecanismo de acción se basa en el efecto fototérmico: la energía láser es absorbida por el agua contenida en los tejidos y materiales irradiados, generando calor localizado y altamente controlable. La técnica puede aplicarse mediante distintas estrategias según el caso clínico. En la primera de ellas, el láser se dirige a la dentina circundante al instrumento separado con el objetivo de fundirla o ablandarla, creando un espacio que facilite el bypass del fragmento mediante una lima tipo H. En la segunda modalidad, la energía láser se aplica directamente sobre el instrumento separado con la intención de fundirlo o ablandarlo, lo que puede permitir su deformación y extracción. En una tercera variante, el láser se utiliza para fundir soldadura de estaño o para soldar directamente el instrumento separado a un tubo metálico hueco previamente posicionado en su extremo coronal, estableciendo así una unión mecánica que permite la tracción controlada del fragmento fuera del conducto. A pesar de su alta precisión y del potencial para reducir tiempos operatorios, la técnica láser conlleva riesgos térmicos considerables. El aumento de temperatura en la dentina y en los tejidos periodontales puede provocar carbonización, fusión no deseada de las paredes del conducto o, en casos graves, perforación radicular. Estos riesgos se acentúan en conductos curvos y estrechos, donde la dispersión del haz láser es menos predecible. Por lo tanto, su aplicación requiere un entrenamiento específico y un manejo muy cuidadoso de los parámetros de energía, tiempo de exposición y distancia focal (Fan *et al.*, 2025).

Cuando la recuperación del instrumento separado no resulta factible mediante las técnicas convencionales, o cuando los intentos de extracción implicarían una remoción excesiva de dentina que comprometería la integridad estructural de la raíz, el bypass constituye una alternativa clínicamente válida para restablecer la continuidad del conducto radicular y permitir la conclusión del tratamiento. El objetivo del bypass no es extraer el fragmento, sino crear un trayecto de trabajo paralelo o adyacente al instrumento separado que permita alcanzar la longitud de trabajo real, limpiar y conformar el conducto hasta el ápice y finalmente obturarlo de manera adecuada. De este modo, el instrumento separado queda encapsulado dentro del material de obturación, minimizando su impacto sobre el pronóstico

del tratamiento (Fan *et al.*, 2025). Limpiar, conformar y obturar hasta el nivel del fragmento. Indicado especialmente si la separación ocurrió en etapas finales de la preparación o el fragmento está en tercio apical más allá de una curvatura severa, requiere controles clínicos y radiográficos periódicos.

Cuando el manejo conservador falla y hay enfermedad periapical persistente, incluye: cirugía apical, reimplantación intencional, amputación radicular o hemisección. La resección apical permite retirar el fragmento si está en el tercio apical como parte del procedimiento (Fan *et al.*, 2025).

La Técnica de Bypass, cuyo objetivo principal es crear un camino alternativo alrededor del fragmento retenido, restablecer la permeabilidad apical y permitir la desinfección y obturación completa del conducto (Barbosa *et al.*, 2025). Desde el punto de vista técnico, el procedimiento consiste en la introducción de limas tipo K de pequeño calibre, generalmente de los números 6, 8 o 10, precurvadas en sus últimos 3 mm, utilizando un movimiento de cuerda de reloj combinado con irrigantes como EDTA como lubricante para facilitar la negociación del espacio disponible alrededor del fragmento. Una vez identificado el espacio entre el fragmento y las paredes del conducto, se continúa con movimientos suaves de exploración hasta alcanzar el foramen apical. El bypass se considera exitoso cuando se logra la permeabilidad apical progresando hasta limas de calibre 20 o 25, debiendo confirmarse radiográficamente el trayecto recorrido en cada etapa (Barbosa *et al.*, 2025).

Según lo mencionado por Fan y col. (2025), se utiliza una lima manual de pequeño calibre, preferentemente del número 8 o 10, la cual debe ser precurvada en su tercio apical para facilitar su orientación dentro del conducto. La lima se introduce suavemente junto al instrumento separado, ejerciendo mínima presión y realizando movimientos de exploración controlados hasta encontrar el espacio disponible entre el fragmento y la pared del conducto. Es fundamental evitar la aplicación de fuerza excesiva durante esta maniobra, ya que una presión inadecuada puede generar una perforación lateral de la pared radicular o desplazar el instrumento separado hacia una posición más apical, complicando aún más el cuadro clínico. La viabilidad del bypass depende en gran medida de la morfología del conducto en la zona donde se encuentra el instrumento separado. Los conductos de sección transversal oval ofrecen condiciones más favorables, ya que el espacio disponible alrededor del fragmento suele ser suficiente para introducir una lima de pequeño diámetro. Por el contrario, en conductos de sección circular donde el instrumento separado ocluye completamente la luz del conducto, el bypass resulta considerablemente más difícil o

directamente impracticable. Si el bypass resulta exitoso, se continúa con limas de calibre progresivamente mayor para ampliar el trayecto hasta el ápice y completar la preparación biomecánica del conducto. En caso de que no sea posible lograr el bypass, el endodoncista debe limitarse a limpiar, conformar y obturar el conducto hasta el nivel donde se encuentra el instrumental separado, utilizando la ubicación del fragmento como nueva longitud de trabajo (Fan *et al.*, 2025).

Independientemente de si el bypass fue exitoso o no, el conducto debe ser sometido a una desinfección exhaustiva mediante la irrigación con un volumen abundante de hipoclorito de sodio, con el fin de reducir la colonización microbiana y minimizar el riesgo de infección periapical. El diente debe ser monitoreado clínica y radiográficamente a largo plazo, evaluando la presencia o ausencia de sintomatología y el comportamiento de los tejidos periapicales. Si durante el seguimiento se evidencian signos de fracaso del tratamiento, como dolor persistente, tumefacción o aparición de lesión periapical, deberán considerarse alternativas terapéuticas más complejas, entre ellas la cirugía endodóntica periapical, la reimplantación intencional o, en última instancia, la extracción del diente (Fan *et al.*, 2025). Los factores que determinan el éxito del bypass incluyen la localización del fragmento en el conducto, siendo más favorable en los tercios coronario y medio que en el tercio apical, la curvatura radicular, el diámetro del fragmento en relación al diámetro del conducto, y la experiencia del operador. Se ha reportado que, si el bypass se realiza exitosamente, la calidad de la obturación final no se ve comprometida, obteniéndose resultados clínicos favorables comparables a los tratamientos sin accidentes instrumentales (Barbosa *et al.*, 2025).

