



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TÉCNICAS PARA LA REMOCIÓN DE INSTRUMENTOS  
FRACTURADOS EN TRATAMIENTO DE CONDUCTOS  
(REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA), EN 3D.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A   D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ANGÉLICA ANAHÍ MARÍN REYES

TUTOR: Esp. GUSTAVO FRANCISCO ARGÜELLO REGALADO

ASESORA: Esp. VANESSA GISELA DELGADO CORNEJO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres, que a lo largo de mi vida me han ofrecido las mejores oportunidades, siempre pendientes de mi educación, por cuidarme y amarme como solo ustedes pueden. Les debo todo lo que tengo y todo lo que soy. Cada paso y cada logro cumplido, es suyo también, muchas gracias por su apoyo y esfuerzos para brindarme la oportunidad de cumplir mis sueños.*

*A mi Lolita, por completar mi hogar, llevo tus huellitas en mi corazón. 🐾🐾*

*A mi abuelo Porfirio, sé que estarías orgulloso de mí.*

*A mi familia, por ser testigos de cada uno de mis logros, gracias por su apoyo, especialmente a Mónica, porque durante mi infancia, te sentaste conmigo cada tarde y tuviste la paciencia para ayudarme a aprender, eres un pilar importante en mi educación.*

*A mis amigos y compañeros, sin ustedes este viaje no hubiera sido lo mismo.*

*Osmar, este logro lo comparto también contigo, ya que has estado a mi lado desde los primeros pasos. Crecimos juntos en esta etapa de nuestras vidas, disfrutamos y aprendimos muchas cosas, superando cada reto que pudo presentarse. Creo fielmente que no pude tener un mejor compañero, gracias por compartirme tus conocimientos, por tu paciencia, por apoyarme siempre y recordarme que tengo todos los recursos para triunfar en lo que me proponga, que solo necesito una cosa... creer en mí.*

*Gracias a mi tutor, el Esp. Gustavo Argüello, por guiarme en este trabajo tan importante y brindarme su tiempo y apoyo, quisiera haber tenido la oportunidad de aprender más de usted, es evidente que es un docente muy comprometido, con gran interés en ofrecer educación de calidad para sus alumnos.*

*A mi asesora la Esp. Vanessa Delgado, quien en algún punto fue mi profesora, gracias por compartir sus conocimientos.*

*Agradezco a todos mis profesores, quienes me han inspirado a mejorar, los que me han enseñado a ser autodidacta y los que han dado todo de sí mismos en un salón de clases. Los admiro.*

*Agradezco a la UNAM y a la Facultad de Odontología por ser mi segundo hogar y brindarme todos los recursos académicos para completar mi formación profesional, me llena de orgullo pertenecer a la máxima casa de estudios, haré lo posible por compartir mis conocimientos y seguir formándome para ejercer con honor mi profesión.*

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II. INSTRUMENTOS ENDODÓNCICOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	13
2.2 MÉTODOS DE FABRICACIÓN.....	14
2.2.1 TORSIÓN.....	14
2.2.2 DESGASTE.....	15
2.3 PROPIEDADES MECÁNICAS INHERENTES A LOS INSTRUMENTOS.....	15
2.4 MATERIALES.....	17
2.4.1 ACERO INOXIDABLE .....	17
2.4.2 ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO (Ni-Ti).....	18
2.4.2.1 PROPIEDADES.....	19
2.4.2.2 VENTAJAS .....	20
2.4.2.3 DESVENTAJAS.....	21
2.4.2.4 TRATAMIENTOS INNOVADORES DE LA ALEACIÓN NI-TI .....	21
2.4.2.4.1 ELECTROPULIDO .....	22
2.4.2.4.2 TRATAMIENTO TÉRMICO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	22
2.5 CLASIFICACIÓN DEL INSTRUMENTAL ENDODÓNCICO .....	23
2.5.1 INSTRUMENTOS DEL GRUPO 1.....	24
2.5.1.1 LIMAS K .....	24
2.5.1.1.1 K-FILE .....	27
2.5.1.1.2 FLEX-R.....	27

2.5.1.1.3 FLEXOFILE .....	27
2.5.1.1.4 K-FLEX .....	27
2.5.1.2 LIMAS H .....	28
2.5.1.3 TIRANERVIOS .....	29
2.5.1.4 LIMAS C+ .....	29
2.5.1.5 LIMAS PATHFINDER .....	29
2.5.1.6 PROFINDER.....	30
2.5.1.7 PROTAPER UNIVERSAL MANUAL.....	30
2.5.2 INSTRUMENTOS DEL GRUPO 2.....	32
2.5.3 INSTRUMENTOS DEL GRUPO 3.....	33
2.5.3.1 GATES GLIDDEN.....	33
2.5.3.2 FRESAS PEESO .....	33
2.5.3.3 FRESA ENDO Z .....	34

**CAPÍTULO III. SEPARACIÓN DE INSTRUMENTOS EN EL SISTEMA DE CONDUCTOS.....35**

3.1 PREVALENCIA DE FRACTURA EN INSTRUMENTOS DE ACERO INOXIDABLE Y NÍQUEL-TITANIO.....	35
3.2 FACTORES ASOCIADOS.....	36
3.2.1 EXPERIENCIA Y COMPETENCIA DEL OPERADOR .....	36
3.2.2 ANATOMÍA DEL ÓRGANO DENTARIO .....	37
3.2.2.1 CAVIDAD DE ACCESO.....	37
3.2.2.2 ANATOMÍA DE LA RAÍZ .....	41
3.2.3 TIPO DE INSTRUMENTO.....	45
3.2.4 REUTILIZACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	48
3.2.5 VELOCIDAD Y TORQUE UTILIZADO .....	51
3.2.6 IRRIGANTES .....	53
3.3 MECANISMOS DE FRACTURA .....	54
3.3.1 FRACTURA POR TORSIÓN.....	55
3.3.2 FRACTURA POR FATIGA CÍCLICA.....	55

**CAPÍTULO IV. ABORDAJE DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN CONDUCTOS RADICULARES .....57**

4.1 FACTORES A CONSIDERAR PARA LA TOMA DE DECISIONES. 57

4.1.1 COMUNICACIÓN CON EL PACIENTE..... 57

4.1.1.2 CONSIDERACIONES MÉDICO-LEGALES ..... 58

4.1.2 EXPERIENCIA CLÍNICA..... 58

4.1.2.1 USO DE MAGNIFICACIÓN ..... 59

4.1.3 ESTADO PERIODONTAL Y RESTAURATIVO..... 59

4.1.4 ETAPA DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS ..... 60

4.1.5 TIPO DE DIENTE Y ANATOMÍA DEL CONDUCTO ..... 60

4.1.6 LOCALIZACIÓN DEL INSTRUMENTO..... 61

4.1.7 LONGITUD DEL INSTRUMENTO..... 65

4.1.8 MATERIAL DEL INSTRUMENTO ..... 65

4.2 ELECCIÓN DEL TRATAMIENTO ..... 66

4.2.1 INSTRUMENTO SEPARADO IN SITU ..... 66

4.2.2 BYPASS..... 66

4.2.3 RECUPERACIÓN DEL INSTRUMENTO ..... 67

4.2.4 RECUPERACIÓN QUIRÚRGICA..... 67

4.2.5 EXTRACCIÓN..... 68

**CAPÍTULO V. TÉCNICAS Y SISTEMAS PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS .....69**

5.1 PINZAS ESPECIALIZADAS ..... 69

5.1.1 PINZAS STIEGLITZ ..... 69

5.1.2 PINZAS PARA ESPINAS PEET ..... 69

5.1.3 PINZAS MOSCO CURVADAS HARTMANN..... 69

5.2 TÉCNICAS ..... 71

5.2.1 GATES GLIDDEN ..... 71

5.2.2 USO DE CIANOACRILATO ..... 73

5.2.3 USO DE COMPOSITES..... 75

5.2.4 TÉCNICA DE GUTAPERCHA REBLANDECIDA.....	76
5.2.5 TÉCNICA DE LOOP.....	78
5.2.6 TÉCNICA CON LIMAS HEDSTRÖEM.....	80
5.2.7 TÉCNICA CON ULTRASONIDO.....	82
5.3 SISTEMAS O KITS.....	87
5.3.1 KIT MASSERANN.....	87
5.3.2 CANCELLIER EXTRACTOR KIT.....	93
5.3.3 ENDO EXTRACTOR.....	94
5.3.4 MOUNCE EXTRACTOR.....	95
5.3.5 INSTRUMENT REMOVAL SYSTEM.....	95
5.3.6 FILE REMOVAL SYSTEM.....	99
5.3.7 MEITRAC ENDO SAFETY SYSTEM.....	102
5.3.8 ENDO RESCUE KIT.....	103
5.3.9 ENDOCOWBOY.....	105
5.3.10 FILE RETRIEVAL KIT.....	107
5.3.11 ENDO REMOVAL SYSTEM.....	110
5.3.12 CANAL SYSTEM FINDER.....	114
5.3.13 GENTLE WAVE SYSTEM (MULTISONIC ULTRACLEANING SYSTEM).....	115
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>118</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>120</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>122</b>





---

---

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de conductos es un procedimiento en el que, mediante la preparación biomecánica se pretende lograr diversos objetivos con el fin de mantener el diente en boca en salud y funcionalidad.

Los objetivos de la limpieza y conformación se encuentran estrechamente relacionados unos con otros y deben cumplirse en medida de lo posible para lograr una desinfección óptima y una obturación tridimensional.

Estos objetivos comenzarán con la eliminación de tejido pulpar y dentina infectada mientras se propicia el paso de los irrigantes a todas las zonas del conducto, de esta manera se creará un espacio de conicidad continua que respeta la anatomía interna y conserva la integridad de las estructuras radiculares evitando debilitarlas.

Durante los procedimientos de conformación, limpieza y obturación, existe el riesgo de que ocurran diversas complicaciones, una de ellas es la separación de los instrumentos, la cual aumenta el grado de complejidad del tratamiento. Conocer y entender detalladamente las causas de la separación de instrumentos, será de utilidad para prevenir esta complicación, ya que el éxito del tratamiento de conductos puede verse afectado.

La remoción de instrumentos separados en los conductos radiculares es un proceso difícil que requiere de tiempo, habilidad manual, conocimientos y dispositivos que facilitarán este proceso.



---

---

El éxito de la recuperación de un instrumento depende de múltiples factores desde la experiencia del odontólogo, las características del instrumento separado, la anatomía del diente, hasta la cooperación por parte del paciente. Para decidir cuál es el tratamiento a seguir se debe realizar un análisis exhaustivo de todos estos factores.

Actualmente existe una gran variedad de técnicas y dispositivos creados específicamente para la recuperación de instrumentos, es de vital importancia que el profesional adquiera conocimiento sobre las opciones disponibles y su correcto manejo clínico.



---

---

## OBJETIVO

Describir y ejemplificar diversas técnicas para la remoción de instrumentos fracturados en tratamiento de conductos, conocer las causas más comunes que provocan la separación de instrumentos, así como las diferentes opciones de tratamiento y su prevención.

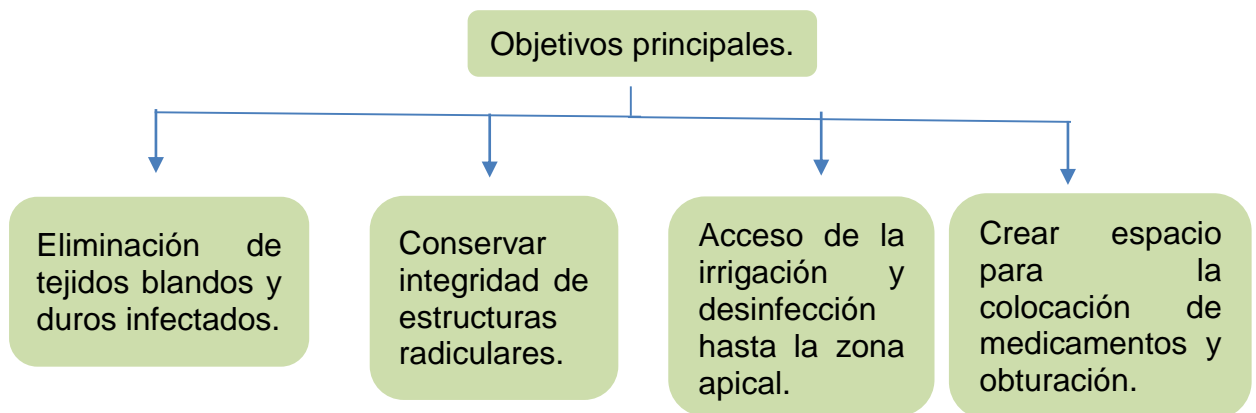


## CAPÍTULO I. OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES

Históricamente, las consecuencias de las reacciones inflamatorias de pulpa y los tejidos periapicales han atormentado a la humanidad por miles de años, por lo tanto, el principal objetivo del tratamiento endodóncico ha sido curar el dolor dental causado por dichas lesiones inflamatorias.<sup>1</sup> Con el paso de los años, la endodoncia ha adquirido un desarrollo científico cada vez más acelerado y una aplicación clínica significativa;<sup>2</sup> gracias a estos avances otro de los objetivos principales del tratamiento de conductos, es mantener el diente el mayor tiempo posible en estado de salud y funcionalidad.

### LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN

Es durante la preparación biomecánica que, con el uso de instrumentos endodónticos en combinación con productos químicos, será posible limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular,<sup>4</sup> facilitando la posterior obturación de los conductos con materiales biológicamente inocuos y la obtención de un sellado corono-apical lo más hermético posible.<sup>2</sup>



**Fig. 1.** Objetivos principales de la limpieza y conformación de conductos.

Fuente: Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Cohen, Vías de la Pulpa. 11ª ed. Elsevier; 2014. Pp.210



---

---

Otros objetivos que se persiguen en el tratamiento de conductos son:

- **OBJETIVOS MECÁNICOS**

- Conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir las fracturas radiculares.
- Incluir de forma completa y centrada los conductos originales en la preparación (todas o la mayoría de las superficies radiculares deben prepararse mecánicamente).
- Evitar errores en la preparación y accidentes operatorios. Quizá no afecten por si mismos el éxito del tratamiento, pero pueden ocasionar que partes del sistema de conductos sean inaccesibles a la desinfección.

- **OBJETIVO BIOLÓGICO.**

- Desinfección óptima. La forma de la preparación y la eficacia antimicrobiana se relacionan íntimamente con la eliminación de la pulpa y dentina infectadas, además de la creación de espacio para el uso de irrigantes.<sup>3</sup>

- **OBJETIVO TÉCNICO.**

- Obtención de una conicidad continua, respetando la anatomía interna, que se adapte a la forma y la curvatura originales del conducto radicular, de manera que adquiera una forma progresivamente cónica manteniendo la posición y el diámetro de la constricción y del orificio apical.<sup>2</sup>



---

---

## CAPÍTULO II. INSTRUMENTOS ENDODÓNCICOS

### 2.1 ANTECEDENTES

La necesidad de explorar, ensanchar y dar forma cónica a los conductos radiculares, llevó a Maynard en 1838, a fabricar el primer instrumento endodóncico partiendo de una cuerda de reloj.

En 1958, Ingle y Levine propusieron las normas para la estandarización de los instrumentos, y en 1962 fue aceptada por la Asociación Americana de Endodoncia<sup>5</sup>; en estas normas se menciona que:

- 1) Los instrumentos serán numerados desde el 10 hasta 140, numerándolos de 5 en 5 hasta el 60 y de 10 en 10 hasta el 140.
- 2) Cada número representará en centésimos de milímetros el diámetro de la punta del instrumento.
- 3) La parte activa de la lima será designada como D1 y se extiende hasta una longitud de 16mm llamada D2.
- 4) La conicidad deberá ser de 0.02 por mm de longitud, en consecuencia, la diferencia entre el diámetro mayor y el menor será de 0.32mm.<sup>4</sup>

La especificación de la Asociación Dental Americana No.28 indica que:

- Los tamaños de instrumentos 6 y 8, fueron agregados a la estandarización original.
- D1 y D2 cambia a D0 y D16.<sup>7</sup>

En el año 1976 la Asociación Dental Americana (ADA), definió que los instrumentos endodóncicos podrían ser fabricados en aleaciones de acero inoxidable y acero-carbono, aunque tiempo después se observó que estos últimos, tenían mayores posibilidades de oxidarse y sufrir fracturas debido a su gran susceptibilidad a la corrosión por el autoclave y sustancias irrigadoras.



---

Los instrumentos han pasado por cambios y mejoras para ofrecer eficiencia, seguridad y previsibilidad, estos avances se enfocan a la composición de las aleaciones metálicas, el diseño y las técnicas de preparación biomecánica.<sup>5</sup> Un instrumento endodóntico requiere de ciertas características: tener buena capacidad de corte, ser flexibles, no producir desgastes que deformen los conductos, no empacarse en los conductos, debe retirarse con facilidad el producto de su desgaste, su material debe ser resistente, ser durables y no fracturarse sin deformación previa.<sup>6</sup>

En la actualidad existen principalmente dos tipos de aleaciones utilizados para la fabricación de dichos instrumentos: acero inoxidable (Al) y Níquel-Titanio (Ni-Ti).<sup>3</sup>

## **2.2 MÉTODOS DE FABRICACIÓN**

Los instrumentos endodónticos son fabricados a partir de un alambre en bruto de forma circular, existen dos mecanismos diferentes para su confección: por torsión y por desgaste (torneado), estos métodos pueden combinarse o ser independientes.

### **2.2.1 TORSIÓN**

El alambre circular sufre un proceso de fresado que dependerá de la forma de sección transversal requerida por el instrumento, que puede ser cuadrangular, rectangular, romboidal, etc. Después, ese alambre es tomado de una de las extremidades y torsionado hacia la izquierda, produciendo bordes cortantes de forma helicoidal.

Dependiendo del número de vueltas, se obtendrán espiras continuas más próximas o más alejadas. La punta del instrumento se tornea dejando un extremo piramidal con la angulación y morfología deseadas para las características del instrumento.



---

---

### 2.2.2 DESGASTE

Mediante el uso de un torno micrométrico computarizado, el alambre cilíndrico de sección transversal circular, será sometido al corte con fresas con un sentido helicoidal de derecha a izquierda, en el formato idealizado para cada instrumento según el fabricante. El corte del metal puede ocasionar microfracturas en su superficie.

Este mecanismo es el elegido para la fabricación de aleaciones superelásticas (Ni-Ti).<sup>5,6</sup>

### 2.3 PROPIEDADES MECÁNICAS INHERENTES A LOS INSTRUMENTOS

El instrumento endodóncico tiene como función principal cortar o desgastar la dentina, por lo cual, requiere de diversas características mecánicas para ser eficiente y minimizar la incidencia de accidentes durante el tratamiento endodóncico; estas pueden variar dependiendo del material en el que fueron fabricados.

Dentro de estas propiedades encontramos a la **resistencia mecánica**, en la cual el material tendrá la capacidad de resistir cargas externas sin presentar fracturas.

Todos los instrumentos están relacionados con la **fuerza**, que, cuando se aplica a un cuerpo tiende a cambiar su estado de reposo o movimiento; esta magnitud vectorial se relaciona con la **flexibilidad** ya que, a mayor flexibilidad, menor será la fuerza requerida para producir una flexión.

En la **rigidez** el material resiste cargas sin deformarse (a mayor elasticidad, mayor rigidez), se mide por el módulo de **elasticidad**, la cual es la capacidad para sufrir deformaciones elásticas.





Al aplicar una carga, existen dos tipos de deformaciones que son puntos clave previos a la fractura de un instrumento, la **deformación elástica o reversible**, que desaparece al eliminar la carga; y la **deformación plástica o permanente**, que persiste al retirarla. En un instrumento de acero inoxidable, el intervalo entre deformación plástica- fractura, es amplio, antes de su fractura, su deformación plástica será clínicamente visible, indicando que el instrumento debe ser desechado. En cambio, un instrumento de Ni-Ti, gracias a su superelásticidad, será capaz de sufrir grandes deformaciones elásticas que provocarán microfisuras no observables; además su intervalo de deformación plástica es corto, en consecuencia, podrán fracturarse sin previo aviso.

La **plasticidad** permite evaluar la capacidad de trabajo mecánico que el material soportará conservando su integridad física, es la capacidad de sufrir deformaciones permanentes sin alcanzar la fractura; si un instrumento tiene poca deformación plástica previa a su ruptura, se considera frágil. La **fragilidad** es lo opuesto a la plasticidad, es la resistencia de un material a las deformaciones permanentes, sin ruptura, cuanto menos frágil, más resistente será.

Cuando un instrumento se deforma y puede volver a su forma original, se dice que tiene **resiliencia**, en cambio, cuando resiste cargas y sufre grandes deformaciones sin llegar a su ruptura, se le llama **tenacidad**.

Los instrumentos endodóncicos deben ser más duros que la dentina para lograr desgastarla; la **dureza** es la resistencia que presenta un cuerpo a ser penetrado o rayado por otro, también deben ser **resistentes a la abrasión**, para evitar el desgaste de la lima durante el corte del instrumento.<sup>5</sup>



---

## 2.4 MATERIALES

Debido a sus propiedades fisicoquímicas, las aleaciones metálicas son los materiales preferidos para la fabricación de instrumentos endodóncicos, además, son económicamente convenientes.

Cada aleación ofrece diferentes características y propiedades a los instrumentos. En el siglo XIX el acero carbono era la aleación predilecta, debido a sus propiedades, fue reemplazado por el acero inoxidable, más tarde por el titanio aluminio y las aleaciones NiTi.<sup>6,7</sup>

### 2.4.1 ACERO INOXIDABLE

A principios del siglo XX, se inventó el acero inoxidable (Stainless Steel o SS). A partir del acero común, se descubrió que al agregarle un mínimo del 12% de cromo, adquiriría un aspecto brillante y modificaba sus propiedades químicas; el cromo al ser agregado forma una película impermeable, continua y estable en la superficie del acero, que lo protege de agresiones como la oxidación, esta propiedad se denomina resistencia a la corrosión.

Otros elementos químicos son agregados a la aleación; el níquel aumenta la resistencia de la aleación al calor, a la corrosión y eleva su tenacidad. El silicio neutraliza los efectos indeseables del fósforo y el azufre; el molibdeno es un agente endurecedor. Los últimos dos mencionados, junto con el manganeso, cobalto y vanadio aumentan su resistencia mecánica<sup>5,6</sup> (Fig 2).



ACERO INOXIDABLE	73% Hierro (Fe)	Buena capacidad de corte
	9% Níquel (Ni)	Inalterabilidad a la esterilización
	18% Cromo (Cr)	Inalterabilidad a fluidos orales

**Fig. 2.** Componentes principales y propiedades del acero inoxidable.

Fuente: Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016.

Los instrumentos endodóncicos fabricados con acero inoxidable presentan diversas ventajas; son resistentes a la corrosión, tienen buena durabilidad, su composición no se altera con la esterilización, la deformación plástica previa a la fractura es aceptable y son de bajo costo en comparación con otros materiales.

Los instrumentos de bajo calibre tienen buena flexibilidad, característica que los hace útiles para la exploración de conductos y de corte dentinario.

Una desventaja de estos instrumentos se presenta en limas de calibres superiores a 0.25, ya que su rigidez aumenta progresivamente, en consecuencia, no se adaptan bien a la curvatura de los conductos.<sup>5,6,8</sup>

#### 2.4.2 ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO (Ni-Ti)

En la década de 1960, la aleación *Nitinol* fue descubierta por Buehler y Wang en el US Naval Ordnance Laboratory. En el año 1988, Walia, Brantley y Gerstein realizaron la primera investigación del Ni-Ti aplicado a la endodoncia, describieron el potencial de la aleación previamente empleada para alambres



de ortodoncia y concluyeron que las limas no.15 de Ni-Ti presentaban de dos a tres veces más flexibilidad elástica durante la flexión y la torsión en comparación con limas no.15 de acero inoxidable.

En 1993, los primeros instrumentos rotatorios de Ni-Ti fueron desarrollados por J. McSpadden y Ben Johnson.

El Ni-Ti es un compuesto binario intermetálico, considerado un material exótico ya que no se ajusta a los principios de la metalurgia. En endodoncia, la aleación es equiatómica, está conformada por un 49 a 51% de níquel y un 49 a 51% de titanio (Fig 3).

<b>Ni-Ti</b>	55% Níquel	<u>Propiedades:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Memoria de forma</li><li>• Extrema flexibilidad y resistencia</li><li>• Inalterabilidad a la esterilización</li><li>• Inalterabilidad a fluidos orales</li></ul>
	45% Titanio	

**Fig. 3.** Componentes principales y propiedades del Ni-Ti.<sup>3,6</sup>

Fuente: Loprete G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016

### 2.4.2.1 PROPIEDADES

Estas aleaciones presentan dos propiedades fundamentales: memoria de forma y superelasticidad, que le permite flexionarse en rotación, adaptándose a la anatomía del conducto permitiendo una instrumentación centrada incluso en curvaturas acentuadas.

La superelasticidad de la aleación indica la predisposición del material a sufrir deformaciones elásticas amplias bajo una carga constante como consecuencia de un cambio de la estructura cristalina (cambio de fase). En la



aleación Ni-Ti se encuentran tres fases que les confieren sus propiedades principales: la fase *austenítica*, donde la estructura molecular se presenta cúbica de cuerpo centrado, estable y más resistente; la fase *martensítica* con retículo hexagonal compacto, más dúctil y flexible pero también más inestable; y una fase *intermedia*, llamada fase R o romboidal con una configuración cristalográfica trigonal. A esta fase se le atribuye la posibilidad de mejorar las propiedades de la aleación.

El Níquel-Titanio en su estado de reposo se encuentra en la fase austenítica, pero al ser sometido a cargas mecánicas constantes, los cristales de austenita se convertirán en una estructura cristalográfica martensítica (Stress Induced Martensite), al eliminar la carga la aleación recupera su forma estable (austenítica). Estos cambios se producen de forma gradual, por lo que ambas fases coexisten en la estructura (fase R).

Otra manera provocar transformaciones de fase, es por variaciones de temperatura (Thermally Induced Martensite), confiere la capacidad para regresar a la forma inicial si son sometidos a un tratamiento térmico.<sup>5,6,9</sup> Serene y colaboradores, mencionan que el calor durante los ciclos de esterilización puede restaurar la estructura molecular de las limas Ni-Ti, aumentando su resistencia a la fractura.<sup>3</sup>

#### **2.4.2.2 VENTAJAS**

El estudio de las propiedades del Ni-Ti y su aplicación en los instrumentos endodóncicos ha sido una gran innovación especialmente en la instrumentación con limas rotatorias debido a las características de la aleación, superiores en comparación con el acero inoxidable.

Debido al proceso de fabricación, fue posible realizar secciones y espiras con morfologías complejas, introduciendo el concepto de “conicidad aumentada”,



---

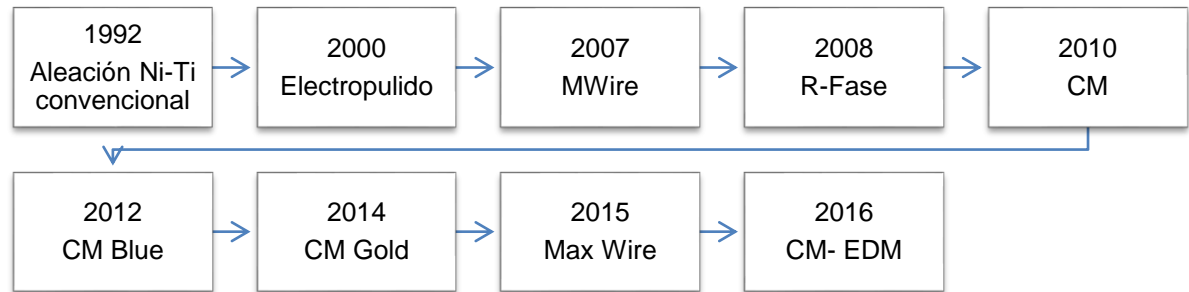
manteniendo la flexibilidad y resistencia adecuadas para la instrumentación rotatoria de los conductos radiculares, asegurando una eficacia de corte superior, en consecuencia, las interferencias coronales se eliminan con facilidad y de manera precoz, los conductos radiculares obtienen conicidad uniforme y predecible facilitando el paso de los irrigantes en el tercio apical, simplificando las técnicas de obturación. Además, se reducen los tiempos de instrumentación y el número de instrumentos a utilizar, disminuyendo la incidencia de iatrogenias.

#### **2.4.2.3 DESVENTAJAS**

La mayor limitación del uso del Ni-Ti en instrumentos endodóncicos rotatorios es la tendencia a la fractura durante la rotación continua en las curvaturas del conducto radicular, se presenta con mayor frecuencia en comparación con instrumentos manuales de acero debido al corto intervalo entre su deformación plástica y su punto de fractura. Se ha reportado que algunos sistemas rotatorios, después de bloquearse en el conducto, pueden llegar a torcerse hasta tres veces en menos de un segundo, impidiendo el retiro del instrumento previo a su fractura.<sup>3,5,9</sup>

#### **2.4.2.4 TRATAMIENTOS INNOVADORES DE LA ALEACIÓN NI-TI**

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece el Ni-Ti para la instrumentación de conductos, estos instrumentos pueden tener imperfecciones como marcas de fresado provocadas en su manufacturación, las fracturas de instrumentos podrían tener su origen en estas irregularidades. Con el paso de los años y la experiencia clínica, se ha buscado mejorar las características superficiales del instrumento, así como las propiedades de la aleación respecto a la resistencia a la flexión y la torsión mediante mejoras en el proceso de fabricación, ya sean tratamientos térmicos/ mecánicos o en su composición química (Fig 4).



**Fig. 4.** Evolución de los tratamientos para la aleación Ni-Ti.

Fuente: Gavini G. Santos M. Caldeira CL. Lima Machado ME. Freire LG. Iglecias EF et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. Braz. oral res. 2018; 32(1). Pp 49

#### **2.4.2.4.1 ELECTROPULIDO**

Introducido por FKG en 1999, el electropulido (tratamiento electroquímico superficial), es un proceso en el que después de la fabricación del instrumento, se sumerge en una solución iónica a través de la cual pasa una corriente eléctrica que remueve las irregularidades generadas en su fabricación.

Se cree que este proceso aumenta la resistencia a la corrosión y a la fatiga por flexión, además facilita su limpieza.

#### **2.4.2.4.2 TRATAMIENTO TÉRMICO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA**

El tratamiento térmico para la aleación Ni-Ti consiste en calentar la aleación hasta cierta temperatura, después enfriarlo en condiciones y tiempos controlados con la finalidad de obtener propiedades específicas en la aleación, como la superelasticidad y la memoria de forma, que también dependerán de la composición de la aleación, ya que la temperatura necesaria para transformar el material será definida por la concentración de níquel.

El tratamiento térmico puede ocasionar cuatro reacciones: 1) precipitación (cambios en la estructura química); 2) reorganización de defectos (recuperación); 3) reducción de defectos (recristalización); 4) transformaciones de fase.<sup>11.12</sup>



---

---

## 2.5 CLASIFICACIÓN DEL INSTRUMENTAL ENDODÓNCICO

En la actualidad, la necesidad de clasificar los instrumentos endodóncicos es de gran importancia para su estudio y comercialización, además, simplifica la elección de los instrumentos ideales para cada caso de tratamiento de conductos, dependiendo del material de la aleación, la cinemática aplicada, su diseño e indicaciones.<sup>6</sup>

La Federación Dental Internacional (FDI) clasifica en cuatro grupos a los instrumentos endodóncicos de acuerdo a las normas establecidas por la International Standards Organization (ISO) (Fig 5).

<b>GRUPO 1.</b> Instrumentos para preparar los conductos de modo manual.
<b>GRUPO 2.</b> Instrumentos de diseño similar a los anteriores en su parte activa, pero con un mandril para ser accionados de modo mecanizado, incluyendo léntulos.
<b>GRUPO 3.</b> Trépanos para ser usados de forma mecánica (Gates Glidden, Peeso, etc).
<b>GRUPO 4.</b> Instrumentos y materiales para obturación, puntas secantes y de obturación.

**Fig. 5.** Clasificación de instrumental de acuerdo con las normas ISO/FDI.

Fuente: Lima Machado ME. Endodoncia, de la biología a la técnica. 1era ed. Sao Paulo. AMOLCA; 2009





---

---

## 2.5.1 INSTRUMENTOS DEL GRUPO 1

Dentro de este grupo encontramos todos aquellos instrumentos manuales utilizados para la conformación de los conductos; limas K, limas H, limas C+, tiranervios, Limas pathfinder, profinder y ProTaper Manual.

Son instrumentos versátiles, permiten realizar diferentes funciones durante el tratamiento de conductos: exploración, conformación, conductometría, cateterismo, colocación de medicamentos intraconducto y desobturación.<sup>2,4,5,6</sup>

### 2.5.1.1 LIMAS K

En el año 1915, la casa comercial Kerr Manufacturing Co. fabricó el primer diseño de lima K, torsionado a partir de un vástago de acero inoxidable de sección cuadrangular, estos instrumentos tienen un ángulo de corte de 90° y un ángulo helicoidal de 45°, buena capacidad de corte y flexibilidad.

A partir de las limas K convencionales diferentes casas comerciales realizaron modificaciones basándose en la forma de la sección transversal, lo que permite disminuir su masa un aproximado del 37% resultando en mayor flexibilidad.<sup>3,6</sup> Tanto las limas K originales como sus modificaciones, están estandarizadas bajo la especificación n°28 de la ADA (Fig 6).



COLOR	TAMAÑO	D0	D16	TOLERANCIA (D)
Especiales				± 0.02mm
	06	0.06	0.38	
	08	0.08	0.40	
	10	0.10	0.42	
1era Serie				
	15	0.15	0.47	
	20	0.20	0.52	
	25	0.25	0.57	
	30	0.30	0.62	
	35	0.35	0.67	
	40	0.40	0.72	
2da Serie				
	45	0.45	0.77	
	50	0.50	0.82	
	55	0.55	0.87	
	60	0.60	0.92	
	70	0.70	1.02	
	80	0.80	1.12	
3era Serie				
	90	0.90	1.22	
	100	1.00	1.32	
	110	1.10	1.42	
	120	1.20	1.52	
	130	1.30	1.62	
	140	1.40	1.72	


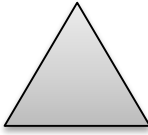

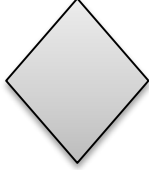
**Fig. 6.** Código de color y estandarización del incremento de calibre según la especificación #28 de la ADA.

Fuente: Soares Ilson J. Goldberg F. Endodoncia: técnica y fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Medica Panamericana; 2014.

Lima Machado ME. Endodoncia, de la biología a la técnica. 1era ed. Sao Paulo. AMOLCA; 2009.

Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016

En la actualidad se encuentran tres variedades de limas K: de sección cuadrangular (K-File), de sección triangular (Flexofile, Flex R) y de sección romboidal (K-Flex) (Fig 7) (Imagen 1).

LIMAS K				
LIMAS	SECCIÓN TRANSVERSAL	CASA COMERCIAL	CALIBRES	LONGITUDES MÁS COMUNES
K-File		Kerr/ SybronEndo Dentsply Maillefer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especiales</li> <li>• 1era serie</li> <li>• 2da serie</li> <li>• 3era serie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 21mm</li> <li>• 25mm</li> <li>• 31mm</li> </ul>
Flexofile		Dentsply Maillefer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1era serie</li> </ul>	
Flex-R		Miltex/ Moyco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1era serie</li> <li>• 2da serie</li> <li>• 3era serie</li> </ul>	
K-Flex		Kerr/ SybronEndo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1era serie</li> <li>• 2da serie</li> </ul>	

**Fig. 7.** Tipos de limas K.

Fuente: Soares Ilson J. Goldberg F. Endodoncia: técnica y fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Medica Panamericana; 2014.



---

---

#### **2.5.1.1.1 K-FILE**

Son fabricadas a partir de vástagos de acero inoxidable de sección cuadrangular (VDW hasta ISO 30, Dentsply hasta ISO 45), en los calibres mayores se prefieren las secciones triangulares para mayor flexibilidad, sus ángulos de corte son de 90° y 45° respectivamente. El ángulo helicoidal va desde los 45° (cuadrangular) a los 25° (triangular), que posibilita su uso en movimientos de rotación y movimientos de limado.

La punta de la lima K-File es activa, con un ángulo de transición prominente, característica que resulta desfavorable en instrumentos de mayor calibre utilizados en conductos curvos.

#### **2.5.1.1.2 FLEX-R**

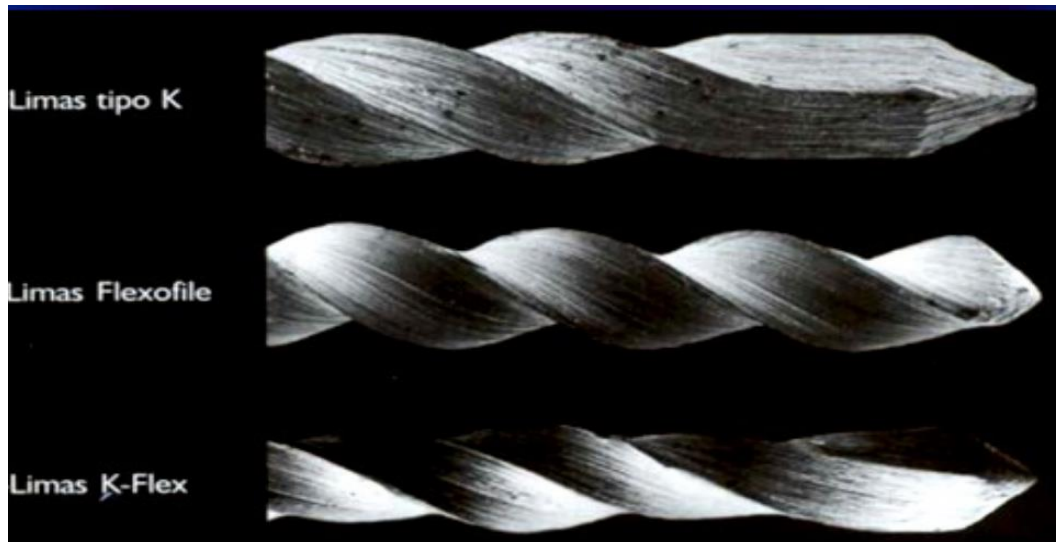
Instrumentos fabricados a partir de un vástago con sección triangular. Su característica principal es su punta cónica, inactiva o no cortante (punta Batt), introducida por James Roane, permite avanzar a través del conducto suavemente sin que la lima se enganche a las paredes evitando la formación de escalones. Se utilizan con la técnica de fuerzas balanceadas.

#### **2.5.1.1.3 FLEXOFILE**

Instrumentos de sección transversal triangular, con punta inactiva y ángulo de transición redondeado.

#### **2.5.1.1.4 K-FLEX**

Introducidas en el año 1982, son limas fabricadas por torsión a partir de un vástago romboidal. Posee cuatro ángulos de corte, dos de 80° que actúan sobre la dentina y dos de 100° que favorecen la remoción de dentina escindida.