La técnica ultrasónica combinada con microscopía operatoria es ampliamente reconocida como el método de primera elección para fragmentos localizados en el tercio coronario y medio del conducto radicular, con tasas de éxito reportadas entre el 70% y el 95%. El procedimiento consiste en el preparado de un ensanchamiento cónico alrededor del fragmento mediante puntas ultrasónicas finas bajo irrigación continua, permitiendo mejor acceso y visibilidad. Las vibraciones ultrasónicas transmitidas en baja potencia promueven el desalojamiento gradual del instrumento fracturado, preservando la estructura dentinaria. La visibilidad directa del fragmento constituye un factor determinante para el éxito de la técnica, siendo su aplicación en fragmentos profundos o conductos muy curvos más compleja y con mayor riesgo de perforación o desgaste dentinario (Barbosa *et al.*, 2025). La optimización del protocolo de irrigación y desinfección adquiere un papel fundamental. La irrigación convencional mediante jeringa presenta limitaciones en su capacidad de

penetración en anatomías complejas, comprometiendo la desinfección del sistema de conductos (Marx *et al.*, 2025). Frente a estas limitaciones, la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) representa una herramienta de alto valor clínico. La combinación sinérgica de hipoclorito de sodio con Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI) es considerada el estándar de oro actual en términos de eficacia irrigadora en la terapia endodóntica. La PUI aprovecha la energía ultrasónica para potenciar el movimiento y la penetración de los irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares, facilitando la remoción de tejido necrótico y detritos, incluso desde los túbulos dentinarios, mejorando así la limpieza y desinfección global del tratamiento de conducto (Gündüz *et al.*, 2025).

El microscopio operatorio dental constituye una herramienta fundamental en el manejo del instrumento fracturado durante el retratamiento endodóntico. Su uso permite una visualización directa y ampliada del interior del conducto radicular, facilitando la identificación precisa del fragmento, la ejecución controlada de las técnicas de remoción y la realización del bypass con mayor seguridad y predictibilidad. La decisión clínica sobre el manejo del instrumento fracturado debe considerar, entre otros factores, la disponibilidad del microscopio operatorio y el ultrasonido como recursos intraoperatorios esenciales (Dioguardi *et al.*, 2024).

En complemento con la magnificación, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha adquirido un rol fundamental en la planificación del retratamiento endodóntico, superando las limitaciones de la radiografía periapical convencional. Su capacidad de proveer imágenes tridimensionales permite una evaluación más precisa del sistema de conductos, la ubicación exacta del fragmento y la patología periapical asociada, mejorando la evaluación pronóstica y la toma de decisión clínica. La CBCT de campo de visión limitado debe considerarse como herramienta diagnóstica en casos donde se han producido complicaciones del tratamiento, recomendándose su uso selectivo en casos de alta dificultad (Kalogeropoulos *et al.*, 2022). La evaluación mediante CBCT ha demostrado conducir principalmente a una decisión de extraer o realizar bypass del fragmento, en comparación con la evaluación radiográfica periapical convencional, que con mayor frecuencia lleva a la decisión de dejar el fragmento in situ (Kalogeropoulos *et al.*, 2022).

La multiplicidad de factores que condicionan la toma de decisión frente a un instrumento separado, características del fragmento, morfología radicular, sintomatología asociada y recursos clínicos disponibles, ha llevado a la sistematización de algoritmos de decisión que integran estas variables en un proceso secuencial. En este sentido, Fan y col. (2025)

proponen un esquema de manejo clínico que organiza la evaluación preoperatoria y las distintas alternativas terapéuticas, desde la recuperación del fragmento hasta su bypass, el seguimiento postoperatorio o, en última instancia, la cirugía endodóntica o la extracción dentaria (**Fig.2**).