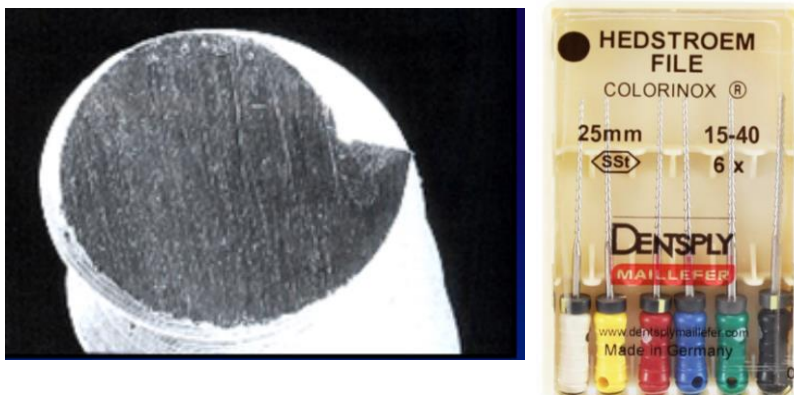


**Imagen 1.** Tipos de limas K.

Fuente: Soares Ilson J. Goldberg F. Endodoncia: técnica y fundamentos. 1ª ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Medica Panamericana; 2002. Pp. 68.

### 2.5.1.2 LIMAS H

También llamadas limas Hedström, son fabricadas por desgaste a partir de un alambre de acero inoxidable o níquel titanio, debido a su método de fabricación, son menos resistentes. Poseen una sección circular con un ángulo agudo con aspecto de “coma”, con estrías semejantes a conos superpuestos. Su ángulo helicoidal es de 60° a 65° que proporciona una buena capacidad de corte en movimientos de tracción (Imagen 2).



**Imagen 2.** Sección transversal de una lima H y su presentación comercial.



---

No deben realizarse movimientos de rotación ya que el instrumento puede atornillarse en las paredes del conducto ocasionando una fractura por torsión, por lo tanto, no se recomiendan para instrumentación. Son muy útiles para ensanchar el tercio cervical y para eliminar materiales del interior de los conductos radiculares.

### **2.5.1.3 TIRANERVIOS**

Son instrumentos de acero inoxidable con sección transversal circular y “puas” cuya finalidad es enganchar el tejido pulpar para su remoción. Únicamente debe utilizarse en conductos amplios y rectos para evitar que el instrumento quede atrapado en la dentina.

## **INSTRUMENTOS PARA CATETERISMO**

### **2.5.1.4 LIMAS C+**

Instrumento fabricado en acero inoxidable con sección cuadrangular y punta activa de forma piramidal. Su índice de conicidad es del 4% en sus diámetros más cercanos a la punta, después su conicidad es del 1%. Gracias a estas características, su principal indicación es el ensanchamiento de conductos calcificados. Se comercializa por la casa Denstply Maillefer en los diámetros 06, 08, 10 y 15 (Imagen 3).

### **2.5.1.5 LIMAS PATHFINDER**

Comercializadas por SybronEndo, son instrumentos de sección cuadrada y conicidad del 1%. Se encuentran en dos presentaciones de 21 y 25mm: Pathfinder<sup>MR</sup> SS (acero inoxidable), con punta de diámetro 07mm; y Pathfinder<sup>MR</sup> CS (acero carbono), con mayor rigidez, fabricado en dos calibres: K1 (08mm) y k2 (10mm). Están indicadas para la exploración de conductos calcificados (Imagen 4).

### 2.5.1.6 PROFINDER

Están indicados para la apertura del conducto radicular. Comercializado por Dentsply Maillefer en diámetros 10, 13 y 17 con longitudes de 18, 21 y 25mm. Poseen una sección cuadrangular de punta redondeada sin ángulo de transición, con conicidad de 2% en los primeros 4mm y 1.5% en los milímetros restantes<sup>2,3,4,6,10</sup> (Imagen 5).



Imagen 3. Limas C+

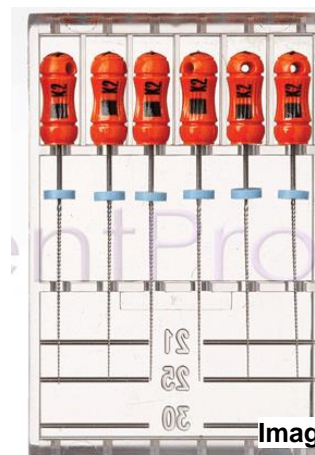


Imagen 4. Limas Pathfinder.

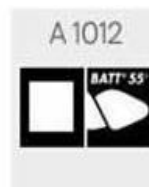


Imagen 5. Lima profinder

### 2.5.1.7 PROTAPER UNIVERSAL MANUAL

Fabricados por la casa comercial Dentsply Maillefer, son ocho instrumentos de níquel-titanio de sección triangular de corte convexo, con punta guía no cortante. Presenta conicidades variables y progresivas (Fig 8), tres de sus limas presentan conicidades que aumentan en sentido coronal y las cinco limas de acabado se observa el patrón inverso. Las limas Shapping y Finishing se encuentran en longitudes de 21, 25 y 31mm y la Sx en 19mm.<sup>3,4,9</sup>

PROTAPER UNIVERSAL MANUAL				
Color	Instrumento	Diámetro en punta	Conicidad	Tercio trabajado
CONFORMACIÓN				
	Sx	0.19mm	0.35 - D1 19 - D9	Cervical
	S1	0.17mm	0.02 – D1 11 – D15	Medio
	S2	0.20mm	0.04 D1 0.08 D12	
TERMINADO				
	F1	0.20mm	0.07 D1 0.04 D4-D16	Apical
	F2	0.25mm	0.08 D1-D3 0.04 D4 0.03	
	F3	0.30mm	0.09 D1-D3 0.04 D4	
	F4	0.40mm	0.06 D1-D3 0.03 D4	
	F5	0.50mm	0.05 D1-D3 0.035 D4	

**Fig. 8.** Limas Protaper Universal Manual<sup>MR</sup>.

Fuente: Directa.





## 2.5.2 INSTRUMENTOS DEL GRUPO 2

En este grupo se encuentran todos aquellos instrumentos utilizados para la conformación de conductos de forma mecanizada, en su mayoría están fabricados en níquel-titanio.

Para estos instrumentos, el diseño define sus indicaciones y su manejo clínico, con el paso de los años se han realizado modificaciones e innovaciones que les confieren mejores propiedades. Actualmente encontramos cinco generaciones de instrumentos (Fig 9).

GENERACIÓN	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	EJEMPLOS
<b>1era</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planos radiales (mantienen centrada la lima en las curvaturas)</li><li>- Ángulos de corte neutros (baja agresividad, riesgo de compactar smear layer)</li><li>- Punta tipo no cortante</li><li>- Requieren numerosos instrumentos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Profile</li><li>- LightSpeed</li></ul>
<b>2da</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hojas y ángulos de corte negativos y positivos</li><li>- Algunos son electropulidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Endosequence</li><li>- bioRace</li><li>- Hero</li></ul>
<b>3era</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tratamiento termomecánico</li><li>- Diseños innovadores</li><li>- Fatiga cíclica reducida</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Protaper</li><li>- K3</li><li>- Twisted File</li></ul>
<b>4ta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reciprocantes</li><li>- Técnica Single-file</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Wave One</li><li>- Reciproc</li></ul>
<b>5ta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aumento de la flexibilidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Protaper Next</li></ul>

**Fig. 9.** Generaciones de limas rotatorias, principales características y ejemplos.

Fuente: Priyanka J. Current therapy in endodontics. 1era ed. Wiley Blackwell; 2017. Pp. 34



---

---

## 2.5.3 INSTRUMENTOS DEL GRUPO 3




### 2.5.3.1 GATES GLIDDEN

Son instrumentos para baja velocidad (700-1500rpm) fabricados en acero inoxidable, se numeran del 1 al 6. Cada instrumento se constituye de una parte larga y fina con una cabeza de corte ovalada con punta inactiva, siendo instrumentos de corte lateral. Están indicadas para la preparación de la entrada de los conductos y para desobstrucción. Se deben utilizar realizando movimientos hacia afuera y únicamente en porciones rectas del conducto sin presión excesiva, en caso contrario pueden producirse perforaciones o fracturas por fatiga cíclica en áreas curvas del conducto (Fig 10).

### 2.5.3.2 FRESAS PEESO

Fresa para baja velocidad (800-1200rpm), fabricadas en acero inoxidable disponibles del número 1 al 6. Sus estrías de corte son más largas y paralelas en comparación con las fresas Gates Glidden, tienen puntas activas e inactivas según el fabricante (Fig 10).

Están indicadas para la preparación de pernos intrarradiculares.<sup>3,6</sup>

LIMA K		GATES GLIDDEN		PEESO	
	50		#1		
	70		#2		#1
	90		#3		#2
	110		#4		#3
	130		#5		#4
	150		#6		#5
	170				#6

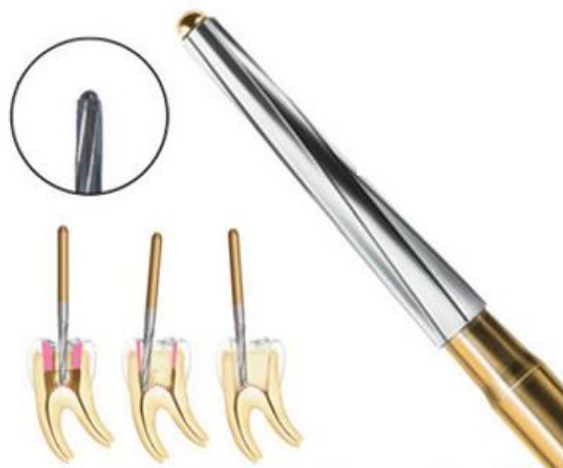
**Fig. 10.** Comparación de calibres: Lima K, GG, Peeso-

Fuente: Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016.

### 2.5.3.3 FRESA ENDO Z

Fresa multihoja de punta inactiva (redondeada), indicada para dar forma expulsiva a la cavidad de acceso sin riesgo de perforación.

Puede encontrarse para baja y alta velocidad (Imagen 6).



**Imagen 6.** Fresa EndoZ.



---

---

## CAPÍTULO III. SEPARACIÓN DE INSTRUMENTOS EN EL SISTEMA DE CONDUCTOS

La fractura de instrumentos endodóncicos dentro del conducto radicular es una complicación medianamente común, dependiente de diversos factores a considerar.

Es de gran importancia conocer la prevalencia y las causas de este tipo de incidentes, de esta manera limitar la probabilidad de fracturas en la práctica clínica, ya que la remoción de los instrumentos separados es técnicamente compleja y un manejo inadecuado trae consigo diversas consecuencias que podrían afectar el éxito del tratamiento.<sup>13</sup>

### 3.1 PREVALENCIA DE FRACTURA EN INSTRUMENTOS DE ACERO INOXIDABLE Y NÍQUEL-TITANIO

Determinar la frecuencia de la separación de limas dentro del sistema de conductos es difícil, los estudios reportados en la literatura muestran diferentes resultados debido a que las metodologías y criterios de inclusión varían de un estudio a otro.<sup>13,17</sup>

La prevalencia de la fractura de instrumentos está reportada en un rango de 0.28% a 16.2%.<sup>22</sup>

Algunos estudios indican que las tasas de separación de instrumentos de acero inoxidable oscilan entre 0.25% y 6%<sup>14,15,17,20</sup>, otros refieren un rango del 0.7% al 7.4%.<sup>9,13,16,19</sup>

Los instrumentos rotatorios de Ni-Ti fueron introducidos en la práctica endodóncica con el objetivo de facilitar la instrumentación y reducir accidentes operatorios gracias a las propiedades de la aleación,<sup>15</sup> sin embargo, revisiones de la literatura han reportado que este tipo de instrumentos presentan una mayor o similar incidencia de fractura en comparación con los de acero



---

inoxidable;<sup>13,15</sup> presentando tasas entre el 5%-20%,<sup>21</sup> 1.3% al 10%<sup>14,17</sup> y 0.4% a 5%;<sup>13,16</sup> un dato relevante es la prevalencia de fractura de los instrumentos rotatorios de Ni-Ti que se han fracturado durante su primer uso, con una tasa del 0.9%, probablemente debido a un mal manejo o a defectos de fabricación.<sup>13</sup>

En retratamientos se describe una mayor incidencia de fractura de limas Ni-Ti en relación con limas manuales de acero inoxidable.<sup>13</sup>

Con el objetivo de lograr un mejor rendimiento y menos complicaciones se ha modificado la composición del Ni-Ti y el diseño de los instrumentos, actualmente los fabricantes buscan introducir al mercado nuevos sistemas que sean más eficientes en la preparación de conductos y con mayor resistencia a la separación.<sup>14</sup>

La variabilidad de la prevalencia en ambas aleaciones es consecuencia de la experiencia del operador, el número de usos del instrumento, la anatomía del diente, entre otros factores.<sup>13,17,22</sup>

## **3.2 FACTORES ASOCIADOS**

### **3.2.1 EXPERIENCIA Y COMPETENCIA DEL OPERADOR**

Mandel y colaboradores, plantean que, al ser constantes factores como la morfología de los conductos radiculares y las velocidades indicadas para cada sistema, la habilidad del operador será un factor de gran importancia para que ocurra la fractura de algún instrumento.<sup>13,15</sup>

Cada sistema rotatorio de Ni-Ti tiene una curva de aprendizaje, el profesional tiene la responsabilidad de adquirir el conocimiento y la práctica necesaria de cada sistema que desee utilizar, además de contar con el instrumental y material requerido para cada técnica, en caso contrario, los instrumentos



---

tendrán mayor probabilidad de fracturarse si son utilizados excesiva e incorrectamente.<sup>13,18</sup>

### **3.2.2 ANATOMÍA DEL ÓRGANO DENTARIO**

El profundo conocimiento de la anatomía dental, la cuidadosa interpretación radiográfica y un acceso adecuado son requisitos indispensables para prevenir accidentes operatorios y asegurar el éxito del tratamiento de conductos radiculares.<sup>3</sup>

#### **3.2.2.1 CAVIDAD DE ACCESO**

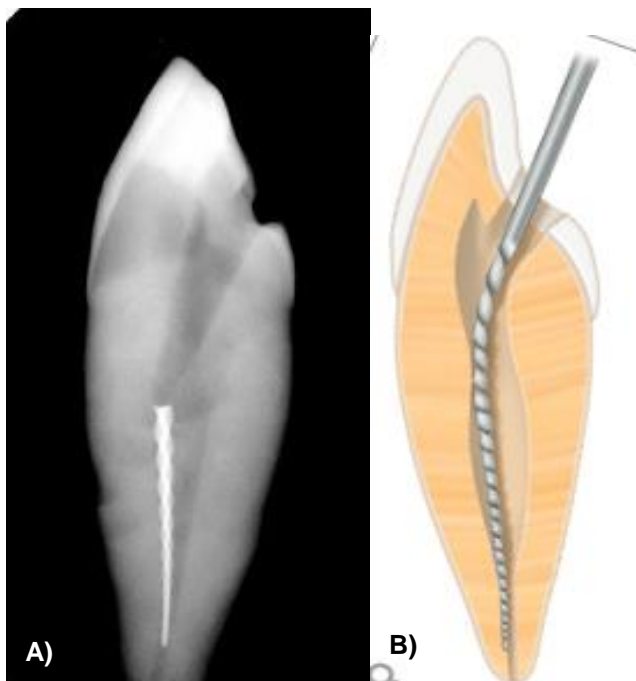
La cavidad de acceso coronal, también llamada apertura cameral, es la primera etapa del tratamiento de conductos radiculares, su “diseño” depende de la morfología del diente a tratar y tiene cuatro objetivos principales: 1) eliminar toda la caries y tejido pulpar coronal (vital o necrótico); 2) conservar estructura dental sana; 3) localizar las entradas de los conductos; 4) lograr un acceso en línea recta al agujero apical o la curvatura inicial del conducto.<sup>1,3,23</sup>

Para lograr los objetivos antes mencionados se delimitan tres etapas:

- 1) Perforación: es la comunicación hacia la cámara pulpar a través de la superficie palatina/oclusal. En dientes anteriores tendrá una angulación de 45° respecto al eje del diente; para dientes posteriores será paralela. El instrumental requerido son fresas de alta velocidad, redondas de carburo o diamante, dependerá del tejido (esmalte o dentina) o restauraciones que serán eliminadas.
- 2) Delimitación de contornos: es la eliminación del techo cameral restante. Mediante fresas cónicas de punta no activa se dará forma recta y ligeramente divergente a las paredes laterales, de esta manera se podrá observar el piso cameral y la entrada de los conductos.

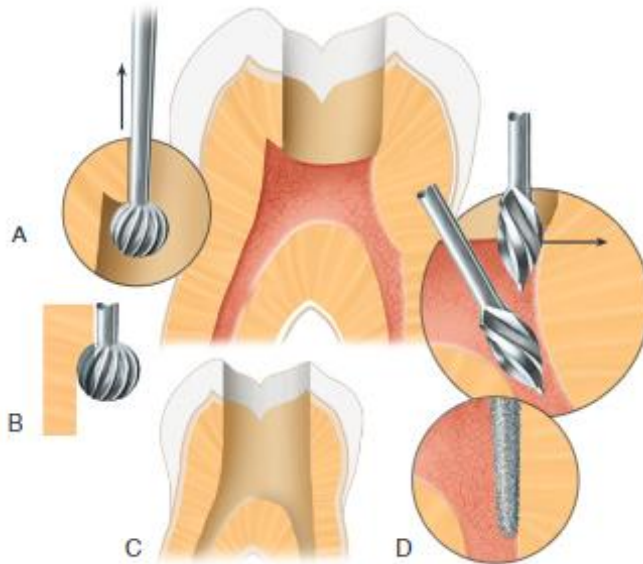
- 3) Rectificación y Alisado: una vez localizados los conductos, se deberán cateterizar, si al intentar introducir el instrumento se encuentran interferencias que dificultan su paso en la porción cervical, se deberán eliminar con fresas de punta inactiva.<sup>2</sup>

Una cavidad de acceso correctamente preparada proporciona un camino recto y liso al sistema de conductos,<sup>3</sup> cuando no es realizada de manera adecuada se presentarán interferencias, las cuales pueden generar una mayor fatiga de los instrumentos endodóncicos propiciando su fractura, además, favorece un recorrido poco apropiado de los instrumentos, aumentando el riesgo de deformar de las estructuras anatómicas intrarradiculares. Estas consecuencias pueden evitarse con la adecuada ejecución de las fases de acceso<sup>9</sup> (Imagen 7).



**Imagen 7.** A) separación de una lima rotatoria como resultado de la preparación de acceso insuficiente. B) No se eliminó la saliente lingual y la extensión incisal es incompleta, la lima ha comenzado a desviarse del conducto en la región apical creando un escalón.

Fuente: Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Cohen, Vías de la Pulpa. 11<sup>a</sup> ed. Elsevier; 2014. Pp. 153.



**Imagen 8.** A) Eliminación del techo y cuerno pulpar. B) Rotación de la fresa y salida en dirección oclusal para eliminar el reborde. C) Eliminación de un reborde de dentina cervical. D) Uso de una fresa de diamante cónica con punta de seguridad para acceso en línea recta. Fuente: Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Cohen, Vías de la Pulpa. 11ª ed. Elsevier; 2014. Pp. 156.

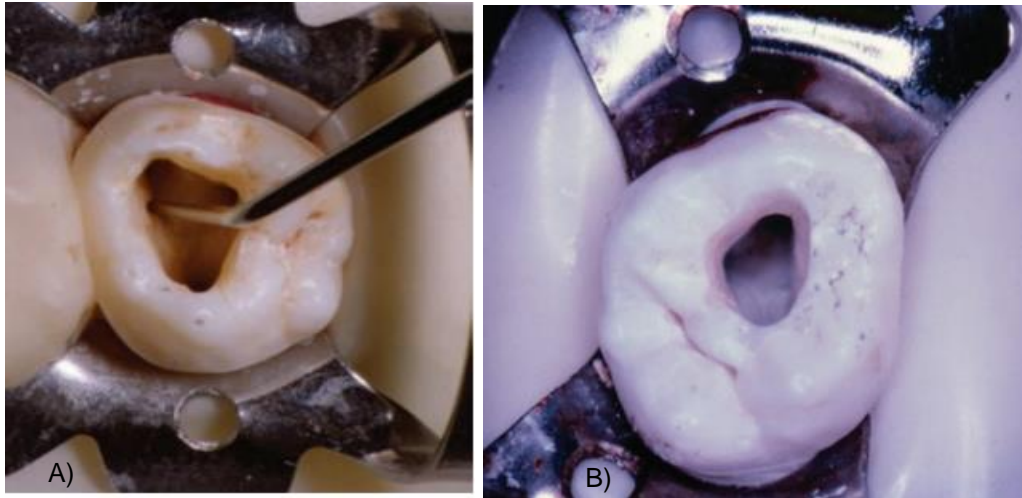
### ACCESOS MÍNIMAMENTE INVASIVOS.