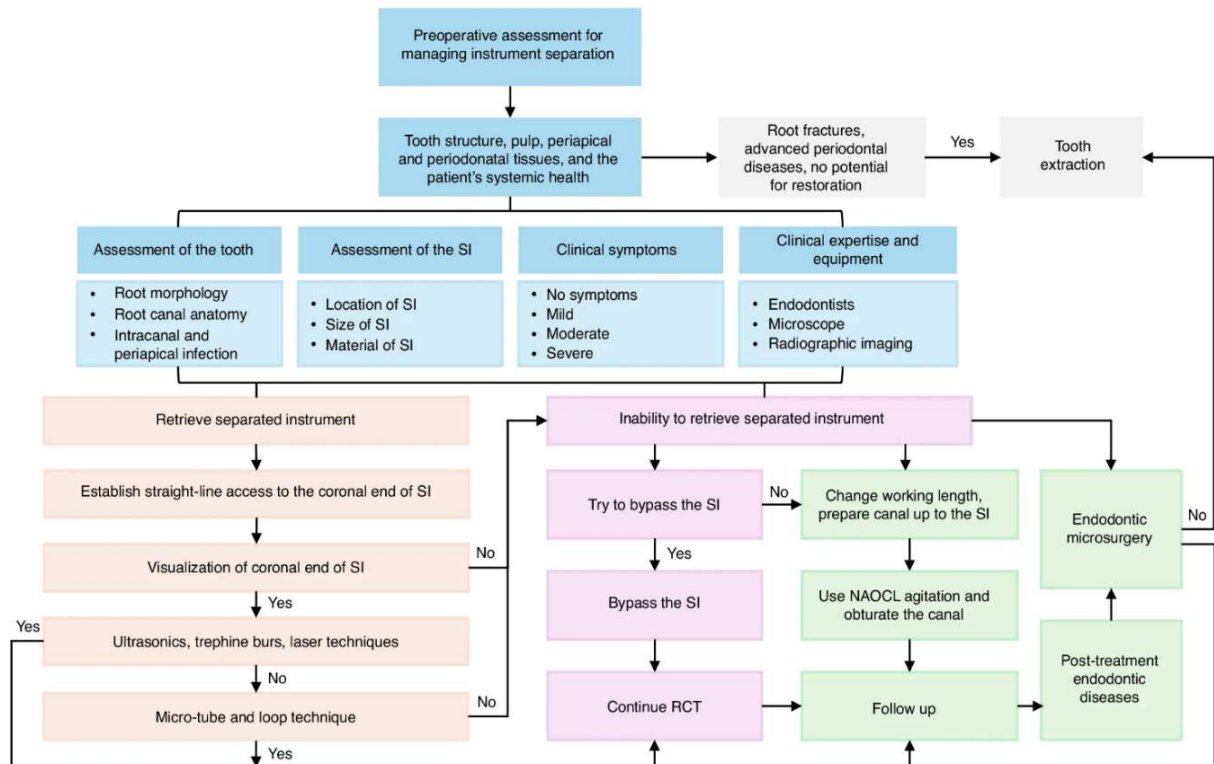


Fig. 2. Esquema tomado de Fan Y, Gao Y, Wang X, Fan B, Chen Z, Yu Q, Xue M, Wang X, Huang Z, Yang D, Lin Z, Pan Y, Zhao J, Yu J, Chen Z, Xie S, Yuan H, Que K, Pan S, Huang X, Luo J, Meng X, Zhang J, Du Y, Zhang L, Li H, Chen W, Wu J, Xu X, Zou J, Li J, Huang D, Cheng L, Wang T, Hou B, Zhou X. Expert consensus on management of instrument separation in root canal therapy. Int J Oral Sci. 2025 Jun 9;17(1):46. doi: 10.1038/s41368-025-00372-w. PMID: 40484859; PMCID: PMC12146410. Algoritmo de decisión clínica para el manejo del instrumento separado.

Este algoritmo refleja que el manejo del instrumento fracturado no responde a una conducta única, sino a una secuencia de decisiones jerarquizadas donde el estado periapical, la posibilidad de recuperación o bypass, y el seguimiento a largo plazo determinan el pronóstico final del tratamiento. Esta perspectiva integradora constituye el marco conceptual sobre el cual se fundamenta el abordaje clínico del caso presentado en este trabajo.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es presentar y analizar el manejo clínico de un retratamiento endodóntico no quirúrgico en un primer molar inferior con múltiples instrumentos fracturados en distintos tercios radiculares, describiendo el proceso diagnóstico, las alternativas terapéuticas consideradas, la aplicación de la técnica de bypass y el protocolo de irrigación ultrasónica implementado ante la imposibilidad de remoción en uno de los conductos, y discutiendo los resultados obtenidos en relación con la literatura científica actual.

CASO CLINICO

Se presenta el caso de una paciente femenina de 27 años derivada para retratamiento endodóntico del elemento 36. Como primer paso, se confeccionó la historia clínica completa, descartándose la presencia de condiciones sistémicas que pudieran clasificarla como paciente de riesgo.

Previo al inicio del tratamiento, se le brindó información detallada sobre el procedimiento a realizar, sus riesgos, beneficios y las alternativas terapéuticas disponibles. Asimismo, se solicitó autorización para la obtención de registros radiográficos y fotográficos con fines académicos, garantizando en todo momento la confidencialidad de su identidad. Una vez verificada la comprensión de la información por parte de la paciente, esta procedió a firmar el consentimiento informado correspondiente.

El examen clínico del elemento afectado reveló respuesta negativa a la prueba de sensibilidad al frío, realizada con spray refrigerante (Klepp, Argentina), y resultados negativos con las pruebas de percusión y palpación. A nivel ocluso-mesial se constató la presencia de una restauración provisoria defectuosa.

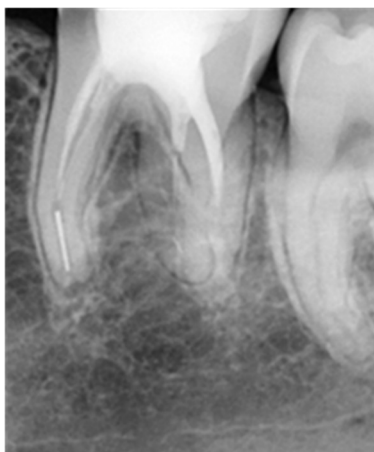


Fig.3. Radiografía preoperatoria elemento 36.

Se tomaron radiografías preoperatorias con radiovisiógrafo sensor digital (Saevo, Brasil) mediante los cuales se pudo observar elemento 36 con evidencia de una imagen radiolúcida ocluso mesial compatible con microfiltración coronal por caries. A nivel radicular, se

observó presencia de una raíz suplementaria en distolingual por lo que estamos en presencia de un radix entomolaris, en la raíz mesial se observan conductos con obturación deficiente y en el tercio apical una imagen radiopaca compatible con la presencia de un instrumental endodóntico separado; por otro lado, en las raíces distales se observa material de relleno radiopaco que no supera el tercio medio y además presencia en el tercio apical del radix una imagen radiopaca compatible con la separación de un instrumento endodóntico. A partir de los hallazgos clínicos y radiográficos, se estableció el diagnóstico de diente previamente tratado con tejido periapical normal (**Fig.3**).

El primer paso consistió en la aplicación de anestesia local mediante clorhidrato de articaína al 4% con adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte, Bernabó, Argentina), utilizando técnica troncular al nervio dentario inferior con cierre de circuito a fondo de surco del elemento 36. Con el auxilio de turbina de alta velocidad con refrigeración, se retiró la restauración provisoria deficiente mediante piedra redonda 801 FG 016 (Jota, Suiza) para poder eliminar los focos de caries existentes. A continuación, se colocó aislamiento absoluto con goma dique 5x5 (Sanctuary, Malasia) y clamp retractor para molares Nro 201 (Hu-Friedy, Chicago).

Siguiendo el protocolo para retratamiento endodóntico, una vez logrado el acceso cameral se procedió a la rectificación de paredes con piedra troncocónica 852 014 (Jota, Suiza), corrigiendo el acceso cavitario anterior, se continuó con la remoción de gutapercha en el tercio cervical del conducto mesio vestibular mediante fresa Gates Glidden N° 2, con el auxilio de solvente químico xilol (Tedequim, Argentina) y limas tipo K #10.02 (Maillefer, Suiza) mediante la cual se buscó una guía de penetración en el centro del material de obturación, que nos permitiera alcanzar el foramen en búsqueda de permeabilidad, y finalmente conseguir la longitud de trabajo mediante el uso de localizador apical electrónico (Woodpeacker, Japon). La longitud de trabajo determinada por este método fue de 21.5 mm tomando como referencia borde oclusal de la cúspide mesio vestibular, en este paso se constató la presencia de un instrumento separado en la porción apical, el cual pudo ser sorteado con la instrumentación mediante una técnica de Bypass. En el conducto mesio lingual procedimos de la misma manera, donde también se corroboró la presencia de un instrumento separado en el tercio medio, el cual pudo ser sorteado a través de la instrumentación manual en búsqueda de permeabilidad, determinando una longitud de trabajo de 22 mm tomado desde la cúspide mesiolingual.

El conducto distolingual, el cual presentaba el Radix, fue desobturado en el tercio cervical con fresa Gates Glidden N° 2, se continuó con instrumentación manual limas K #10.02 (Maillefer, Suiza) en búsqueda de bypass el cual no fue exitoso, debido a la presencia de un fragmento de instrumento endodóntico separado quien fue el responsable del bloqueo, este conducto se trabajó a 19 mm medido desde la cúspide distolingual; en el conducto disto vestibular se pudo desobturar con misma técnica y lograr permeabilidad apical, consiguiendo una longitud de trabajo electrónica de 22mm medidos desde la cúspide disto vestibular. Consecuentemente, hubo que realizar una nueva placa radiográfica de conducto vacío. (Fig.4).



Fig.4. Radiografía de conductos vacíos elemento 36

Se continuó con el paso de reconformación de los conductos radiculares, en los cuatro conductos se pudo instrumentar con lima mecanizada recíprocante Race Evo #25.06 (FKG, Suiza), con instrumentación por tercios, y ayuda de Glicerina (Tedequim, Argentina), procurando terminar de eliminar conjuntamente la gutapercha, la angulación del sistema recíprocante utilizado fue de 90°/60°, dichas limas fueron accionadas con motor para endodoncia mecanizada Endofree (Woodpecker, Japón). Durante todo el procedimiento se utilizó como lima de pasaje una lima manual de calibre #15.02 (Maillefer, Suiza), alternando con irrigación con NaOCl al 5,25% (Endo-Quim, Tedequim, Argentina).

Como paso siguiente, procedimos con el protocolo de irrigación final que consistió en la siguiente secuencia aplicada en cada uno de los conductos: irrigación con 2 ml de NaOCl al 5,25% (Endo-Quim, Tedequim, Argentina) con activación ultrasónica durante 30 segundos mediante punta E14 (Fig.5) (Woodpecker®, China); lavado con 2 ml de solución fisiológica;

irrigación con 2ml de EDTA al 17% (Endo-Quim, Tedequim, Argentina) con activación ultrasónica durante 30 segundos; y lavado final con 2ml de solución fisiológica.

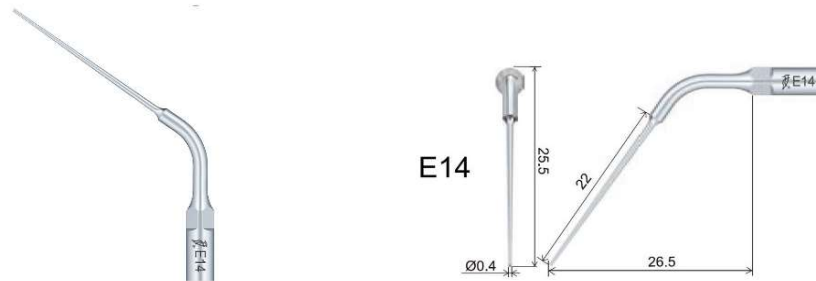


Fig.5. Punta de ultrasonido E14.

El secado de los conductos se realizó con conos de papel absorbente estériles de primera serie (Meta Biomed, Corea) medidos a longitud de trabajo correspondiente a cada conducto. La obturación del sistema de conductos se llevó a cabo utilizando cemento endodóntico Sealer 26 (Dentsply Sirona, Brasil), con cono principal #25.04 (Meta Biomed, Corea) de calibre apical correspondiente a lima K #30.02, completándose mediante técnica de condensación lateral convencional con espaciadores ABCD (Dentsply Maillefer, Suiza). Concluida la obturación del sistema de conductos, se procedió al sellado coronal provisorio del elemento mediante una capa de Cavit (3M ESPE, Alemania) y relleno con ionómero vítreo de restauración Chemfill (Dentsply Sirona, Brasil), con el objetivo de garantizar un adecuado sellado coronal y prevenir la microfiltración bacteriana de manera provisoria. La radiografía postratamiento del elemento 36 (**Fig.6.**), evidencia la obturación del sistema de conductos radiculares. En la raíz mesial se observan dos conductos obturados con material radiopaco homogéneo, con longitud adecuada que alcanza el tercio apical; es posible identificar la imagen radiopaca compatible con el instrumento retenido en el conducto mesiovestibular, el cual quedó como parte de la obturación. En la raíz distal se visualizan dos conductos obturados, con relleno radiopaco que alcanza el tercio apical en el conducto disto vestibular; en el conducto disto lingual se aprecia obturación hasta el nivel del instrumento fracturado retenido.

La condensación del material de obturación se presenta uniforme en los conductos tratados. El elemento fue derivado a la especialidad de Operatoria Dental para la realización de la restauración definitiva y la recuperación funcional de la pieza dentaria.



Fig.6. Radiografía Final elemento 36.

DISCUSIÓN

El abordaje terapéutico de un diente con fracaso endodóntico exige, antes que cualquier decisión técnica, una instancia de planificación diagnóstica que oriente la elección entre el retratamiento no quirúrgico y el quirúrgico. En el caso presentado, el diagnóstico de diente previamente tratado con tejido periapical normal, la presencia de obturaciones deficientes en los conductos mesiales y distolingual sin alcanzar el tercio apical, y la disponibilidad de acceso al sistema de conductos a través de una restauración coronal inadecuada constituyeron los criterios que fundamentaron la indicación de retratamiento endodóntico no quirúrgico. Esta decisión es coherente con los criterios de Karabucak y Setzer (2007), quienes establecen que la combinación de relleno radicular deficiente con restauración coronal deteriorada y acceso conservado al sistema de conductos orienta la terapéutica hacia el abordaje no quirúrgico. El retratamiento no quirúrgico contemporáneo muestra tasas de curación periapical y éxito que oscilan entre el 78% y el 87% (Sabeti *et al.*, 2024), y la ausencia de patología periapical preoperatoria, condición presente en este caso, emerge consistentemente como el predictor pronóstico de mayor peso (Dioguardi *et al.*, 2024).

La anatomía del primer molar inferior no puede ser disociada del análisis de los resultados clínicos obtenidos en este retratamiento, ya que condicionó tanto la ocurrencia del accidente instrumental previo como las posibilidades reales de resolución de cada conducto. La raíz mesial del primer molar inferior presenta conductos con curvaturas pronunciadas cuyos ángulos promedian entre 23° y 25°, con sección transversal ovalada en el tercio coronal que se aplana hacia el apical, generando tensiones adicionales sobre los instrumentos durante su uso y predisponiendo a la fatiga torsional y flexural (AL-Rammahi *et al.*, 2023). Esta particularidad morfológica operó de manera simultánea como factor de riesgo para la fractura instrumental original y como condición anatomoclínica favorable para el bypass, en tanto que la sección ovalada del conducto preservó un espacio perifrágmatario suficiente para la maniobra exploratoria con limas de pequeño calibre. La distinción entre la morfología de los conductos mesiales y la del conducto distolingual del Radix Entomolaris resulta, en este sentido, explicativa del resultado diferencial obtenido: mientras que los conductos mesiales permitieron el bypass exitoso por su morfología oval, la sección circular del conducto distolingual, con oclusión completa de su luz por el fragmento retenido, impidió

la maniobra e impuso la obturación hasta el nivel del instrumento como única alternativa conservadora viable.