El concepto de acceso mínimamente invasivo se centra en la preservación de la mayor cantidad de estructura coronal, eliminando por completo la pulpa cameral, con el fin de evitar la predisposición a las fracturas radiculares en dientes que requieren tratamiento de conductos. Esta técnica innovadora únicamente debe ser realizada cuando el operador tiene el conocimiento, la experiencia y la tecnología (Imagen 9).

Sin el uso de la magnificación e iluminación ofrecida por el microscopio dental, un acceso conservador tendrá mayor riesgo de perforación, además, se dificultará la búsqueda de los conductos. De no contar con adecuados sistemas rotatorios de Ni-Ti, la conformación del conducto radicular será riesgosa y aumentará la probabilidad de la separación de instrumentos, dificultando su posible recuperación. De igual manera se requieren equipos ultrasónicos con puntas adecuadas para realizar desgastes selectivos y la eliminación de calcificaciones; también se requieren equipos para técnicas de

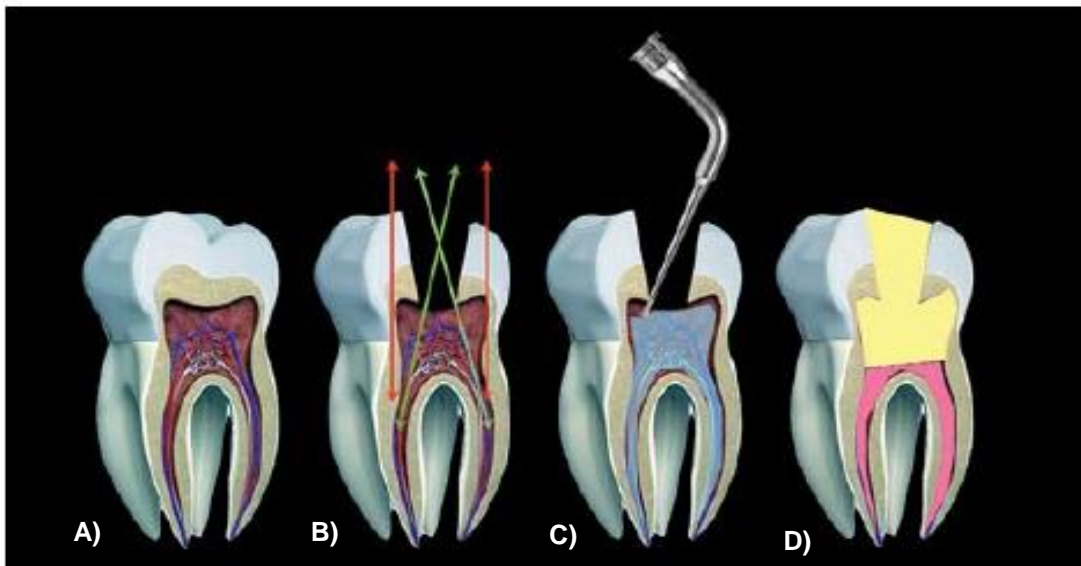


irrigación activa asistida por máquinas, que serán útiles para remover algún remanente de tejido pulpar vital o necrótico (Imagen 10).<sup>23,24</sup>



**Imagen 9.** A) Acceso cameral tradicional. B) Acceso mínimamente invasivo.

Fuente: Priyanka J. Common complications in endodontics, prevention and management. 1era ed. United Arab Emirates. Springer; 2018. Pp 72.



**Imagen 10.** Simulación. A) Diente sin acceso. B) Diente con acceso mínimamente invasivo, las flechas verdes indican la angulación con la que las limas entrarán en los conductos, las flechas rojas indican la angulación con la que las limas entrarán en los conductos.



---

flechas rojas señalizan un acceso en línea recta. C) Eliminación de restos de pulpa cameral con punta de ultrasonido e irrigación. D) Tratamiento finalizado.

Fuente: Iandolo A. Latif DA. Minimally invasive access cavity preparation in endodontics: When? How? Why?. DW JOURNAL, online dental magazine.<sup>24</sup>

### **3.2.2.2 ANATOMÍA DE LA RAÍZ**

El entendimiento de la complejidad del sistema de conductos radiculares requiere conocimiento de la anatomía de cada grupo dental e interpretación radiográfica.

Dentro de la raíz se encuentra el conducto radicular, es un espacio tridimensional al cual se le deben considerar al menos dos aspectos: el calibre longitudinal, que generalmente será mayor en cervical y menor hacia apical; y el calibre transversal, que acompaña la forma exterior de la raíz, suele ser circular o elíptica y puede presentar variaciones relacionadas con la edad, la historia del diente y aposiciones dentinarias.

Los conductos radiculares siguen la forma de la raíz, por lo que pueden ser rectos o presentar diferentes grados de curvaturas.

#### **CURVATURA DE LA RAÍZ.**

Son desviaciones que sufren las raíces y conductos, influyen en el grado de complejidad del tratamiento.

En un plano mesial-distal pueden ser evidentes en el análisis radiográfico, mientras que en un plano vestíbulo-lingual o vestíbulo-palatino son difíciles de observar.



---

Su observación y estudio será de utilidad en la planeación de la estrategia clínica, con el fin de determinar qué tipo y tamaño de instrumento puede abordarla, haciendo el procedimiento más predecible y previniendo accidentes operatorios.

Para poder describirlas, se ha propuesto una nomenclatura basada en su forma:

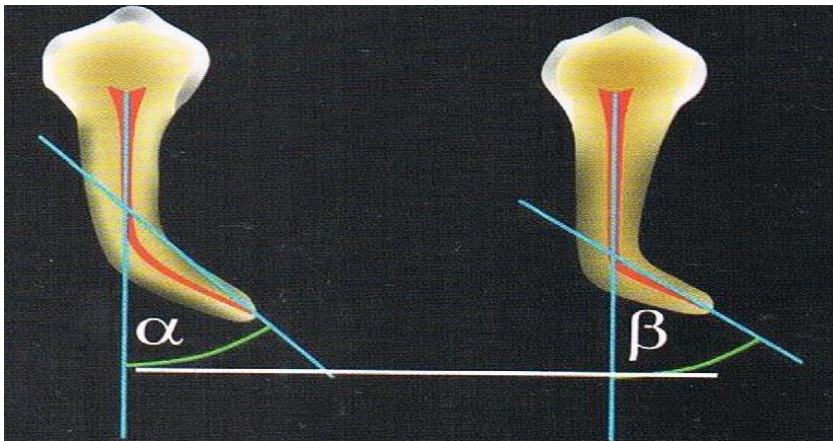
- Forma de I: rectas
- Forma de J: curva apical
- Forma de C: completamente curva
- Forma de S: múltiples curvaturas

Con el fin de clasificar las curvaturas se realizan diferentes métodos basados en observaciones anatómicas, mediciones geométricas y análisis matemáticos.

- MÉTODO DE SCHNEIDER (1971).

Para obtener el ángulo de la curvatura se trazan dos líneas, una paralela al eje longitudinal del diente, y otra desde el ápice radiográfico hasta su intersección con la primera línea y con la pared del conducto donde comienza la curvatura (Imagen 11). Según los grados del ángulo se clasifica en:

- Leve: 5° o menos (raíces rectas)
- Moderado: 10° a 20°
- Severo: 25° a 70°



**Imagen 11.** Método de Schneider. Se muestran dos distintos grados de curvaturas,  $\alpha = 43^\circ$  y  $\beta = 52^\circ$ .<sup>6</sup>

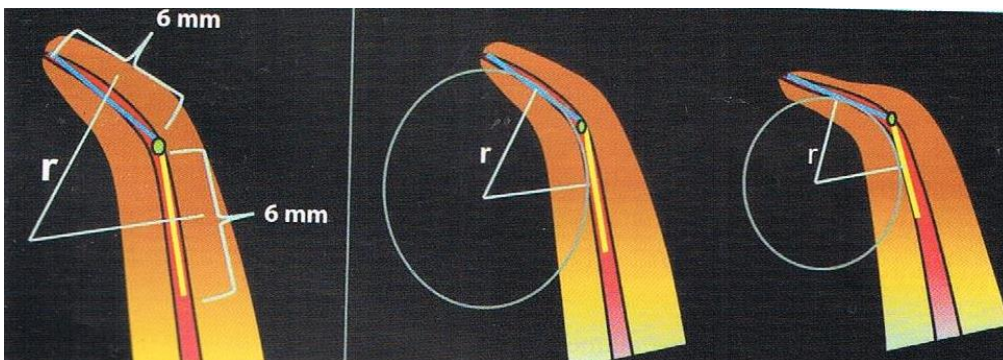
Fuente: Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016. Pp.23

- MÉTODO DE ESTRELA Y COLS (2008).

Es útil para determinar el radio de la curvatura.

Se trazan dos semirrectas de 6mm cada una. La primera será la continuidad de la región apical del conducto con respecto a la curvatura, la segunda línea representa el tercio medio y cervical. A partir del punto medio de cada línea (3mm) se trazarán dos líneas perpendiculares que se interceptarán en un punto llamado circuncentro.

La distancia entre el circuncentro y el centro de cada semirrecta es el radio de la circunferencia, que determina la magnitud de la curva (Imagen 12).



**Imagen 12.** Método de Estrella y cols.

Fuente: Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016. Pp.22.

Según el resultado el radio de la curvatura se clasifica en:

- Radio pequeño:  $\leq 4\text{mm}$  (curva severa).
- Radio intermedio:  $>4\text{mm}$  y  $<8\text{mm}$  (curva moderada).
- Radio largo:  $>8\text{mm}$  (curva leve).<sup>6</sup>

- MÉTODO DE PRUETT (1997).

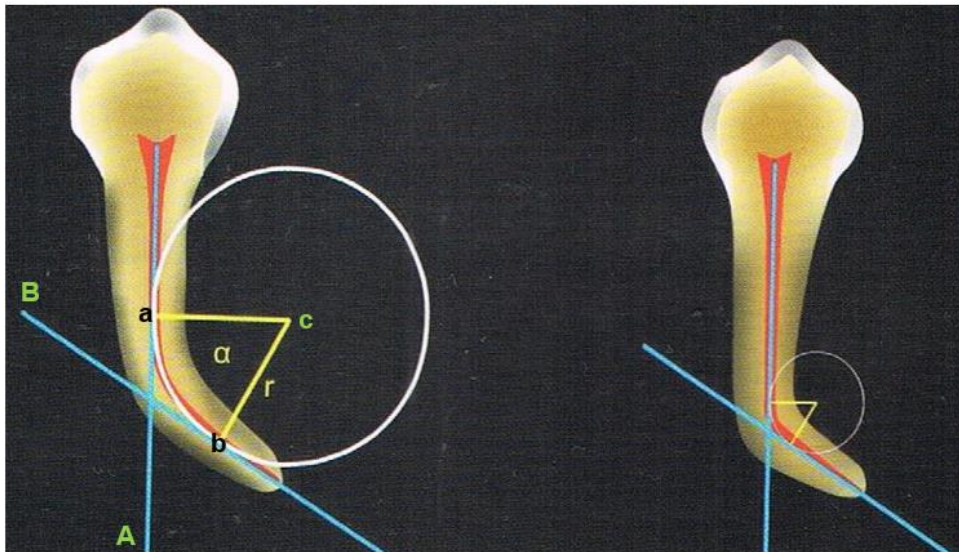
Se propuso que la evaluación de las curvaturas debería considerar dos parámetros: el ángulo y el radio de la curvatura.

Se traza una línea a lo largo del eje longitudinal del diente (A), y otra en el eje longitudinal de la recta apical (B).

Se marcan puntos donde las líneas se desvían del conducto para comenzar o terminar su curvatura (a y b) y se unen (c).

El ángulo de la curvatura se mide en el ángulo formado por la unión de a y b.

El radio de la curvatura será expresado en milímetros, definido por la distancia entre ac y bc (Imagen 13).<sup>6,9</sup>



**Imagen 13.** Método de Pruet. Mientras menor sea el radio de la curvatura, la curvatura será más severa. Fuente: Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016. Pp.22.



---

Gracias a estos análisis es posible determinar en grado de dificultad del tratamiento, es importante realizarlos para determinar el ángulo y radio de la curvatura.

Cuanto mayor sea el ángulo de la curvatura del conducto radicular (según el método de Schneider), habrá mayor probabilidad de la fractura de un instrumento, además del riesgo de transporte, perforaciones y otras complicaciones.

El radio de la curvatura es un factor determinante en la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos, si el radio disminuye indica que la curvatura es más severa<sup>9</sup>, por lo tanto, la separación del instrumento se dará en un menor número de ciclos.<sup>13,22</sup>

### **3.2.3 TIPO DE INSTRUMENTO**

Un análisis del año 2010, realizado por Cujé y Hülsmann en 147 dientes con 170 instrumentos separados, reveló que 32 de ellos eran limas Hedstroem, seguido de 25 léntulos, 12 limas K-File y 7 gates glidden; 22 instrumentos no fueron identificados, 9 instrumentos manuales Ni-Ti y 51 corresponden a diferentes sistemas rotatorios Ni-Ti.<sup>19</sup>

Otro estudio realizado del año 2000 al 2004 en el posgrado de endodoncia de la universidad de Pennsylvania, mostró que de 81 instrumentos separados; 12 fueron limas manuales de acero inoxidable y 69 limas rotatorias de Ni-Ti. De las limas de acero inoxidable, 5 Hedstroem fueron reportadas, 5 limas tipo K de ISO 15 a 25, y 2 limas C número 8. En cuanto a los sistemas rotatorios, 49 limas eran del sistema ProFile29; 10 pertenecían a limas GTs; 3 limas LightSpeed; 5 Protaper; y 2 instrumentos K3.<sup>15</sup>



Se concluye que los instrumentos manuales de acero inoxidable con mayor frecuencia de separación son las limas Hedstroem, seguido de instrumentos K-File;<sup>15,19</sup> en comparación con los sistemas rotatorios de Ni-Ti, estos últimos muestran una probabilidad de fractura siete veces mayor,<sup>15</sup> aunque, dependiendo de las variantes de los estudios, los resultados pueden ser diferentes.

En relación a los instrumentos rotatorios Ni-Ti, diferentes revisiones de la literatura mencionan que la fractura de diferentes sistemas, se ve influenciada principalmente por: el diseño de la lima en su sección transversal, presencia o ausencia de apoyos radiales, el proceso de fabricación y los tratamientos a los que fueron sometidos para aumentar las propiedades de la aleación.<sup>10,22</sup>

- SECCIÓN TRANSVERSAL.

La forma de la sección está relacionada con la cantidad de masa del instrumento y su diámetro, que, a su vez, determinará la rigidez o la flexibilidad de la lima; a mayor masa corresponde una mayor resistencia, pero menor flexibilidad<sup>6</sup> (Imagen 14).

Ha sido demostrado que, al aumentar la sección transversal, incrementa la resistencia a la fractura por torsión;<sup>13</sup> contrariamente, si se quiere aumentar la resistencia por fatiga cíclica, se deberá disminuir el área de la sección transversal.

Un análisis comparativo entre instrumentos con sección trasversal triangular (ProTaper) e instrumentos con sección en U (Profile), indican que la distribución del estrés es mejor en las limas ProTaper, el diseño en U tiene menor área en su sección, lo que le confiere más flexibilidad, pero menor resistencia a cargas torsionales.<sup>13</sup> En otro estudio, Baek y colaboradores,



---

concluyen que los instrumentos con sección rectangular tienen mayor rigidez torsional que los modelos con sección triangular.<sup>22</sup>

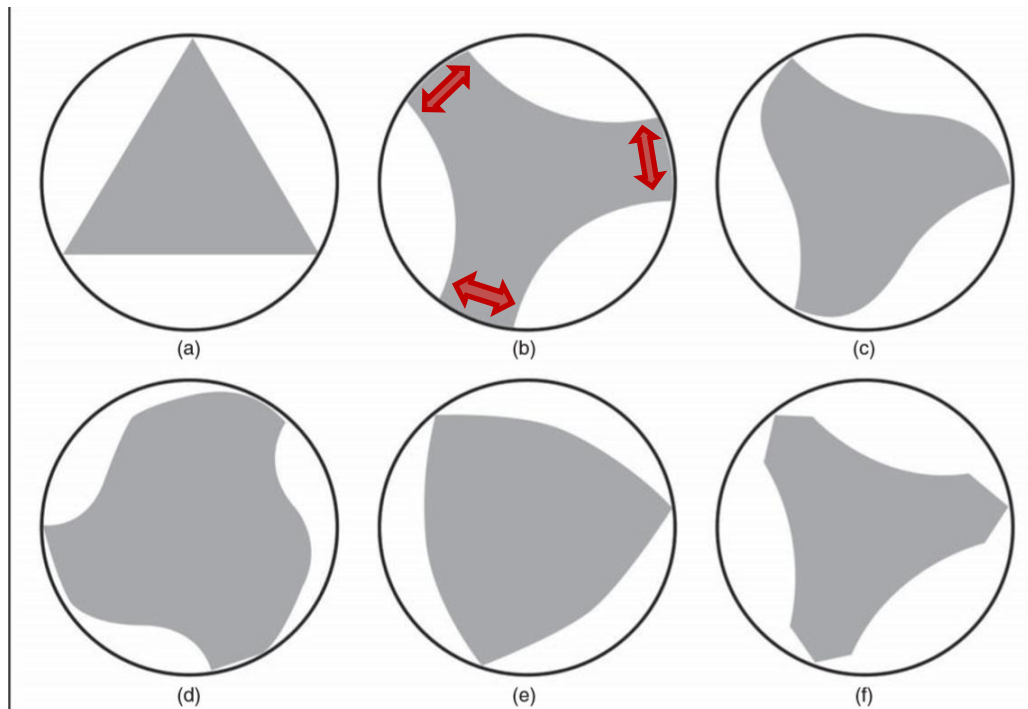
- DIÁMETRO.

Mientras más grande será el diámetro, mayor será su resistencia a las fuerzas de torsión, presentando menor resistencia a la fatiga cíclica; si el diámetro es menor, tendrá mayor resistencia a la fatiga cíclica y menor resistencia a fuerzas de torsión.<sup>10</sup>

- SUPERFICIE RADIAL (RADIAL LAND).

Esta superficie mantiene centrada la lima reduciendo la tendencia a enroscarse en el conducto, disminuyendo el riesgo de fractura; también soporta el borde cortante y limita la profundidad del corte, por lo tanto, limas con apoyo radial tendrán menor eficacia de corte que limas de sección triangular<sup>3,10</sup> (Imagen 14).





**Imagen 14.** Secciones transversales de: a) K-File, Race; b) Profile, GT, LightSpeed; c) Hero 642; d) K3; e) ProTaper, Flexmaster; f) Protaper F3. Las flechas rojas indican las superficies radiales de una lima Profile.

Fuente: Priyanka J. Current therapy in endodontics. 1era ed. Wiley Blackwell; 2017. Pp.39.

### 3.2.4 REUTILIZACIÓN DEL INSTRUMENTO

En la actualidad, no existe una guía sobre el número de usos a los que pueden ser sometidos los instrumentos de acero inoxidable y Ni-Ti.

En la separación de instrumentos tiene mayor influencia el modo en que son utilizados que el número de veces que se ocupan, ya que no existe una relación clara entre el número de usos y la frecuencia de fractura.<sup>13</sup>

Grossman recomienda que los instrumentos de acero inoxidable de pequeño calibre, no sean utilizados más de dos veces, puesto que es difícil observar indicios de deformación plástica en limas menores a un ISO 15.



Un estudio reportó que limas manuales de ISO 40, se fracturaron tras menos de 20 rotaciones (previa deformación visible) dentro de tubos con una curvatura de 90° y un radio no especificado,<sup>3</sup> deduciendo que el riesgo de fractura aumentará con curvaturas abruptas y calibres menores del conducto. Se debe observar a conciencia el instrumento y desecharlo si existe la presencia de desdoblamientos.

Respecto a instrumentos rotatorios, las casas comerciales recomiendan que las limas sean de un solo uso, recientemente ha incrementado esta tendencia, incluso algunos sistemas cuentan con dispositivos en la montura de la lima, que se deformarán si son sometidos a esterilización en autoclave con el fin de evitar su reutilización, un ejemplo es el sistema Wave One<sup>MR</sup> de la casa Dentsply.<sup>13</sup>

Un solo uso de las limas rotatorias disminuirá su probabilidad de separación, pero no estará exento de que esto ocurra. A pesar de esta recomendación, el alto costo de los sistemas ha motivado el estudio y el reporte de la incidencia de fractura según el número de conductos y la complejidad de la anatomía.<sup>26</sup>

Un estudio concluye que estos instrumentos pueden ser utilizados en más de cuatro conductos que no sean anatómicamente complejos;<sup>13</sup> la experiencia clínica de 684 endodoncistas encuestados, indica una tendencia a reutilizar las limas de 5 a 10 veces (conductos), pero dependerá del sistema y la anatomía (Fig.11), además recomiendan realizar un pre ensanchamiento con limas manuales de acero inoxidable de bajo calibre, mínimo hasta una lima ISO 20, con la finalidad de explorar el conducto, permitir el paso del irrigante y las limas rotatorias.<sup>21,26</sup>



		Frequency	Percent
How many times do you re use your rotary file system	2 uses	17	2.7
	3-5 uses	185	29.0
	5-10 uses	408	63.9
	More than 10 uses	22	3.4
	Single use	6	0.9
	Total	638	100.0
		Frequency	Percent
When do you discard rotary file system	After decrease in the cutting efficiency	171	26.8
	After repeated re use	352	55.2
	After the file separation	76	11.9
	After using in curved canal	39	6.1
	Total	638	100.0
		Frequency	Percent
How do you remember the number of times the files are used	Marking on files	366	57.4
	Recording on paper	195	30.6
	Removal of petals	41	6.4
	Others	36	5.6
	Total	638	100.0

**Fig 11.** Datos recopilados en encuestas a 638 endodoncistas.

Fuente: Patil TN. Saraf PA. Penukonda R. Vanaki SS. Kamatagi L. A Survey on Nickel Titanium Rotary Instruments and their Usage Techniques by Endodontists in India. JCDR. 2017;11(5). Pp. 31



Year	Ref.	Instruments (rotary)	n	Used times	Operator	Deformation (files)	Separation (files)
2006	Wolcott <i>et al</i> <sup>[77]</sup>	ProTaper	4652 canals	1 tooth	Experienced		20
				2 teeth	Experienced		12
				3 teeth	Experienced		23
				4 teeth	Experienced		19
				5 teeth	Experienced		39
2009	Shen <i>et al</i> <sup>[75]</sup>	ProFile 0.04,	1071 files	1 visit	Experienced	8 (0.75%)	0
		ProFile Series 29 0.04	432 files	1 visit	Experienced	0	0
		ProTaper	1895 files	1 visit	Experienced	55 (2.9%)	5 (0.26%)
2009	Inan <i>et al</i> <sup>[77]</sup>	Mtwo	593 files	4 molar teeth or 2 molar teeth with curved canals	10 trained	58 (9.78%) (unwinding and curve/bend)	95 (16.02%)
2009	Vieira <i>et al</i> <sup>[48]</sup>	ProTaper Universal	10 sets files	5 molar teeth	Experienced	0	0
2010	Ma <i>et al</i> <sup>[74]</sup>	ProTaper	432 case	20 canals			27
2012	Shen <i>et al</i> <sup>[53]</sup>	ProFile Vortex	2023 files	1 visit	Undergraduate students	0	1 (0.04)
2013	Shen <i>et al</i> <sup>[76]</sup>	HyFlex CM	468 files	3 teeth	9 residents	16 (3.4%)	0
2015	Plotino <i>et al</i> <sup>[19]</sup>	Reciproc	1696 files	1 tooth		6 (0.35%)	8 (0.47%)

**Fig 12.** Número de usos recomendados según diferentes estudios sobre diversos sistemas rotatorios.

Fuente: Tang WR. Smales RJ. Chen HF. Guo XY. Si HY. Gao LM. Et al. Prevention and management of fractured instruments in endodontic treatment. World J Surg Proced. 2015; 5(1). Pp 88.

La literatura referente a el impacto de la esterilización es incierta, algunos estudios reportan que ciclos repetidos de esterilización en autoclave aumentarán la propagación de cracks, además de disminuir su eficacia de corte.<sup>13</sup> Otros estudios indican que estos ciclos no se relacionan con la incidencia de fractura en sistemas como Profile Vortex (M-Wire), aleaciones CM Wire y Sistemas Twisted Files (R-Phase).<sup>22</sup>

### 3.2.5 VELOCIDAD Y TORQUE UTILIZADO

El uso de motores es fundamental en la instrumentación rotatoria para suministrar cierta carga y mantenerla constante.<sup>9</sup>

Al compararse motores accionados por aire y motores eléctricos, no se encuentra diferencia significativa de un aumento en la incidencia de



---

separación, pero se recomienda el uso de motores eléctricos, ya que tendrán una velocidad constante, en cambio con el motor de aire, los instrumentos podrían someterse a cambios de presión y velocidad, aumentando la probabilidad de fractura.<sup>13</sup>

Los modelos recientes de motores separan la velocidad del torque, lo cual es importante, ya que, el control del torque minimiza el riesgo de fractura de instrumentos dentro del conducto.<sup>9</sup>

- TORQUE.

Es la fuerza necesaria para causar la rotación de un cuerpo, se produce en el momento que el motor hace girar el instrumento, es medida en N/cm.

Se recomienda utilizar motores eléctricos con control del torque; en un estudio clínico donde se analizaron motores con tres diferentes niveles de control (alto, moderado y bajo), se reportó que, si el operador es inexperto, utilizar un torque bajo disminuye la probabilidad de fractura, no se demostraron diferencias significativas entre operadores con más experiencia que instrumentaron con motores de control medio y alto.

La ventaja de estos motores es que, al controlar el torque, la fuerza aplicada se encontrará debajo del límite elástico del instrumento, reduciendo la probabilidad de separación.<sup>11,13</sup>

- VELOCIDAD.

La velocidad de rotación debe ser constante, de esta manera se evitarán diferencias en la velocidad a lo largo de la parte activa de la lima, si hay variaciones, tensiones torsionales adicionales propiciarán la fatiga del instrumento llevándolo a la fractura.<sup>10</sup>



---

Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será la eficacia de corte, pero con una velocidad elevada existen algunas desventajas, como la pérdida de sensación táctil, pérdida del control, fractura de instrumentos y cambios en la anatomía radicular.<sup>11</sup>

Se recomienda utilizar velocidades entre 250-600 revoluciones por minuto (rpm), aunque, es importante mencionar que el fabricante recomendará un número específico de rpm según el sistema.<sup>13</sup>

### 3.2.6 IRRIGANTES

Debido al método de fabricación, los sistemas rotatorios pueden presentar imperfecciones en su superficie, se ha reportado que estas irregularidades actúan como depósitos de sustancias corrosivas como el hipoclorito de sodio, este efecto corrosivo puede causar microdefectos y aumentar su tendencia a la fractura.<sup>3,13</sup>

Un estudio en el que se sumergieron instrumentos rotatorios ProTaper, Race y Profile durante dos horas, reportó daños a la superficie de la aleación, también al sumergirlos en NaOCl caliente por más de 60 minutos.<sup>3</sup>

En otro análisis donde se sumergieron limas rotatorias por completo en NaOCl al 5% a 50° durante 5 minutos, resultó en signos evidentes de corrosión y menor resistencia a la fractura por fatiga cíclica; en cambio al introducirlos en hipoclorito de sodio a temperatura ambiente durante 1 a 5 minutos, no demostró disminución de la resistencia a la fatiga por flexión.<sup>22</sup>

A pesar de estos resultados, es improbable que en los procedimientos habituales de preparación biomecánica el hipoclorito de sodio contribuya de forma significativa a la fractura.<sup>13</sup>



Durante la instrumentación de los conductos es imprescindible el uso de irrigantes que cumplan con la función de lubricar el conducto para reducir la fricción de los instrumentos y eliminar los restos de tejido escindido.<sup>22</sup> En una encuesta, el 90% de los endodoncistas refirieron que es importante llevar a cabo un protocolo de irrigación para disminuir el riesgo de fractura (Fig 13).<sup>26</sup>

		Frequency	Percent
Does the irrigation protocol decreases the file separation	Irrigation play a minor role. I believe it's always a good glide path and extended duration of using hand files decrease the fractures.	1	0.2
	EDTA to be used properly	1	0.2
	No	58	9.1
	To some extent	1	0.2
	Yes	577	90.4
	Total	638	100.0

**Fig 13.** Datos recopilados en encuestas a 638 endodoncistas.

Fuente: Patil TN. Saraf PA. Penukonda R. Vanaki SS. Kamatagi L. A Survey on Nickel Titanium Rotary Instruments and their Usage Techniques by Endodontists in India. JCDR. 2017;11(5). Pp. 32.

### 3.3 MECANISMOS DE FRACTURA

Durante el trabajo biomecánico, los instrumentos endodóncicos serán sometidos a diversas fuerzas entre las que se encuentra la flexión, la torsión, la tracción y la presión apical, cargas excesivas pueden llevar a la separación del instrumento.<sup>9</sup>

Gran parte de los análisis realizados se centran en los mecanismos de fractura de los instrumentos rotatorios con aleaciones Ni-Ti, que puede darse principalmente por torsión, fatiga cíclica o una combinación de estas; mientras que, la fractura de instrumentos de acero inoxidable generalmente se asocia a un uso excesivo de las limas, presentado signos visibles de deformación permanente.<sup>9,22</sup>



---

La resistencia a la fractura dependerá del tipo de instrumento, pero debe recordarse que un instrumento de bajo calibre tendrá mayor probabilidad de fracturarse por torsión, en cambio, limas de mayor calibre tendrán más probabilidad de fracturarse por fatiga cíclica.

### 3.3.1 FRACTURA POR TORSIÓN

Se produce por el atrapamiento de un segmento de instrumento dentro del conducto radicular (generalmente la punta) mientras que el resto de la lima continúa rotando, en consecuencia, la fractura de la lima ocurre cuando se sobrepasa el límite elástico de la aleación e inicia la deformación plástica que lleva posteriormente a la fractura.<sup>13,21</sup> Este fenómeno, llamado *taper lock* se produce con mayor frecuencia en instrumentos con menor masa y menor diámetro en la punta,<sup>9</sup> comúnmente presentan signos de deformación irreversible como desenvolvimiento y enderezamiento.<sup>13</sup>

Este tipo de fractura puede prevenirse realizando procedimientos como el pre-ensanchamiento.<sup>21</sup>

### 3.3.2 FRACTURA POR FATIGA CÍCLICA

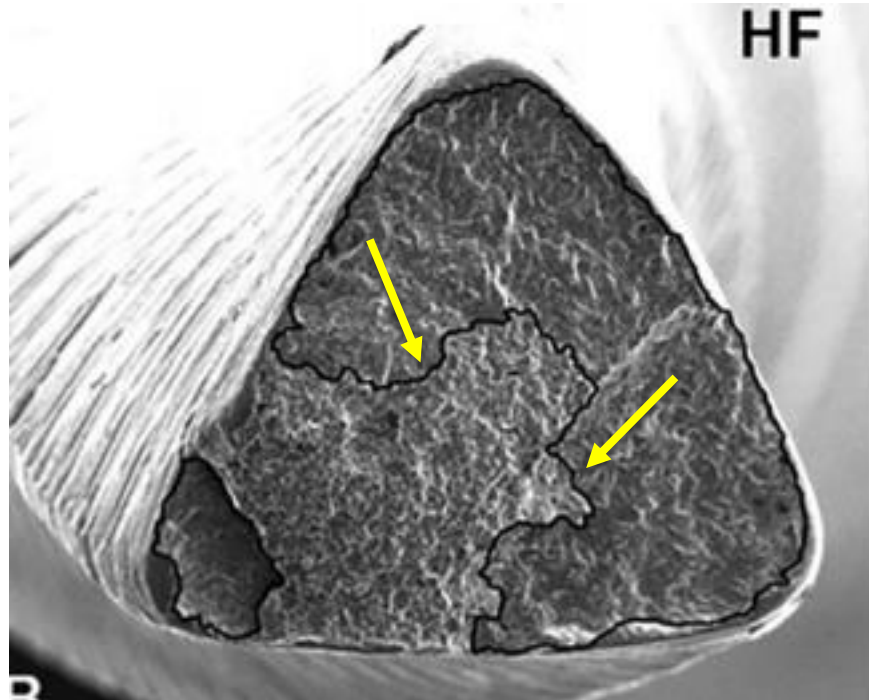
También llamada fractura por flexión, ocurre cuando el instrumento gira libremente en una curvatura del canal radicular y provoca ciclos de estrés repetido (tensión/compresión). Estos esfuerzos se acumulan en el punto de máxima flexión y llevan al instrumento a la fractura.<sup>9,13,21</sup>

La fractura por fatiga cíclica se produce en tres pasos:

1. Formación de Cracks.
2. Prolongación de los Cracks.
3. Fractura final.



4. Estas microfracturas (rayones superficiales, ángulos rotos, defectos e imperfecciones) siempre se inician en los puntos de elevada concentración de estrés y pueden propagarse rápidamente con cada ciclo, causando la separación del instrumento<sup>9</sup> (Imagen 15).



**Imagen 15.** Microscopia electrónica de una lima Hyflex después de un análisis de fractura cíclica, se observa la prolongación de los cracks (flechas amarillas).<sup>25</sup>

Fuente: Modesto Tc. Acosta EC. Resende P. Pereira ES. Et al. Cyclic flexural fatigue resistance of NiTi controlled memory and blue technology instruments after torsional preloading. J Appl Oral Sci. 2018; 8;26. Pp 4.

La fatiga cíclica está influenciada por factores como: *el diámetro de la punta y la conicidad*, mientras más pequeños sean mayor es el tiempo de supervivencia del instrumento, sistemas con diámetros mayores en la punta son más susceptibles a este tipo de fractura y deben ser reutilizados con precaución; la *superficie del instrumento*, que dependerá del tratamiento térmico o electroquímico al que haya sido sometida la aleación; el *número de rotaciones* y el *grado de curvatura, diámetro y longitud de los conductos*.<sup>9</sup>



---

---

## **CAPÍTULO IV. ABORDAJE DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN CONDUCTOS RADICULARES**

### **4.1 FACTORES A CONSIDERAR PARA LA TOMA DE DECISIONES.**

Cuando un instrumento se fractura dentro del conducto existen varias opciones de tratamiento, el manejo debe estar basado en el conocimiento de cada una de ellas, sus tasas de éxito y un análisis individualizado de los factores relacionados a la separación del instrumento, de esta manera se podrá evaluar la relación riesgo/beneficio.<sup>18,60</sup>

#### **4.1.1 COMUNICACIÓN CON EL PACIENTE**

La separación de un instrumento es una complicación que provoca en el clínico sentimiento de culpa, angustia y estrés, no obstante, es su obligación informar al paciente sobre esta situación, sus opciones de tratamiento y las complicaciones que pueden presentarse.<sup>61</sup>

Los intereses del paciente son un factor primordial para decidir de qué manera se puede solucionar este inconveniente, desde su punto de vista, la relación costo/beneficio será de gran importancia, además, al aumentar la complejidad del tratamiento, aumentará el tiempo de trabajo por lo que en ciertas ocasiones optan por la observación o la extracción.<sup>60</sup>

Por otra parte, en el momento de planificar el plan de tratamiento, debe tomarse en cuenta la edad del paciente y su estado de salud; tratamientos más conservadores pueden realizarse en pacientes pediátricos y geriátricos debido a su capacidad de cooperación para mantener la boca abierta por periodos prolongados.<sup>17</sup>



---

---

#### **4.1.1.2 CONSIDERACIONES MÉDICO-LEGALES**

Antes de comenzar el tratamiento de conductos, es importante realizar una historia clínica con su respectivo consentimiento informado; en la historia clínica deberá reportarse cualquier indicio de instrumentos separados que sean observables radiográficamente o en algún otro método de diagnóstico imagenológico,<sup>60</sup> en ciertas ocasiones el paciente nos proporciona radiografías que se le han tomado previamente, incluso cuando estas tengan poco tiempo, siempre se deben tomar radiografías nuevas.

En el consentimiento informado se debe especificar en qué consiste cada paso del tratamiento, todos sus posibles riesgos y las modificaciones que estas complicaciones puedan producir en el plan de tratamiento, el pronóstico y el costo, de esta manera si ocurre alguna complicación, el paciente ya está previamente informado de que este evento podría ocurrir.