La presencia de un Radix Entomolaris (RE) en el primer molar inferior representa una variante anatómica de particular relevancia clínica, cuya identificación condiciona directamente la planificación del retratamiento. RE se define como una tercera raíz supernumeraria de localización distolingual, generalmente más corta y curva que la raíz distovestibular, con una prevalencia global del 3% en primeros molares inferiores (Rahhali & Sakout, 2025). Desde el punto de vista diagnóstico, su identificación puede verse comprometida en la radiografía periapical convencional, donde la superposición de la imagen de la tercera raíz sobre la raíz distal puede llevar a que el conducto de la RE no sea identificado ni tratado durante el tratamiento primario (Hatipoğlu *et al.*, 2023). En el caso clínico presentado, la RE fue detectada en las imágenes preoperatorias digitales del retratamiento, permitiendo incluir el conducto distolingual en la planificación desde el inicio. La literatura recomienda enfáticamente el uso de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para la caracterización tridimensional de esta variante, dado que la evaluación mediante CBCT ha demostrado conducir principalmente a una decisión de extraer o realizar bypass del fragmento, en comparación con la evaluación radiográfica periapical convencional, que con mayor frecuencia orienta a la decisión de dejar el fragmento in situ (Kalogeropoulos *et al.*, 2022). En este caso, el uso de CBCT habría permitido una caracterización más precisa de la morfología del conducto distolingual y de la relación del fragmento con las paredes radicales, información que podría haber optimizado la toma de decisión respecto a la viabilidad del bypass en ese conducto específico.

La fractura de instrumentos endodónticos en el contexto del tratamiento primario del elemento 36 puede explicarse por la convergencia de factores de riesgo bien documentados en la literatura. La incidencia de separación instrumental varía según el tipo de instrumento: para limas de acero inoxidable oscila entre 0,7% y 7,4%; para sistemas rotatorios de níquel-titanio, entre 0,4% y 5%; y para sistemas reciprocantes, entre 0,1% y 1,71% (Mehta *et al.*, 2025). Estos valores representan una mejora respecto a publicaciones previas, que reportaban incidencias de hasta 10% para el NiTi (Wu *et al.*, 2011; Iqbal *et al.*, 2006), lo que sugiere un avance progresivo en el diseño y los protocolos de uso de los sistemas modernos. La etiología de la separación es multifactorial, involucrando factores anatómicos, curvatura radicular, estrechez del conducto, morfología no circular, factores propios del instrumento aleación, geometría, mecanismo de fatiga y factores operacionales experiencia del operador,

preparación de vía de deslizamiento, fuerza aplicada (Fan *et al.*, 2025). En el caso presentado, la complejidad anatómica del primer molar inferior, con sus conductos mesiales curvos y la morfología particular del conducto distolingual del Radix, constituyó el factor de riesgo dominante. Desde el punto de vista biomecánico, la fatiga flexural representa el mecanismo más prevalente en condiciones clínicas, y la ubicación final del fragmento, el tercio apical, donde la tasa de fractura alcanza el 21% frente al 8,8% en los tercios medio y coronal (Dioguardi *et al.*, 2024), es indicativa de que el accidente ocurrió en la zona de mayor estrés instrumental del sistema de conductos.

La presencia de múltiples instrumentos fracturados en distintos conductos y tercios radiculares planteó, en este caso, una instancia de toma de decisión clínica de alta complejidad. Las alternativas disponibles pueden agruparse en tres categorías: la remoción directa del fragmento, el bypass y el manejo conservador con obturación sobre el instrumento retenido (Madarati *et al.*, 2013). La elección entre estas opciones no responde a un criterio único ni a un protocolo rígido, sino que debe evaluarse en función de la ubicación y longitud del fragmento, la curvatura radicular, el estado periapical y los recursos tecnológicos disponibles (Lakshmaiah *et al.*, 2023). En la actualidad, la técnica ultrasónica combinada con microscopía operatoria constituye el método de primera elección para fragmentos localizados en el tercio coronario y medio del conducto radicular, con tasas de éxito reportadas entre el 67% y el 95% (Madarati *et al.*, 2013; Barbosa *et al.*, 2025). Sin embargo, la ausencia de microscopio operatorio en el contexto clínico en que se desarrolló este caso condicionó la estrategia terapéutica adoptada. Esta circunstancia, frecuente en la práctica clínica general no invalidó la posibilidad de un retratamiento conservador de alta calidad, pero sí orientó la decisión hacia el bypass como alternativa de menor riesgo iatrogénico cuando las condiciones anatómicas lo permitían. La disponibilidad del microscopio operatorio, señalada en múltiples publicaciones como factor determinante para el éxito de las técnicas de remoción (Dioguardi *et al.*, 2024), refuerza la importancia de incorporar este recurso en la práctica endodóntica especializada; no obstante, su ausencia no contraindica el abordaje conservador cuando el operador cuenta con entrenamiento específico y dominio de las técnicas alternativas.

El bypass constituyó la estrategia central adoptada en tres de los cuatro conductos comprometidos. Su objetivo principal consiste en crear un trayecto de trabajo adyacente al instrumento separado que permita alcanzar la longitud de trabajo real, limpiar y conformar el conducto hasta el ápice, y obturarlo de manera que el fragmento quede encapsulado dentro

del material de relleno (Fan *et al.*, 2025). La viabilidad del bypass depende de la morfología del conducto en la zona donde se localiza el instrumento, sección transversal oval, con espacio perifractario disponible, ofrecen condiciones favorables para la introducción de una lima de pequeño calibre, mientras que los conductos de sección circular donde el fragmento ocluye completamente la luz del conducto hacen la maniobra considerablemente más difícil o impracticable (Fan *et al.*, 2025). En los conductos mesiales, la morfología ovalada característica del primer molar inferior, con su espacio perifractario conservado, facilitó el deslizamiento de las limas exploradoras de calibre 8 y 10 precurvadas en sus últimos 3 mm, permitiendo alcanzar el foramen apical y confirmar la permeabilidad mediante localizador apical. El éxito del bypass en el conducto mesiobucal, donde el fragmento se localizaba en el tercio apical, evidencia que incluso en ubicaciones desfavorables la maniobra puede resultar viable cuando la morfología del conducto lo permite. Se ha reportado que, cuando el bypass se realiza exitosamente, la calidad de la obturación final no se ve comprometida, obteniéndose resultados comparables a los tratamientos sin accidentes instrumentales (Barbosa *et al.*, 2025), lo que otorga sustento científico al abordaje adoptado en este caso.