En caso de que un instrumento se fracture, se debe incluir una nota de evolución donde se especifique en qué etapa del tratamiento sucedió la fractura, qué instrumento, su longitud y localización, así como el tratamiento acordado por el paciente y el odontólogo; no se debe olvidar que toda esta documentación tiene que estar fechada y firmada por el paciente.<sup>62</sup>

Es necesario implementar un seguimiento apropiado con revisiones periódicas que incluyen revisiones radiográficas para prever y combatir cualquier problema potencial, de igual manera se deben especificar en las notas de evolución.<sup>17,60,61</sup>

#### **4.1.2 EXPERIENCIA CLÍNICA**

El tratamiento de conductos per se es un procedimiento complejo que requiere entrenamiento adecuado. La experiencia y competencia del clínico respecto a el manejo de la fractura de un instrumento afecta directamente el pronóstico del tratamiento, la remoción de una lima separada es técnicamente demandante y tardada incluso para un endodoncista.<sup>17,60</sup>



---

La selección y el correcto uso de los instrumentos, técnicas y nuevas tecnologías útiles para la recuperación de instrumentos requiere de conocimiento y entrenamiento previo,<sup>60,62</sup> incluso es muy importante tomar en cuenta la actitud del odontólogo frente a las complicaciones que pueden presentarse, ya que son situaciones frustrantes en las que se requiere de mucha paciencia y perseverancia. Es responsabilidad del profesional adquirir estas habilidades y si no cuenta con ellas, lo ético es remitir al paciente.<sup>17</sup>

#### **4.1.2.1 USO DE MAGNIFICACIÓN**

Con el paso del tiempo, diversos equipos y técnicas han sido desarrollados para la remoción de instrumentos en los conductos, actualmente la eliminación de estas obstrucciones es más predecible gracias a los avances tecnológicos, como el uso del microscopio operatorio dental (MOD), que provee mejor iluminación y magnificación, lo que se traduce en mayor accesibilidad al instrumento separado, reduciendo la probabilidad de separaciones secundarias, perforaciones o eliminación excesiva de dentina.<sup>17,60,62</sup>

Cuando el uso del microscopio operatorio dental se combina con otros dispositivos para la remoción de instrumentos, aumentan los porcentajes de éxito oscilando entre un 87% a 95%, en cambio, se ha reportado que, sin el uso de magnificación las tasas de éxito disminuyen, resultando en un 68%.<sup>60</sup>

#### **4.1.3 ESTADO PERIODONTAL Y RESTAURATIVO**

Dientes con compromiso periodontal no son candidatos para llevar a cabo procedimientos de remoción de instrumentos, pero puede ser considerado si la condición periodontal del paciente es estable. También debe analizarse si el diente es restaurable o probablemente no podrán restaurarse después de los procedimientos de recuperación de instrumentos. El paciente debe estar



---

informado sobre los riesgos y de no tener un buen pronóstico, la extracción del diente puede ser considerada.<sup>60</sup>

#### **4.1.4 ETAPA DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS**

Diferentes estudios han reportado que un instrumento separado al inicio de la conformación biomecánica o en un diente con lesión periapical, afectará negativamente el pronóstico del tratamiento, mientras que, si la separación ocurrió en las últimas etapas o en un conducto cuyo tratamiento era biopulpectomía, se tendrán menores probabilidades de fracaso.<sup>60,63,64</sup>

#### **4.1.5 TIPO DE DIENTE Y ANATOMÍA DEL CONDUCTO**

Hülsmann & Schinkel mencionan que el grupo de dientes con mayor frecuencia de separación de instrumentos son los molares, específicamente en los conductos mesio vestibulares de molares inferiores, seguido de los conductos mesio vestibulares de molares maxilares.<sup>15,16,20,60</sup>

Chen y colaboradores, refieren que no hay diferencia significativa en cuanto a el éxito de recuperación de instrumentos en dientes superiores e inferiores; mencionan que las tasas de recuperación en dientes anteriores, premolares y molares son de 81.8%, 78.8% y 77.3% respectivamente,<sup>16</sup> estos resultados no muestran una diferencia significativa pero en otros análisis se corrobora que el éxito es mayor en los dientes incisivos, caninos y en los conductos palatinos de molares superiores;<sup>60</sup> Hülsmann & Schinkel reportan que los menores porcentajes de éxito los tienen los premolares debido a la estrechez e irregularidades que pueden presentar,<sup>20</sup> pero Cujé y colaboradores, en un estudio comparativo, demuestran que, con el uso del microscopio operatorio y ultrasonido con la técnica de C. Ruddle, las tasas de éxito aumentan al 100% en este grupo de dientes, específicamente en los maxilares.<sup>19</sup>



- **ÁNGULO DE LA CURVATURA.**

En diversos estudios se demuestra que los porcentajes de recuperación de instrumentos decrecen gradualmente si el ángulo de la curvatura aumenta<sup>16,60</sup> (Fig 14), por lo que se tendrá mayor éxito en conductos rectos y con curvaturas moderadas.<sup>20</sup>

ESTUDIO	CURVATURA	PORCENTAJE DE ÉXITO.
<b>Hülsmann &amp; Schinkel (1999)</b>	0° - 10°	74%
	11° - 20°	67%
	21° - 30°	68%
<b>Shen et al. (2005)</b>	<5°	100%
	5° - 20°	83%
	>20°	43%
<b>Cujé et al. (2010)</b>	0° - 20°	100%
	21° -30°	94%
	31° - 40°	90%
	41° - 50°	85%
<b>Chen et al. (2015)</b>	15°	98.8%
	45°	15.8%

**FIG 14.** Cuadro comparativo de diferentes estudios. Porcentajes de éxito en la recuperación de instrumentos en relación al ángulo de la curvatura.<sup>16,19,20,65</sup>  
Fuente: directa.

#### 4.1.6 LOCALIZACIÓN DEL INSTRUMENTO

Iqbal y colaboradores, refieren que la probabilidad de separación de un instrumento en el tercio apical es 33 veces mayor comparada con el tercio cervical y seis veces mayor si se le compara con el tercio medio.<sup>15</sup>



En el año 1999, Hülsmann refiere que la probabilidad de recuperar un instrumento aumentará mientras este se encuentre más cercano al tercio cervical; Cujé y colaboradores, lo comparan y concluyen que, con el uso de ultrasonido y el MOD, los instrumentos en los tercios medio y apical aumentan su tasa de recuperación a pesar de que el procedimiento puede resultar más complejo. Suter y coautores, no encuentran diferencias significativas, pero mencionan que el riesgo de perforaciones incrementa cuando el instrumento se encuentra en el tercio apical (Fig 15).

ESTUDIO	TERCIO O PROFUNDIDAD	PORCENTAJE DE ÉXITO
<b>Hülsmann &amp; Schinkel (1999)</b>	Cervical	100%
	Medio	68%
	Apical	59%
	Pasando el ápice	43%
	Conducto completo	100%
<b>Suter et al. (2005)</b>	Cervical	89.47%
	Medio	87.10%
	Apical	87.50%
	Pasando el ápice	0%
	Conducto completo	100%
<b>Cujé et al. (2010)</b>	Cervical	100%
	Medio	100%
	Apical	93%
	Pasando el ápice	0%
	Conducto completo	100%
<b>Chen et al. (2015)</b>	4-6mm	98.2%
	6-8mm	86.1%
	8-10mm	68.6%
	>10 mm	36.7%



**FIG 15.** Cuadro comparativo de diferentes estudios. Porcentajes de éxito en la recuperación de instrumentos en relación al tercio o profundidad en la que se encuentre el instrumento.<sup>16,19,20,66</sup>

Fuente: directa.

- RELACIÓN LOCALIZACIÓN DEL INSTRUMENTO/CURVATURA.

En reportes de la literatura se demuestra que se tendrá menor éxito al intentar recuperar instrumentos separados si estos se encuentran en la curvatura o debajo de ella, en comparación con conductos rectos o si el instrumento se localiza antes de la curvatura (Fig 16).

ESTUDIO	UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO EN RELACIÓN A LA CURVATURA	% DE ÉXITO
<b>Hülsmann &amp; Schinkel (1999)</b>	Conductos rectos	82%
	Coronal a la curvatura	89%
	En la curvatura	58%
	Apical a la curvatura	52%
<b>Shen et al. (2005)</b>	Conductos rectos	100%
	Coronal a la curvatura	100%
	En la curvatura	60%
	Apical a la curvatura	31%
<b>Cujé et al. (2010)</b>	Conductos rectos	100%
	Coronal a la curvatura	100%
	En la curvatura	96%
	Apical a la curvatura	85%

**FIG 16.** Cuadro comparativo de diferentes estudios. Porcentajes de éxito en la recuperación de instrumentos según la ubicación del instrumento en relación a la curvatura.<sup>19,20,65</sup>

Fuente: directa.





Chen y sus colaboradores evaluaron la localización no por tercios, sino por la profundidad en milímetros a la que se encuentra el instrumento y lo relacionan con el ángulo de la curvatura de la raíz, sugiriendo que son los factores principales que pueden predecir la tasa de recuperación (Fig 17); en términos generales, mientras menor sea su profundidad y menor sea el ángulo de la curvatura, habrá mayor probabilidad de recuperación del instrumento, es importante mencionar que este estudio se realizó bajo el uso del MOD.<sup>16</sup>

Depth (mm)	Cur (°)											
	15	16	17–20	21–24	25–28	29–32	33–37	38–41	42–45	46–49	50–53	≥54
4	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.8	>99.2	>97.5	>92.4	>78.8	>53.3	<45.9
5	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.8	>99.4	>97.4	>92.1	>78.2	>52.5	<45.2	<20.2
6	>99.9	>99.9	>99.9	>99.8	>99.3	>98.0	>91.9	>77.7	>51.7	<44.5	<19.6	<7.0
7	>99.9	>99.9	>99.8	>99.3	>97.9	>93.6	>77.1	>50.8	<43.5	<19.1	<6.8	<2.2
8	>99.8	>99.7	>99.3	>97.9	>93.4	>81.4	>50.0	<42.7	<18.6	<6.6	<2.1	<0.7
9	>99.4	>99.3	>97.8	>93.2	>80.9	>56.6	<49.3	<18.1	<6.4	<2.1	<0.7	<0.2
10	>98.3	>97.7	>93.0	>80.4	>55.7	<48.4	<22.4	<6.2	<2.0	<0.7	<0.2	<0.06
11	>94.5	>92.8	>79.9	>54.9	<47.6	<21.8	<7.9	<2.0	<0.6	<0.2	<0.06	<0.02
12	>83.7	>79.3	>54.1	<46.8	<21.2	<7.7	<2.5	<0.6	<0.2	<0.06	<0.02	<0.006
13	>60.5	>53.3	<46	<20.7	<7.4	<2.4	<0.8	<0.2	<0.06	<0.02	<0.005	<0.002
≥14	<31.3	<25.3	<20.5	<7.2	<2.5	<0.8	<0.3	<0.06	<0.02	<0.005	<0.002	<0.0005

Cur = root canal curvature; depth = depth of broken instruments.

**FIG 17.** Modelo estadístico de la tasa de recuperación de instrumentos que relaciona diferentes combinaciones de curvaturas de la raíz y profundidad del instrumento separado.

La tabla horizontal es la curvatura de la raíz que va de 15° a >54°, el título vertical es la profundidad del instrumento, incrementado de 4mm a 14mm. El profesional puede predecir la tasa de recuperación del instrumento midiendo su profundidad y el ángulo de la curvatura. Si la predicción es >0.5, la tasa de recuperación será lo suficientemente alta para intentar recuperar el instrumento. Si la predicción es <0.5, la recuperación no es recomendada, en este caso será mejor sobrepasar el instrumento o la remoción quirúrgica en lugar de intentar la recuperación no quirúrgica del instrumento bajo MOD.

Fuente: Chen L. Li X. Yang-xi C. Yuan L. Xiao-lin C. Yao L. et al. A statistical model for predicting the retrieval rate of separated instruments and clinical decision-making. *Journal of Dental Science*. 2015;10(4):428.



#### 4.1.7 LONGITUD DEL INSTRUMENTO

En diversos estudios se ha propuesto que fragmentos más largos (>5mm) serán más fáciles de recuperar que fragmentos pequeños (<5mm)<sup>60</sup> (Fig 18). McGuigan y coautores, reportaron que la longitud del instrumento no tiene influencia significativa en la tasa de recuperación de instrumentos.<sup>16</sup>

ESTUDIO	LONGITUD	% DE ÉXITO
<b>Hülsmann &amp; Schinkel (1999)</b>	<5 mm	62%
	5 – 10mm	79%
	10.5 – 15mm	89%
<b>Shen et al. (2005)</b>	<5 mm	44%
	>5mm	60%
<b>Cujé et al. (2010)</b>	<5mm	97%
	5 – 10 mm	76%
	10 – 15 mm	100%
<b>Chen et al. (2015)</b>	3-5 mm	67.7%
	>5 mm	91.3%

FIG 18. Cuadro comparativo de diferentes estudios. Porcentajes de éxito en la recuperación de instrumentos en relación a la longitud del instrumento.<sup>16,19,20,65</sup>  
Fuente: directa.

#### 4.1.8 MATERIAL DEL INSTRUMENTO

Se considera que los instrumentos de acero inoxidable son más fáciles de recuperar en comparación con los de Ni-Ti, ya que estos son más propensos a una fractura secundaria durante el proceso de remoción como consecuencia de la acumulación de calor provocado por la vibración ultrasónica, otra explicación que se sugiere es que debido a la fatiga cíclica, el instrumento puede fracturarse en el tercio apical, en la curvatura o debajo de ella, lo que resulta en la disminución del éxito de la recuperación.<sup>60</sup>



---

---

## **4.2 ELECCIÓN DEL TRATAMIENTO**

Cuando un instrumento se separa en los conductos, existen diversas opciones de tratamiento, el manejo deberá basarse en el efecto del instrumento en el pronóstico del tratamiento endodóncico así como en los factores antes mencionados.

### **4.2.1 INSTRUMENTO SEPARADO IN SITU**

Estudios que preceden a el uso del MOD, recomiendan que los instrumentos separados deben dejarse in situ y el tratamiento de conductos puede ser completado en la preparación biomecánica y obturación hasta la parte coronal del fragmento separado, esto se sugiere ya que el instrumento por sí mismo no afecta el pronóstico del tratamiento, en cambio, es mayor el riesgo de complicaciones debido a la remoción del instrumento.<sup>60</sup>

Por otro lado, si el instrumento es descubierto como un hallazgo radiográfico y no existe sintomatología, se debe informar al paciente y dejar en observación.

### **4.2.2 BYPASS**

Esta técnica es conservadora, se sugiere en casos donde el acceso al fragmento separado es difícil, por ejemplo, en el tercio apical o debajo de la curvatura, aunque, se ha descrito que, si el instrumento puede ser sobrepasado, tendrá grandes posibilidades de ser recuperado,<sup>60</sup> por este motivo se considera uno de los primeros pasos para la recuperación de un instrumento ya que reduce el contacto entre el instrumento y la dentina radicular creando un espacio para poder insertar otros instrumentos como puntas ultrasónicas.



---

Para llevarlo a cabo se necesitan limas manuales, no se recomienda el uso de instrumentos rotatorios de Ni-Ti debido al riesgo de una nueva separación.

Se utilizan instrumentos K-File de bajo calibre ISO 8 y 10 que deben precurvarse e introducirse al conducto con ligera presión y giros de  $\frac{1}{4}$  de vuelta para intentar insertarlo entre la pared del conducto y el fragmento separado hasta llegar a la longitud de trabajo, después se sigue conformando el conducto y se obtura incorporando el instrumento separado con la gutapercha, se recomiendan técnicas de obturación termo plastificada. Durante este procedimiento se deben tomar radiografías para detectar cualquier posible transportación y/o perforación.<sup>17,36</sup>

Para realizar esta técnica se necesita paciencia y en la mayoría de los casos no requiere utilizar MOD ya que depende de la sensación táctil del clínico.<sup>17</sup>

#### **4.2.3 RECUPERACIÓN DEL INSTRUMENTO**

En los últimos años ha sido sugerido que siempre se debe de intentar recuperar un instrumento fracturado y que el fragmento solo debe ser retenido cuando la remoción no quirúrgica no ha sido exitosa.

Diversas técnicas y sistemas han sido desarrolladas para facilitar la remoción de obstrucciones, pueden ser clasificadas en tres grupos: pinzas/fórceps; técnicas con microtubos; y técnicas con ultrasonido.

#### **4.2.4 RECUPERACIÓN QUIRÚRGICA**

Las técnicas quirúrgicas para la recuperación de instrumentos deben considerarse cuando:

- Han fracasado otras opciones no quirúrgicas, surge algún problema después del tratamiento y es necesario conservar el diente debido a su importancia estratégica.



- Debe ser considerado tratamiento de primera opción cuando existe algún problema perirradicular al momento de la fractura, especialmente si el instrumento separado se encuentra en el tercio apical y la infección extrarradicular es persistente.
- Si el instrumento se encuentra afuera de la raíz.
- Si hay que sacrificar una gran cantidad de dentina para poder extraerlo por vía ortógrada.

Entre las técnicas quirúrgicas cabe destacar la cirugía radicular, la reimplantación intencionada, la amputación radicular o la hemisección.<sup>3</sup>

#### **4.2.5 EXTRACCIÓN**

Esta opción a pesar de no ser de primera ni segunda elección, debe ser planteada al paciente, ya que por lo general este tratamiento se elige por los factores relacionados al paciente tales como el tiempo, el costo y la incertidumbre.<sup>60</sup>

Otros factores para que sea considerada la extracción, será cuando el diente no sea restaurable antes o después de intentar recuperar el instrumento; cuando se haya eliminado gran cantidad de dentina radicular; cuando existan perforaciones que comprometen el pronóstico del tratamiento de conductos y/o la restauración del diente; o cuando se ha producido una fractura radicular.



---

---

## **CAPÍTULO V. TÉCNICAS Y SISTEMAS PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS**

### **5.1 PINZAS ESPECIALIZADAS**

Estos instrumentos se pueden utilizar en casos donde los objetos a extraer sean clínicamente visibles y su separación se haya efectuado en el tercio coronal.

Para utilizarlos se debe sujetar el instrumento separado con el hemostato o las pinzas y realizar un ligero movimiento en sentido antihorario para desenroscar las estrías del instrumento, después se tracciona.

También se utilizan para retirar el instrumento del conducto después de llevar a cabo otras técnicas como el uso de ultrasonido.<sup>3,34,36</sup>

#### **5.1.1 PINZAS STIEGLITZ**

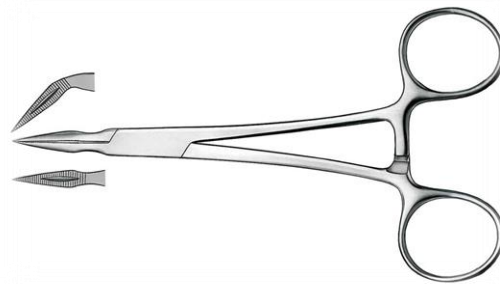
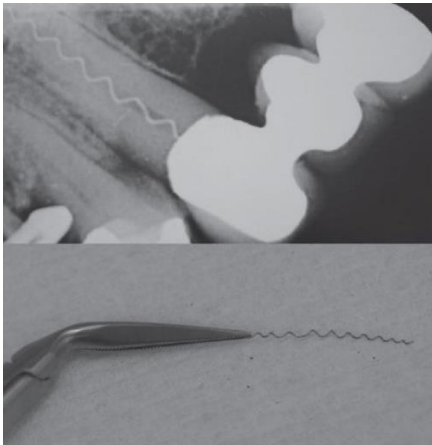
Son instrumentos con puntas ranuradas y puntiagudas, debido a su tamaño, son demasiado grandes para poder usarlos en accesos pequeños. Se pueden encontrar en angulaciones de 45° o 90°, también pueden ser rectas (Imagen 16).

#### **5.1.2 PINZAS PARA ESPINAS PEET**

Se utilizan en cavidades de acceso más profundas debido a que sus puntas se estrechan de manera más gradual. Se puede encontrar curvada o en angulaciones de 45° y 90° (Imagen 17).

#### **5.1.3 PINZAS MOSCO CURVADAS HARTMANN**

También se les conoce como pinzas de mosquito, miden 9 centímetros y se les encuentra rectas o curvas<sup>34</sup> (Imagen 18).



**Imagen 16.** Pinzas Stieglitz.

Fuente: <https://www.henryschein.es>



**Imagen 17.** Pinzas para espinas peet.

Fuente: <https://www.kohler-medizintechnik.de>



**Imagen 18.** Pinzas mosquito curvadas Hartmann.

Fuente: <https://www.henryschein.es>

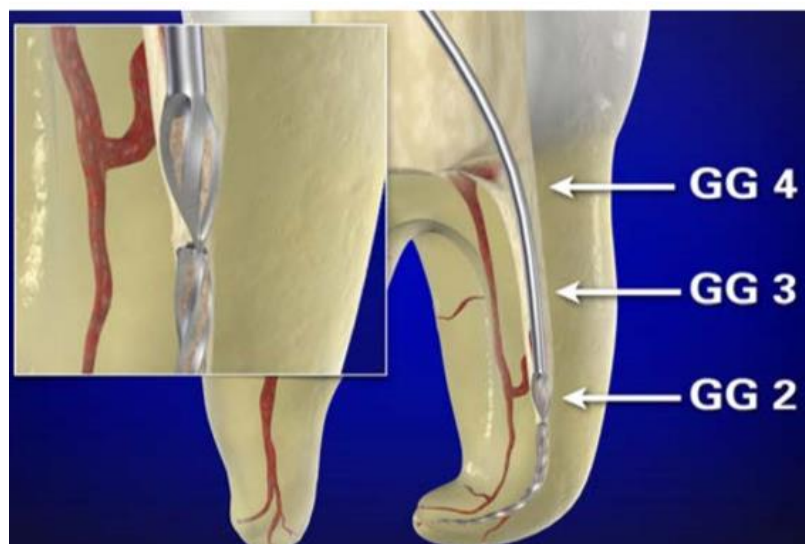
## 5.2 TÉCNICAS

Los siguientes métodos han sido ideados por operadores, que, integrando sus conocimientos, lógica y creatividad, han desarrollado técnicas alternativas a las comerciales para la extracción de instrumentos separados. Estas técnicas son simples, económicas y pueden resultar exitosas.

### 5.2.1 GATES GLIDDEN

Se utilizan para la creación de un acceso la línea recta o una superficie de apoyo, que servirá para que cualquier dispositivo o método de recuperación, tenga una vía de inserción directa al instrumento separado, además de mejorar la visibilidad.