El conducto distolingual del Radix Entomolaris representó el límite real de la estrategia conservadora adoptada. La combinación de su sección circular, la curvatura pronunciada característica de esta variante anatómica y la oclusión completa de la luz del conducto por el fragmento retenido hizo impracticable el bypass, resultando en la obturación hasta el nivel del instrumento como única alternativa viable dentro del abordaje no quirúrgico. Esta decisión se sustenta en la evidencia que indica que, en ausencia de patología periapical y cuando el bypass no es factible, la obturación sobre el fragmento retenido constituye una alternativa aceptable desde el punto de vista pronóstico, siempre que se garantice una desinfección adecuada del segmento accesible y un sellado hermético del conducto hasta el nivel del fragmento (Fan *et al.*, 2025) ;(Madarati *et al.*, 2013). El estado periapical preoperatorio se consolida, en este punto, como el criterio determinante que legitima la conducta conservadora: en dientes sin patología periapical, las tasas de éxito del tratamiento son significativamente superiores, y la conducta de bypass u obturación sobre el fragmento puede ser tan predecible como la remoción directa, evitando los riesgos iatrogénicos inherentes a las técnicas de extracción (Dioguardi *et al.*, 2024). La estrategia adoptada implicó asumir que el fragmento, encapsulado en el material de obturación y en ausencia de

patología periapical activa, no comprometería el pronóstico del elemento a mediano plazo, condicionado al seguimiento clínico y radiográfico periódico.

El protocolo de irrigación implementado adquirió un rol central en la estrategia terapéutica, compensando en parte las limitaciones anatómicas y las restricciones impuestas por la presencia de los fragmentos. La irrigación convencional mediante jeringa presenta limitaciones reconocidas en su capacidad de penetración en anatomías complejas, incluyendo istmos, ramificaciones laterales y zonas ocluidas por fragmentos instrumentales (Marx *et al.*, 2025). Frente a estas restricciones, la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) representa una herramienta de alto valor clínico: la activación ultrasónica del hipoclorito de sodio potencia el movimiento y la penetración del irrigante dentro del sistema de conductos, facilitando la remoción de tejido necrótico y detritos incluso desde los túbulos dentinarios, mejorando la limpieza y desinfección global del tratamiento (Gündüz *et al.*, 2025). La combinación sinérgica de hipoclorito de sodio con PUI es actualmente considerada el estándar de oro en términos de eficacia irrigadora en la terapia endodóntica (Gündüz *et al.*, 2025; Marx *et al.*, 2025). El protocolo implementado, NaOCl 5,25% con activación ultrasónica durante 30 segundos mediante punta E14, seguido de lavado con solución fisiológica, EDTA 17% con activación ultrasónica y lavado final, responde a este estándar y resultó especialmente relevante en el conducto distolingual, donde la imposibilidad de bypass limitó la preparación quimiomecánica al segmento coronal al fragmento: la irrigación abundante con activación ultrasónica compensó parcialmente las restricciones anatómicas, maximizando la desinfección del área accesible. La incorporación sistemática de la activación ultrasónica en el retratamiento endodóntico complejo se proyecta como una práctica de alto impacto en la mejora de los resultados terapéuticos, independientemente de si se logra la remoción o el bypass del fragmento.

La selección del sistema de obturación y la estrategia de sellado coronal implementadas responden a criterios de evidencia bien establecidos. La técnica de condensación lateral con cemento Sealer 26 y cono principal #25.04 permitió la adaptación del material de obturación a las paredes de los conductos tratados, logrando un sellado tridimensional satisfactorio aun en presencia de morfología irregular. La derivación oportuna a Operatoria Dental para la restauración definitiva constituye un componente insoslayable del protocolo de tratamiento: la literatura es contundente en señalar que la exposición del conducto obturado a los fluidos bucales por tiempo prolongado genera contaminación de la obturación, lo que puede comprometer el resultado del retratamiento independientemente de la calidad de la

preparación quimiomecánica realizada (Camejo Suárez, 2008; Dioguardi *et al.*, 2022). En este sentido, el sellado coronal provisorio con Cavit e ionómero vítreo de restauración implementado al finalizar el procedimiento no debe interpretarse como el cierre definitivo del tratamiento, sino como una medida de protección transitoria que debe ser reemplazada por una restauración permanente en el menor tiempo posible. El fracaso en garantizar el sellado coronal adecuado representa, históricamente, una de las causas más frecuentes de fracaso endodóntico y constituye un factor que puede anular los beneficios de una preparación quimiomecánica y obturación de alta calidad.

La integración de los factores pronósticos relevantes permite proyectar para este caso un pronóstico reservado favorable, condicionado al comportamiento del conducto distolingual con instrumento retenido y a la realización oportuna de la restauración definitiva. Las condiciones preoperatorias favorables, ausencia de patología periapical, diente asintomático, y la calidad de la obturación lograda en tres de los cuatro conductos tratados son coherentes con las tasas de éxito reportadas para el retratamiento no quirúrgico contemporáneo, que oscilan entre el 78% y el 87% cuando las lesiones preoperatorias son pequeñas o inexistentes y la longitud de relleno es adecuada (Sabeti *et al.*, 2024). Ante la eventualidad de que el seguimiento clínico y radiográfico evidencie patología periapical persistente o de nueva instalación en el conducto distolingual, la derivación hacia la cirugía endodóntica periapical se perfila como la alternativa resolutive a considerar, dado que la resección apical permite la remoción del fragmento retenido como parte del procedimiento quirúrgico (Fan *et al.*, 2025). El seguimiento periódico no representa, en este contexto, un recurso de segunda línea, sino el componente que integra y da continuidad a toda la estrategia terapéutica adoptada, y la herramienta que permitirá detectar oportunamente cualquier signo de compromiso periapical en el conducto no sorteado.