Se utilizan con técnica Crown down en las porciones rectas del conducto (Imagen 19), generalmente la GG #4 será útil en la porción cervical para abrir el acceso, seguida de una GG #3 y una GG #2 que llegan cerca de la parte coronal del instrumento.<sup>3,56</sup>

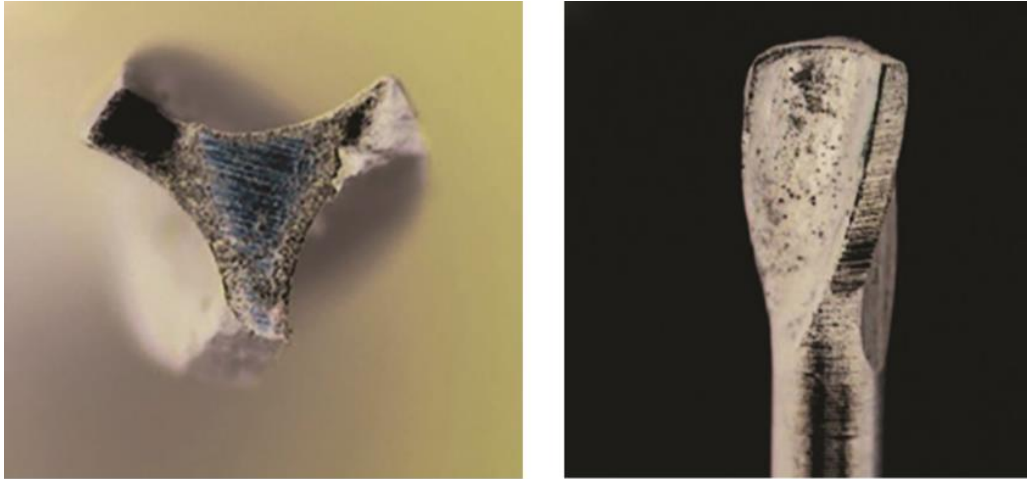


**Imagen 19.** Uso de gates Glidden para un acceso recto.

Fuente: Ruddle CJ. Broken instrument removal, The Endodontic Challenge. Advanced endodontics. 2018. Pp. 2.



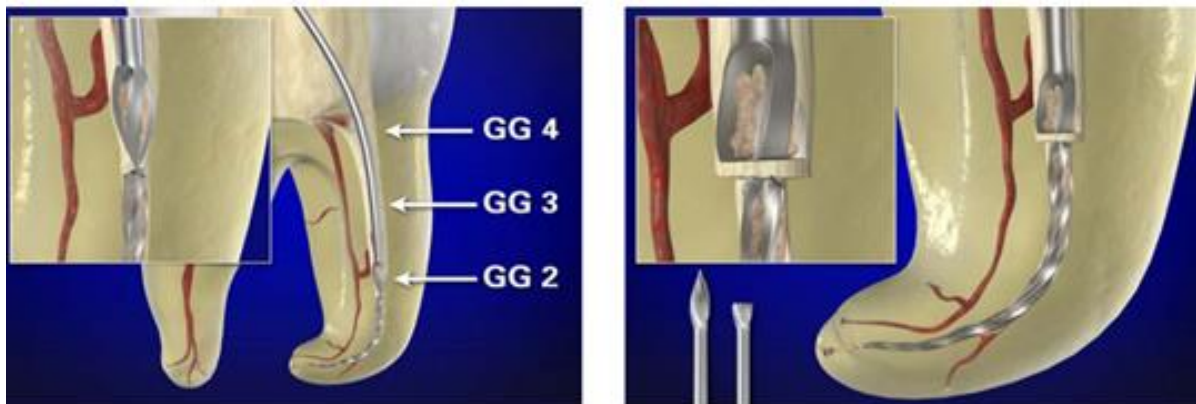
Para crear una superficie de apoyo, las fresas Gates Glidden se modifican realizándoles un corte en su sección transversal de mayor diámetro (Imagen 20).



**Imagen 20.** Gates Glidden modificada.

Fuente: Borisova-Papancheva T, Stankova S. Conservative management of intracanal separated endodontic instruments – treatment decisions and related factors. Scripta Scientifica Medicinae Dentalis. 2017; 3(1). Pp. 27.

Se debe seleccionar la fresa que tenga un diámetro similar al del instrumento fracturado en la porción de su separación, después se introduce en el conducto rotando en sentido antihorario hasta que contacte directamente con la obstrucción (Imagen 21), de esta manera se facilita el uso de ultrasonidos y diversas técnicas para retirar obstrucciones de los conductos.<sup>56</sup>



**Imagen 21.** Creación de una plataforma de apoyo.

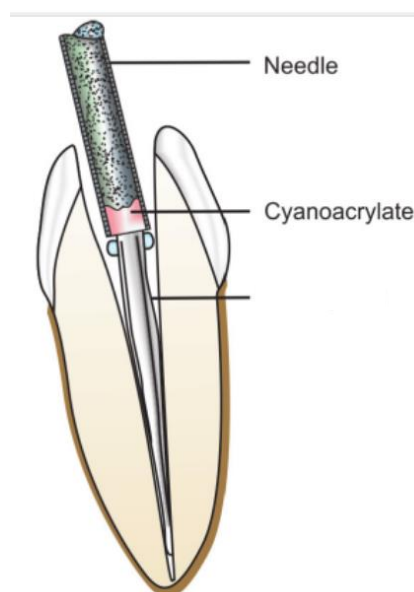
Fuente: Ruddle CJ. Broken instrument removal, The Endodontic Challenge. Advanced endodontics. 2018. Pp. 2.

## 5.2.2 USO DE CIANOACRILATO

Taintor y cols. propusieron esta técnica empleando cianoacrilato y agujas hipodérmicas sin bisel, el calibre será elegido según la luz de la aguja se adapte al extremo de la punta del instrumento (Imagen 22).<sup>31</sup>

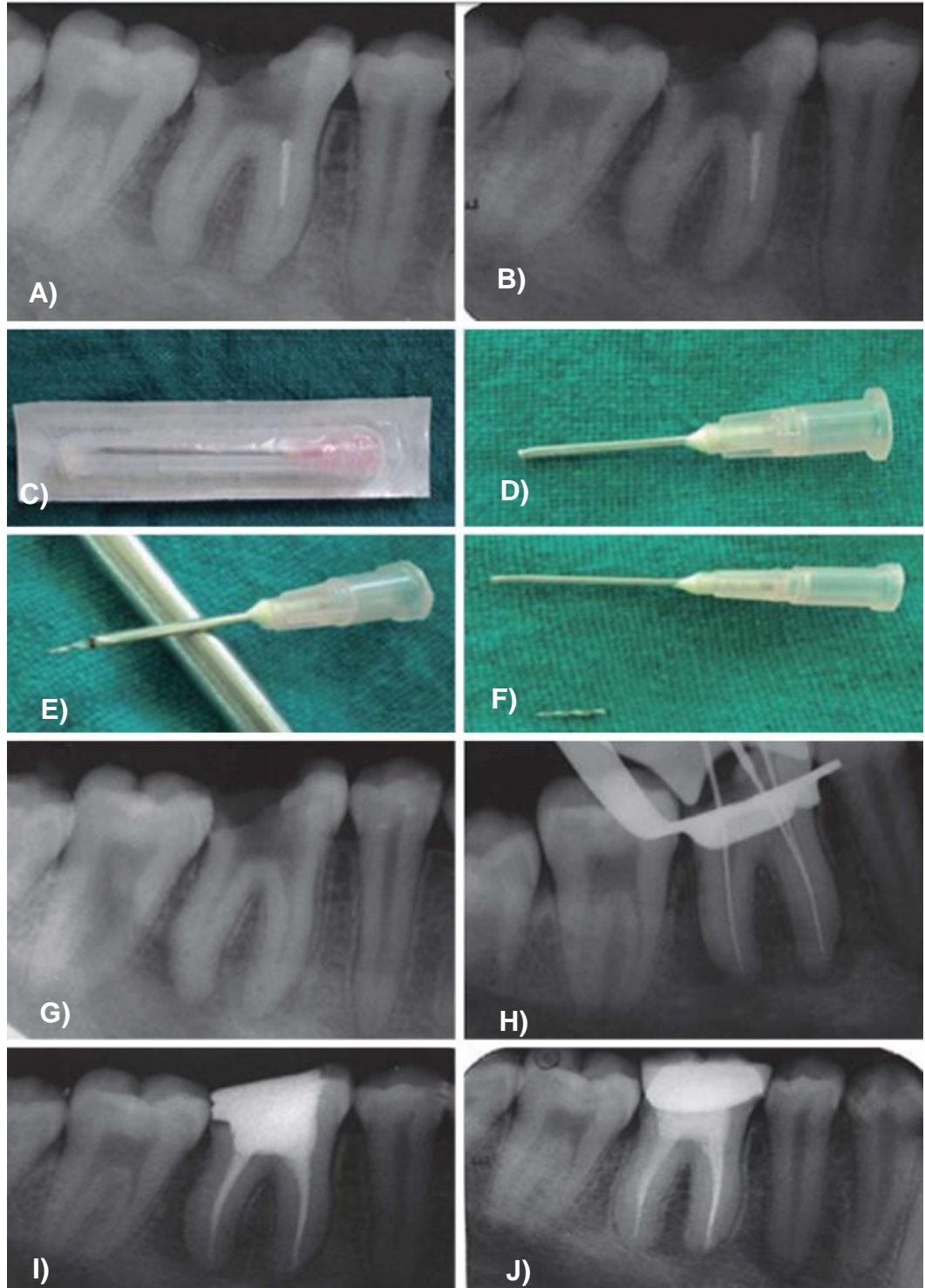
Pasos:

- 1) Eliminar la punta de la aguja hipodérmica para crear un microtubo.
- 2) Probar la vía de inserción, de ser necesario se eliminan las interferencias de los tercios cervical y medio con Gates Glidden modificadas.
- 3) Se coloca vaseline en el exterior del microtubo.
- 4) Se coloca cianoacrilato en el interior del microtubo y se lleva al conducto, una vez en su lugar se evita realizar movimientos durante tres minutos.
- 5) Se remueve el microtubo y el instrumento separado con una ligera rotación en sentido antihorario y movimiento de tracción.<sup>30</sup>



**Imagen 22.** Técnica con cianoacrilato.

Fuente: Canalda Sahli C. Aguadé Brau E. Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas. 4ta edición. ELSEVIER. 2019. Pp. 308





**Imagen 23.** A) Instrumento separado en la raíz mesial; B) Eliminación de la dentina que rodea el instrumento, se utilizaron Gates Glidden; C) Aguja 18G; D) eliminación la punta con discos de carburo; E) y F) Instrumento fracturado adherido al microtubo; G) confirmación de la eliminación del instrumento; H) Longitud de trabajo; I) Radiografía final; J) radiografía de seguimiento a dos años.<sup>22,30</sup>

Fuente: Andrabi SM. Kumar A. Iftexhar H. Alam S. Retrieval of a separated nickel-titanium instrument using a modified 18-gauge needle and cyanoacrylate glue: a case report. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2013; ;38(2):94.

### 5.2.3 USO DE COMPOSITES

Un método similar a la técnica de cianoacrilato, es el uso de composites; los pasos son los mismos, pero se deberá colocar resina en el interior del microtubo.

Un análisis in vitro describe el uso de agujas 22G y composite fotocurable Suferil SRD<sup>MR</sup> (Dentsply), indican fotocurar durante 1.5 minutos a través de un cable de fibra óptica de al menos 0.5mm de diámetro que será insertado en el otro extremo del microtubo y estará en contacto con la lámpara de fotopolimerizar (Imagen 24). También es posible realizarlo con resina de curado dual como Rebuilda DC<sup>MR</sup> de la casa VOCO, pero el tiempo de polimerización sin lámpara de fotocurado, es de 30 minutos.<sup>32</sup>



**Imagen 24.** Microtubo y cable de fibra óptica necesario para la polimerización de la resina.<sup>32</sup>

Fuente: Wefelmeier M. Eveslage M. Bürklein S. Ott K. Kaup M. Removing fractured endodontic instruments with a modified tube technique using a light-curing composite. *JOE* [Internet]. 2015 [citado 25 sept 2019]; 41: 735



---

---

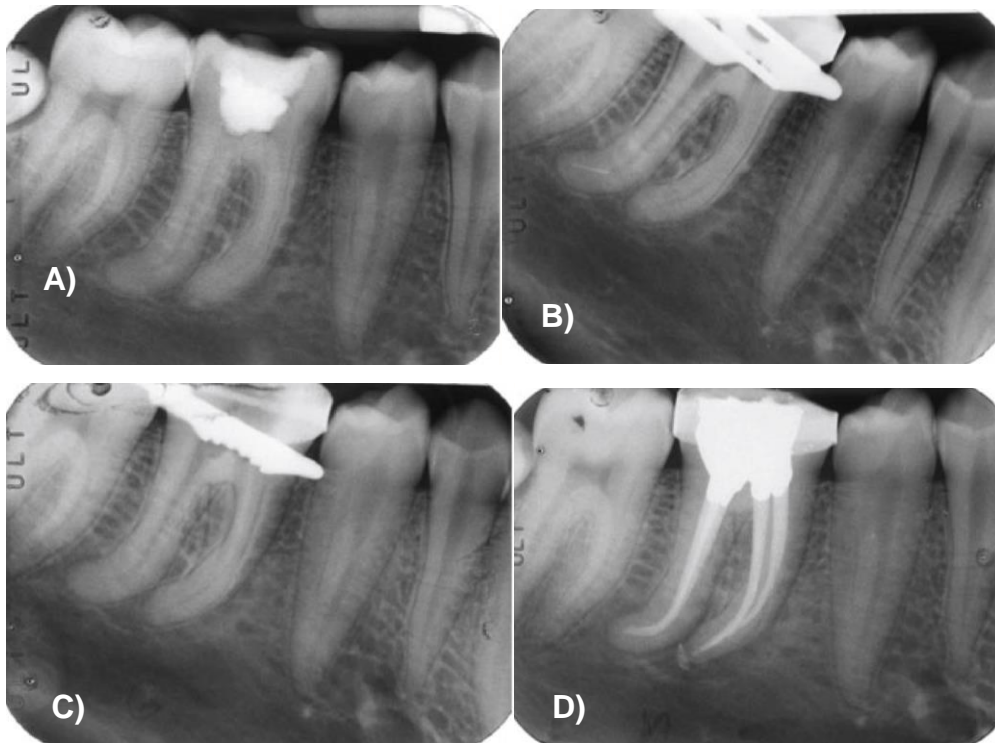
## 5.2.4 TÉCNICA DE GUTAPERCHA REBLANDECIDA

En comparación con otras técnicas, la técnica de gutapercha reblandecida es una opción conservadora, ya que no requiere remoción de dentina; es rápida, simple y puede realizarse sin el uso de magnificación.

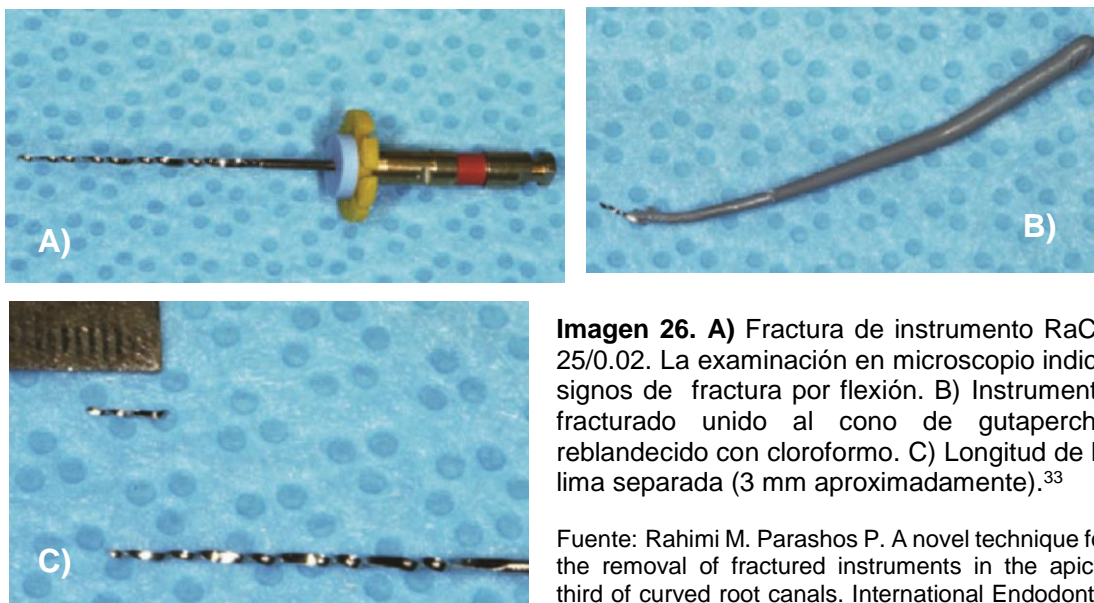
Pasos:

- 1) Sobrepasar el instrumento con limas H ISO 8, 10 y 15.
- 2) Elegir un cono de gutapercha según el tercio de la raíz y el calibre del instrumento.
- 3) Sumergir la punta del cono de gutapercha (2-3 mm) en cloroformo durante 30 segundos.
- 4) Llevar la gutapercha al conducto radicular y esperar aproximadamente 3 minutos para su endurecimiento.
- 5) Remover realizando delicados movimientos en sentido antihorario junto con movimiento de tracción.

Rahimi y Parashos reportaron un caso de remoción de un instrumento rotatorio de Ni-Ti (RaCe), en el tercio apical del conducto disto vestibular de un OD 46, cuya curvatura de la raíz distal oscilaba entre los 80° y 85°. Utilizando limas Hedström e irrigación con hipoclorito lograron sobrepasar parcialmente el instrumento; después, utilizando la técnica de gutapercha reblandecida, lograron recuperar el instrumento (Imagen 25 y 26).<sup>33</sup>



**Imagen 25.** . A) Radiografía inicial; B) Instrumento RaCe 25/0.02 fracturado en el conducto disto vestibular, C) Confirmación de la eliminación del instrumento; D) Radiografía final.<sup>33</sup>



**Imagen 26.** A) Fractura de instrumento RaCe 25/0.02. La examinación en microscopio indica signos de fractura por flexión. B) Instrumento fracturado unido al cono de gutapercha reblandecido con cloroformo. C) Longitud de la lima separada (3 mm aproximadamente).<sup>33</sup>

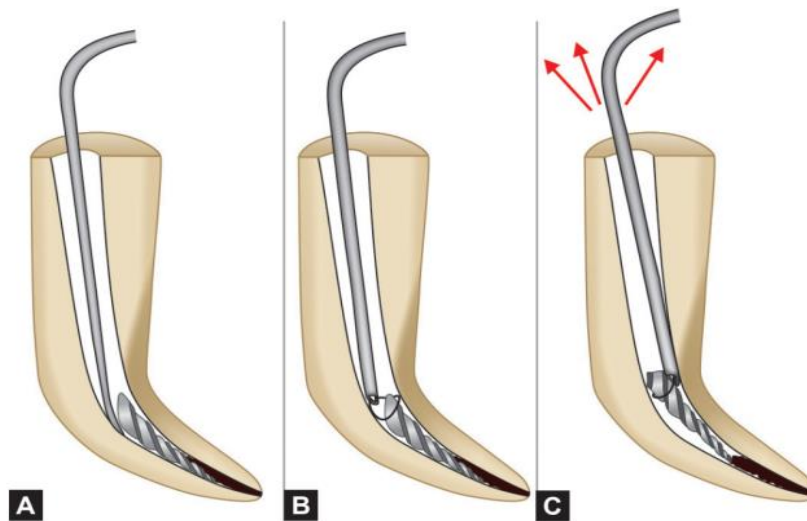
Fuente: Rahimi M. Parashos P. A novel technique for the removal of fractured instruments in the apical third of curved root canals. International Endodontic Journal. 2009; 42; 264-270

## 5.2.5 TÉCNICA DE LOOP

Para esta técnica se requieren agujas hipodérmicas de calibre 25, 22 o 21 y alambre de ligadura de acero de 0.08mm, 0.11mm o 0.14 mm, según sea el caso.