CONCLUSION

El presente caso permite afirmar que el retratamiento endodóntico no quirúrgico constituye una alternativa terapéutica válida y predecible frente a la presencia de múltiples instrumentos fracturados en distintos conductos y tercios radiculares, aun en ausencia de recursos tecnológicos de magnificación. La resolución exitosa de tres de los cuatro conductos comprometidos, mediante la combinación de bypass instrumental y obturación tridimensional, demuestra que la gestión del instrumento fracturado no debe orientarse necesariamente hacia su remoción directa, sino hacia una estrategia integral que priorice la desinfección eficaz del sistema de conductos accesible y la preservación de la integridad estructural radicular.

El estado periapical preoperatorio se consolida como el factor pronóstico de mayor peso en la toma de decisión clínica frente al instrumento fracturado. La ausencia de patología periapical en el elemento tratado permitió una conducta conservadora, evitando maniobras de remoción de alto riesgo en conductos curvos y de acceso restringido, y orientando el objetivo terapéutico hacia la calidad del sellado y la desinfección. Esta perspectiva, avalada por la evidencia científica contemporánea, reencuadra el accidente instrumental no como una causa inevitable de fracaso, sino como una variable clínica que puede ser gestionada de forma racional cuando las condiciones periapicales son favorables.

La anatomía del primer molar inferior emerge como un factor determinante en la comprensión tanto del accidente instrumental previo como de los resultados diferenciales obtenidos en cada conducto durante el retratamiento. La morfología aplanada de los conductos mesiales, con su característica sección oval, operó simultáneamente como factor predisponente a la fractura original y como condición facilitadora del bypass. El conducto distolingual, en cambio, con su sección circular y la oclusión total de su luz por el fragmento retenido, representó el límite anatómico real de la estrategia conservadora adoptada, evidenciando que la selección de la técnica terapéutica debe estar fundada en un análisis morfológico individualizado de cada conducto y no en criterios generales aplicables al elemento en su conjunto.

La disponibilidad de técnicas modernas, entre ellas el ultrasonido endodóntico, el bypass con limas de exploración de pequeño calibre y los protocolos de irrigación activada, ha ampliado considerablemente el abanico de opciones terapéuticas ante el instrumento

fracturado. Sin embargo, la integración de estas herramientas no elimina la posibilidad de fracaso ni la ocurrencia de complicaciones adicionales, tales como la fractura de un segundo instrumento durante el intento de remoción o la perforación radicular en la región periapical. En este sentido, la evaluación crítica de las opciones disponibles, ponderando las posibilidades de éxito frente a los riesgos de cada maniobra, constituye el eje central de la toma de decisión clínica responsable. La remoción del fragmento no es, en todos los casos, el objetivo alcanzable ni el más conveniente; en determinadas condiciones anatómicas y periapicales, la conservación del elemento dentario mediante una estrategia de menor agresividad representa el resultado más favorable al que es posible aspirar.

El protocolo de irrigación implementado, basado en la combinación de hipoclorito de sodio al 5,25% con irrigación ultrasónica pasiva y EDTA al 17%, adquirió un rol central en la estrategia de desinfección, compensando en parte las limitaciones impuestas por la presencia de los fragmentos y por la imposibilidad de alcanzar la longitud de trabajo real en el conducto distolingual. La incorporación de la activación ultrasónica como recurso sistemático en el retratamiento endodóntico complejo se proyecta como una práctica de alto impacto en la mejora de los resultados terapéuticos, independientemente de si se logra la remoción o el bypass del fragmento.

La necesidad de involucrar otras disciplinas cuando la terapéutica endodóntica encuentra sus límites constituye asimismo una enseñanza que se desprende de este caso. Ante la eventualidad de que el seguimiento clínico y radiográfico evidencie patología periapical persistente o de nueva instalación, la derivación hacia la cirugía endodóntica periapical se perfila como la alternativa resolutoria que completa el abordaje multidisciplinario necesario para preservar el elemento dentario a largo plazo. En este contexto, el seguimiento periódico no representa un recurso de segunda línea, sino el componente que integra y da continuidad a toda la estrategia terapéutica adoptada.

Por lo tanto, cuando un instrumento se fractura en el conducto radicular, el especialista debe evaluar cuidadosamente las opciones terapéuticas disponibles para intentar eliminarlo o sobrepasarlo mediante bypass, con el objetivo de obturar de manera eficiente y conservadora. En todo momento debe ponerse en la balanza la probabilidad de éxito frente a las posibles complicaciones que puedan comprometer la terapéutica. El seguimiento clínico y radiográfico periódico constituye, en este contexto, no un recurso de segunda línea sino el componente que integra y da continuidad a toda la estrategia terapéutica adoptada, y la clave para el éxito a largo plazo del tratamiento.

BIBLIOGRAFIA

- AL-Rammahi, H. M., Chai, W. L., Nabhan, M. S., & Ahmed, H. M. A. (2023). Root and canal anatomy of mandibular first molars using micro-computed tomography: a systematic review. *BMC Oral Health*, 23(1), 339. <https://doi.org/10.1186/S12903-023-03036-5>
- Barbosa, J. V. da F., Teixeira, E. K. M., Barbosa, L. R., Taranto, M. F. da R., & Pinto, J. C. (2025a). Remoção de instrumentos fraturados nos canais radiculares: Desafios, estratégias e perspectivas clínicas. *Research, Society and Development*, 14(10), e98141049749–e98141049749. <https://doi.org/10.33448/RSD-V14I10.49749>
- Dioguardi, M., Dello Russo, C., Scarano, F., Esperou, F., Ballini, A., Sovereto, D., Alovise, M., Martella, A., & Lo Muzio, L. (2024). Analysis of Endodontic Successes and Failures in the Removal of Fractured Endodontic Instruments during Retreatment: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Trial Sequential Analysis. *Healthcare* 2024, Vol. 12, Page 1390, 12(14), 1390. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12141390>
- Dioguardi, M., Stellacci, C., La Femina, L., Spirito, F., Sovereto, D., Laneve, E., Manfredonia, M. F., D'alessandro, A., Ballini, A., Cantore, S., Lo Muzio, L., & Troiano, G. (2022a). Comparison of Endodontic Failures between Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis. *Medicina*, 58(7), 894. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA58070894>
- Dioguardi, M., Stellacci, C., La Femina, L., Spirito, F., Sovereto, D., Laneve, E., Manfredonia, M. F., D'alessandro, A., Ballini, A., Cantore, S., Lo Muzio, L., & Troiano, G. (2022b). Comparison of Endodontic Failures between Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis. *Medicina*, 58(7), 894. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA58070894>
- Fan, Y., Gao, Y., Wang, X., Fan, B., Chen, Z., Yu, Q., Xue, M., Wang, X., Huang, Z., Yang, D., Lin, Z., Pan, Y., Zhao, J., Yu, J., Chen, Z., Xie, S., Yuan, H., Que, K., Pan, S., ... Zhou, X. (2025). Expert consensus on management of instrument separation in root canal therapy. *International Journal of Oral Science* 2025 17:1, 17(1), 46-. <https://doi.org/10.1038/s41368-025-00372-w>
- Gündüz, H., Özbek, E., & Baş, Z. (2025). Influence of passive ultrasonic irrigation cycles on the penetration depth of sodium hypochlorite into root dentin. *Scientific Reports* 2025 15:1, 15(1), 35213-. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19716-x>
- Harish Babu, P., & Hameed, J. (2025). Early Failures in Root Canal Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Medicine and Medical Sciences (AMMS)*, 04, 4. <http://ammspub.com>

- Hatipoğlu, F. P., Mağat, G., Hatipoğlu, Ö., Al-khatib, H., Elatrash, A. S., Abidin, I. Z., Kulczyk, T., Ahmed Mohamed Alkhawas, M. B., Buchanan, G. D., Kopbayeva, M., Surendar, S., Javed, M. Q., Madfa, A. A., Bürklein, S., Mimica, S., Bhatti, U. A., Maratovna, T. I., Palma, P. J., & Brochado Martins, J. F. (2023). Assessment of the Prevalence of Radix Entomolaris and Distolingual Canal in Mandibular First Molars in 15 Countries: A Multinational Cross-sectional Study with Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 49(10), 1308–1318. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.06.011>
- Iqbal, M. K., Kohli, M. R., & Kim, J. S. (2006). A Retrospective Clinical Study of Incidence of Root Canal Instrument Separation in an Endodontics Graduate Program: A PennEndo Database Study. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1048–1052. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2006.03.001>
- Jang, Y. E., Kim, Y., Kim, S. Y., & Kim, B. S. (2024). Predicting early endodontic treatment failure following primary root canal treatment. *BMC Oral Health* 2024 24:1, 24(1), 327-. <https://doi.org/10.1186/S12903-024-03974-8>
- Kalogeropoulos, K., Xiropotamou, A., Koletsi, D., & Tzanetakis, G. N. (2022). The Effect of Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Evaluation on Treatment Planning after Endodontic Instrument Fracture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4088. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19074088>
- Lakshmaiah, D., Kumar, J. R., Sakthi, N., Karunakaran, J., & Vishwanath, S. (2023). The Management of Fractured Dental Instruments: A Case Series. *Cureus*, 15(11), e49132. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.49132>
- Madarati, A. A., Hunter, M. J., & Dummer, P. M. H. (2013a). Management of intracanal separated instruments. *Journal of Endodontics*, 39(5), 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.12.033>
- Madarati, A. A., Hunter, M. J., & Dummer, P. M. H. (2013b). Management of intracanal separated instruments. *Journal of Endodontics*, 39(5), 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.12.033>
- Madarati, A. A., Hunter, M. J., & Dummer, P. M. H. (2013c). Management of intracanal separated instruments. *Journal of Endodontics*, 39(5), 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.12.033>
- Marx, J., Ward, C., Gunnell, B., Marx, Z., Parry, A., Dyal, S., Mohajeri, A., & Hung, M. (2025). Influence of Ultrasonic Activation of Endodontic Irrigants on Microbial Reduction and Postoperative Pain: A Scoping Review of In Vivo Studies. *Dentistry Journal*, 13(10), 459. <https://doi.org/10.3390/DJ13100459>
- McGuigan, M. B., Louca, C., & Duncan, H. F. (2013). Endodontic instrument fracture: causes and prevention. *British Dental Journal* 214:7, 214(7), 341–348. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.324>
- Mehta, D., Coleman, A., & Lessani, M. (2025). Success and failure of endodontic treatment: predictability, complications, challenges and maintenance. *British Dental Journal*, 238(7), 527. <https://doi.org/10.1038/S41415-025-8453-5>

- Neelakantan, P., Romero, M., Vera, J., Daoood, U., Khan, A. U., Yan, A., & Cheung, G. S. P. (2017). Biofilms in Endodontics-Current Status and Future Directions. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(8).
<https://doi.org/10.3390/IJMS18081748>
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., Giner-Lluesma, T., Micó-Martínez, P., Collado-Castellano, N., & Manzano-Saiz, A. (2019). Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 24(3), e364.
<https://doi.org/10.4317/MEDORAL.22907>
- Rahhali, M., & Sakout, M. (2025). Endodontic Management of a Mandibular First Molar With Radix Entomolaris: A Clinical Case Report. *Cureus*, 17(4), e82342.
<https://doi.org/10.7759/CUREUS.82342>
- Ruddle, C. J. (2004). Nonsurgical retreatment. *Journal of Endodontics*, 30(12), 827–845.
<https://doi.org/10.1097/01.don.0000145033.15701.2d>
- Sabeti, M., Chung, Y. J., Aghamohammadi, N., Khansari, A., Pakzad, R., & Azarpazhooh, A. (2024a). Outcome of Contemporary Nonsurgical Endodontic Retreatment: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. *Journal of Endodontics*, 50(4), 414–433. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.01.013>
- Sabeti, M., Chung, Y. J., Aghamohammadi, N., Khansari, A., Pakzad, R., & Azarpazhooh, A. (2024b). Outcome of Contemporary Nonsurgical Endodontic Retreatment: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. *Journal of Endodontics*, 50(4), 414–433. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.01.013>
- Siqueira, J. F. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal*, 34(1), 1–10. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2591.2001.00396.X>;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:13652591;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER
- Tang, W.-R., Smales, R. J., Chen, H.-F., Guo, X.-Y., Si, H.-Y., Gao, L.-M., Zhou, W.-B., & Wu, Y.-N. (2015). Prevention and management of fractured instruments in endodontic treatment. *Http://Www.Wjgnet.Com/*, 5(1), 82–98.
<https://doi.org/10.5412/WJSP.V5.I1.82>
- Wu, J., Lei, G., Yan, M., Yu, Y., Yu, J., & Zhang, G. (2011). Instrument Separation Analysis of Multi-used ProTaper Universal Rotary System during Root Canal Therapy. *Journal of Endodontics*, 37(6), 758–763.
<https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2011.02.021>
- Zinelis, S., Eliades, T., & Eliades, G. (2010). A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: Assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *International Endodontic Journal*, 43(2), 125–134. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2009.01651.X>;WGROU:STRING:PUBLICATION