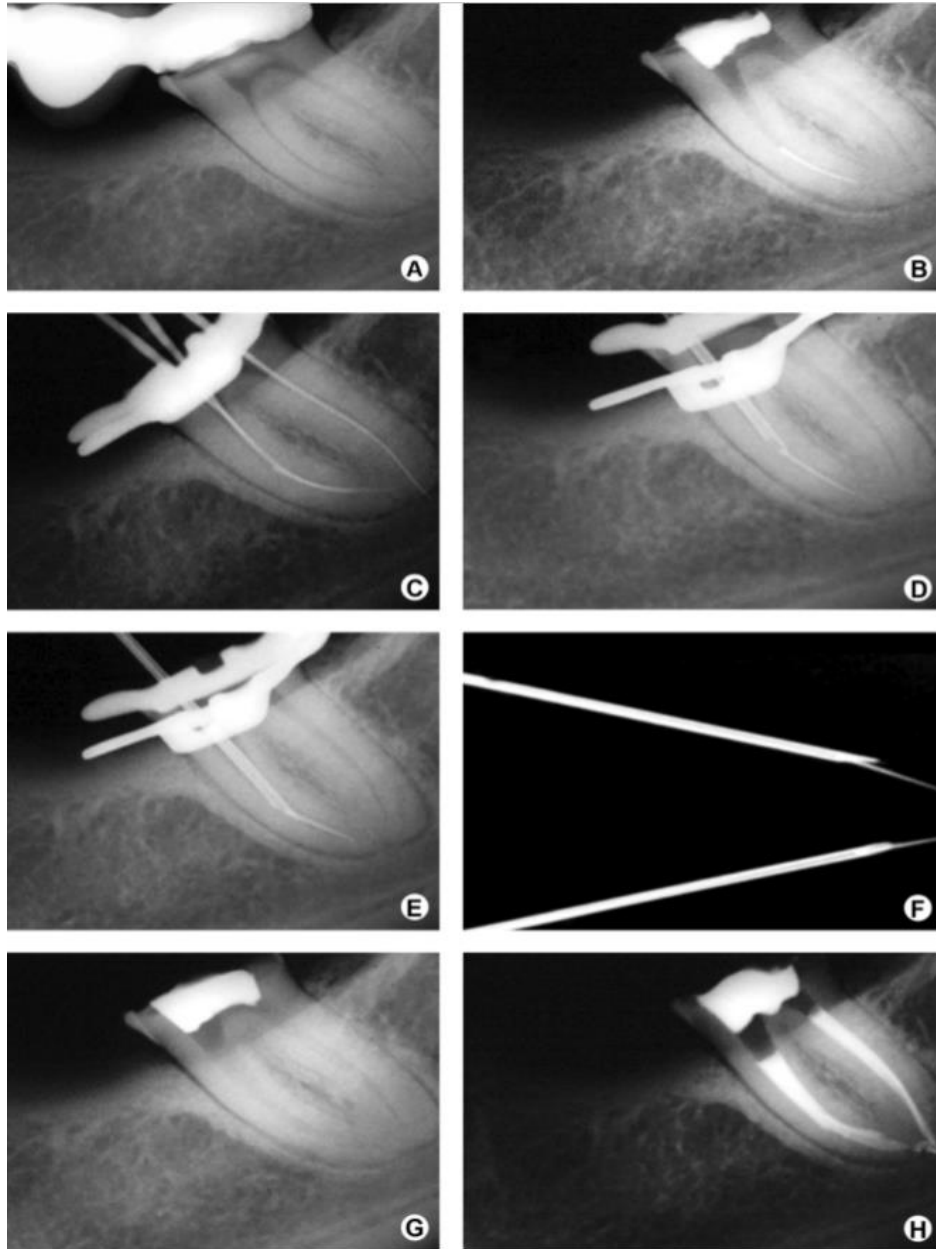
Pasos:

1. Cortar la aguja para eliminar el extremo biselado y el extremo opuesto que sobresale del conector.
2. Se crea un asa o loop al pasar los dos extremos del alambre a través de la punta de la aguja hasta que salgan por el extremo del conector.
3. El loop se debe angular a 45° utilizando la punta de un instrumento, puede ser un DG16.
4. Se introduce el asa dentro del conducto, pasando alrededor del instrumento separado.
5. Una vez sujetado, se utilizan unas pinzas hemostáticas de mosquito y se tira de los extremos libres del alambre con la finalidad de tensar el loop alrededor de la obstrucción.
6. Se extrae todo el conjunto (Imagen 27).<sup>3,27,28</sup>



**Imagen 27.** A) Acceso en línea recta hasta el instrumento fracturado; B) Técnica de loop para recuperar instrumento; C) remoción del instrumento.

Fuente: Garg N. Garg N. Textbook of endodontics. 4<sup>th</sup> edition. Jaypee Brothers medical publishers. 2019. Pp. 353-356



**Imagen 28.** Secuencia de la remoción de un instrumento utilizando la técnica de loop. A) Radiografía inicial; B) Instrumento separado en el conducto medio vestibular; C) Se sobrepasa el instrumento fracturado con una lima K-File #15; D) y E) Inserción de la aguja en el conducto, se rodea el instrumento fracturado; F) Radiografía que muestra la unión entre el fragmento de la lima y la aguja; G) Se confirma la eliminación del instrumento; H) Radiografía final.

Fuente: Brito M. Normanha JA. Camilo CC. Et al. Alternative Techniques to Remove Fractured Instrument Fragments from the Apical Third of Root Canals: Report of Two Cases. *Braz Dent J.* 2015; 26(1): 82.

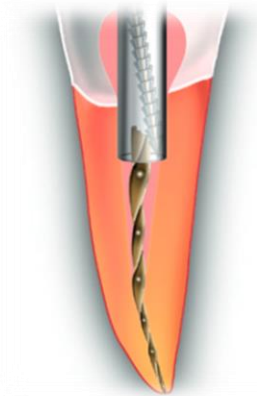


## 5.2.6 TÉCNICA CON LIMAS HEDSTRÖEM

Es una técnica relativamente sencilla en la que se utilizarán limas Hedström y microtubos similares a los utilizados en la técnica de cianoacrilato.

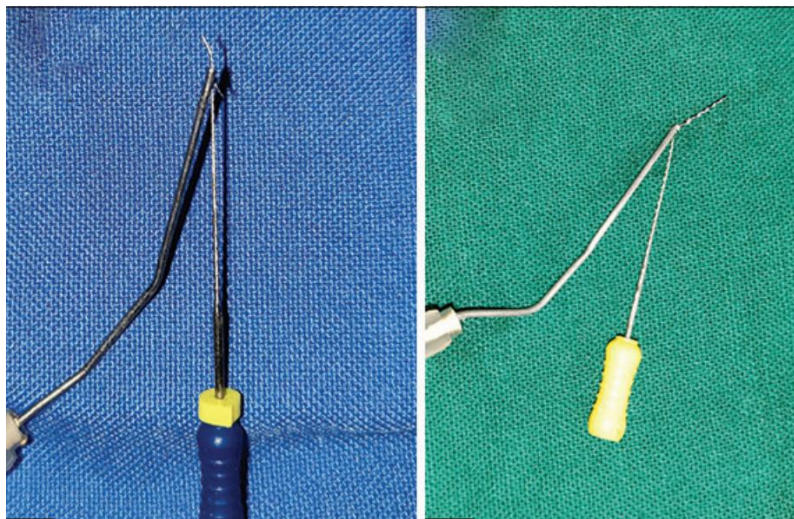
Pasos:

- 1) Introducir el microtubo en el conducto hasta llegar al instrumento separado.
- 2) Introducir lima H de bajo calibre entre el tubo y la obstrucción (Imagen 29).
- 3) Aplicar un movimiento de rotación en sentido antihorario para producir la unión mecánica del tubo, la lima H y el instrumento fracturado.
- 4) Se extraen los tres objetos tirando de ellos en dirección coronal<sup>3</sup> (Imagen30)



**Imagen 29.** Técnica de microtubo con lima Hedström.

Fuente: Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Cohen, Vías de la Pulpa. 11ª ed. Elsevier; 2014. Pp.367



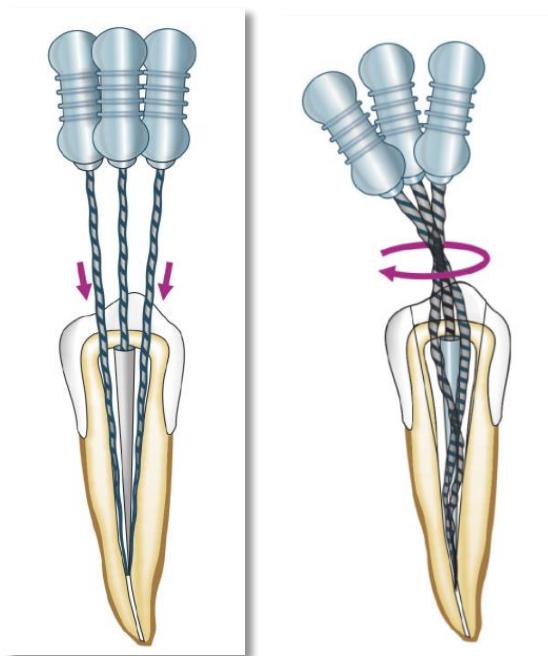
**Imagen 30.** Recuperación de instrumentos con microtubo y limas H 30 y 20.<sup>27</sup>

Fuente: Vyavahare N, Kulkarni M, Desai N. Retrieval of a separated nickel–titanium instrument and a stainless-steel H-file using a novel tube, loop and file technique. J Int Clin Dent Res Organ 2018; 10:88-92

Existe otra técnica con limas Hedström, llamada “técnica de trenzado”; requiere espacio suficiente para poder introducir limas alrededor del instrumento separado.

Pasos:

- 1) Se utilizan limas K de bajo calibre para sobrepasar el instrumento hasta el punto más apical posible.
- 2) Una vez que las limas K abrieron paso, se introducen limas H de calibres similares, en dos o tres zonas alrededor de la obstrucción.
- 3) Se realiza un suave movimiento de atornillamiento para evitar su fractura (Imagen 31).
- 4) Las limas y el instrumento se extraen realizando movimiento de tracción (Imagen 32), este paso se facilita si la tracción se realiza con pinzas hemostáticas.<sup>3,34,35</sup>



**Imagen 31.** Técnica de trenzado.  
Fuente: Garg N. Garg N. Textbook of endodontics. 4<sup>th</sup> edition. Jaypee Brothers medical publishers. 2019. Pp. 353-356



**Imagen 32.** Técnica de trenzado utilizada para eliminar cono de plata.  
Fuente: Gutmann JL. Lovdahl PE. Solución de problemas en endodoncia, prevención, identificación y tratamiento. 5ta ed. ELSEVIER. 2012. Pp.290.



---

La literatura refiere que las limas Hedström no agarran bien a otras de acero inoxidable y esta técnica no suele funcionar bien con este tipo de instrumentos, pero puede utilizarse en instrumentos con estrías más separadas como las fresas peeso o endo Z, también puede utilizarse para extraer conos de plata o similares.<sup>34,35</sup>

### 5.2.7 TÉCNICA CON ULTRASONIDO

En la actualidad, esta técnica es una de las más comunes y estudiadas, requiere de un aparato con tecnología piezoeléctrica ultrasónica e instrumentos especializados llamados puntas ultrasónicas, el material, longitud e indicaciones de estos instrumentos puede variar según el fabricante. Algunos ejemplos de puntas ultrasónicas son:

- ProUltra<sup>MR</sup> EndoTips (Dentsply).

Tienen forma angulada, lo que permite su uso en todos los cuadrantes, están diseñadas para utilizarse sin irrigación, por lo que permiten mejor visibilidad, eficacia y seguridad. Las puntas del número 1 al 5 tienen un recubrimiento de zirconio y las 6-8 son de una aleación especial de titanio; tienen longitudes de 17mm (1 y 2), 18 mm (3), 20 mm (4 y 6), 24 mm (5 y 7), 27 mm (8).

Usos recomendados:

- Eliminación de restauraciones dentales, postes y núcleos: 1-2
- Descubrimiento de conductos calcificados o estrechos y cálculos pulpares o calcificaciones: 2-3
- Eliminación precisa de dentina: 2-5
- Vibración del MTA para que fluya con precisión hacia el defecto radicular: 4-8
- Eliminación de materiales de obturación e instrumentos separados: 3-8



**Imagen 33.** ProUltra<sup>MR</sup> Endo Tips, Dentsply.  
Fuente: <http://www.dentsply.com.mx>

- Endo Success<sup>MR</sup> Retreatment (Satelec).

El kit contiene seis puntas de ultrasonido y tres más de venta individual, que están indicadas para casos complejos. Para la remoción de instrumentos separados se recomiendan:

- ET20 y ET20D: para tratamientos en el tercio cervical de la raíz: extracción de material de obturación, conos de plata, instrumentos fracturados, postes de fibra. ET20D se encuentra con punta diamantada.
- ET25: punta con aleación de titanio-niobio. Se utiliza en los tercios medio y apical para la remoción de instrumentos fracturados.
- ET25S y ET25L: puntas con aleación de titanio-Niobio. ET25S (corta) indicada para el tercio cervical e istmos. ET25L (larga) se utiliza en el tercio apical.





**Imagen 34.** Endo Success<sup>MR</sup> Retreatment (Satelec).  
Fuente: [www.actreongroup.com](http://www.actreongroup.com)

- Puntas para Varios<sup>MR</sup> NSK.
- E7 y E8: Indicada para la remoción de empastes y materiales extraños, no precisa agua. Son compatibles con los ultrasonidos NSK y Satelec.

MODELO **E7**

• Para eliminación de empastes y materiales extraños



NSK Satelec<sup>®</sup> MODELO **E7** CÓDIGO DE PEDIDO **Z217307**

MODELO **E8**

• Para eliminación de empastes y materiales extraños



NSK Satelec<sup>®</sup> MODELO **E8** CÓDIGO DE PEDIDO **Z217308**

- E7D y E8D: tienen recubrimiento de diamante, se utilizan para la ampliación del canal radicular.

MODELO **E7D**

• Para ampliación del canal radicular



NSK Satelec® MODELO **E7D** CÓDIGO DE PEDIDO **Z217317**

MODELO **E8D**

• Para ampliación del canal radicular



NSK Satelec® MODELO **E8D** CÓDIGO DE PEDIDO **Z217318**

**Imagen 35. Puntas NSK.**

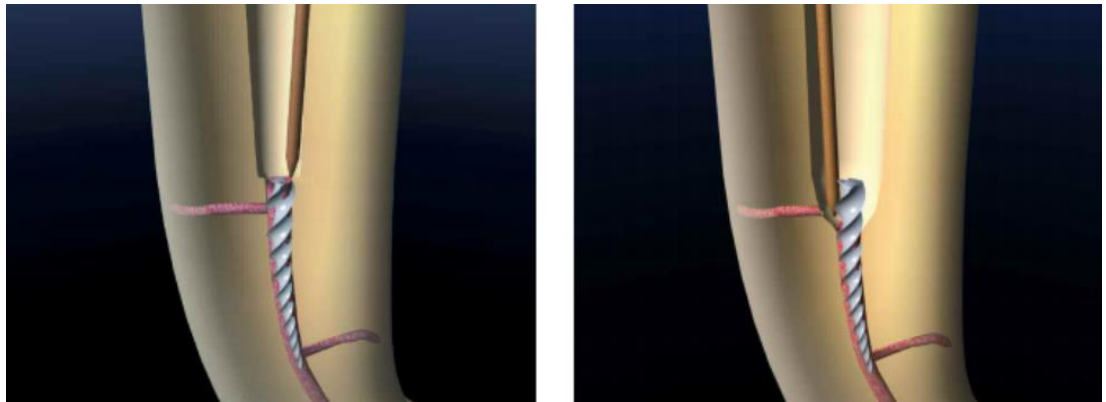
Fuente: [http://www.spain.nsk-dental.com/pdf/catalog/oralcare/tip\\_guide.pdf](http://www.spain.nsk-dental.com/pdf/catalog/oralcare/tip_guide.pdf)

### SECUENCIA CLÍNICA.

Está técnica fue descrita por C. Ruddle, quien recomienda el uso de magnificación.

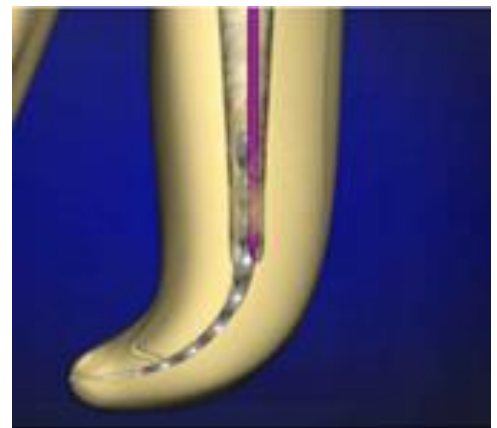
- 1) Creación de una plataforma de apoyo o montaje, se realiza con Gates Glidden que pueden estar modificadas.
- 2) Si es un diente multirradicular, se deberá colocar algodón en las entradas de los demás conductos para prevenir que el instrumento salga de un conducto y entre a otro.
- 3) Seleccionar una punta de ultrasonido con una longitud apropiada.

- 4) Activar el ultrasonido a la menor potencia posible y sin irrigación, ya que el conducto debe estar seco para permitir que el fragmento separado sea visible.
- 5) La punta de ultrasonido se coloca sobre la plataforma de apoyo, entre el extremo opuesto del instrumento separado y la pared del conducto.
- 6) Se realizan movimientos alrededor del instrumento en sentido antihorario. Si la lima corta en sentido antihorario entonces se realizan movimientos en sentido horario.



- 7) Una vez que la porción coronal del instrumento fracturado sea descubierta, este comenzará a moverse y es posible que salga abruptamente del conducto.<sup>3,42,54</sup>

Si el instrumento no se recupera, se deberán ocupar puntas con mayor longitud y menor diámetro y se deberá evaluar si es posible el uso de instrumentos con recubrimientos abrasivos, si la raíz es muy larga y el espacio es restrictivo, se debe optar por instrumentos de titanio, los cuales cortan suavemente.<sup>42</sup>



**Imagen 36 y 37.** Uso de puntas de ultrasonido.  
Fuente: Ruddle CJ. Non-surgical retreatment: post & broken instrument removal. *Advanced Endodontics*;2004. Pp. 16



---

Otra opción es removerlos con alguna técnica de microtubo, pero se deberá exponer de 2 a 3 mm de la parte coronal del instrumento.

Para evitar la producción excesiva de calor, se recomienda pulverizar agua/aire refrigerante constantemente durante su uso y parar frecuentemente para permitir que la superficie radicular se enfríe.<sup>3,42</sup>

Las tasas de éxito de la remoción de instrumentos con ultrasonido han sido analizadas en estudios in vitro e in vivo, Ward y colaboradores mencionan una tasa del 76.6%; Terauchi, un 83%; Souter y coautores, un 91.1%.<sup>53</sup> A pesar de estos resultados, de no tenerse cuidado, es posible realizar perforaciones, debilitamiento de la raíz y lesiones al ligamento periodontal por aumento de temperatura.<sup>3</sup>

## 5.3 SISTEMAS O KITS

### 5.3.1 KIT MASSERANN

El kit de instrumentos Masserann<sup>MR</sup> de la casa Micro-Mega (Francia), ha sido utilizado por alrededor de 40 años como una herramienta para retirar instrumentos fracturados de los conductos radiculares. La literatura reporta una tasa de éxito de 55%; en dientes anteriores se reporta un 73% de éxito y en dientes posteriores un 44%.<sup>37,38</sup>

Este equipo consiste en:

- **EXTRACTORES:** son dos mandriles de extracción, en su parte interna llevan una aguja que acuña el instrumento fracturado contra la pared interna del extractor (Imagen 38).

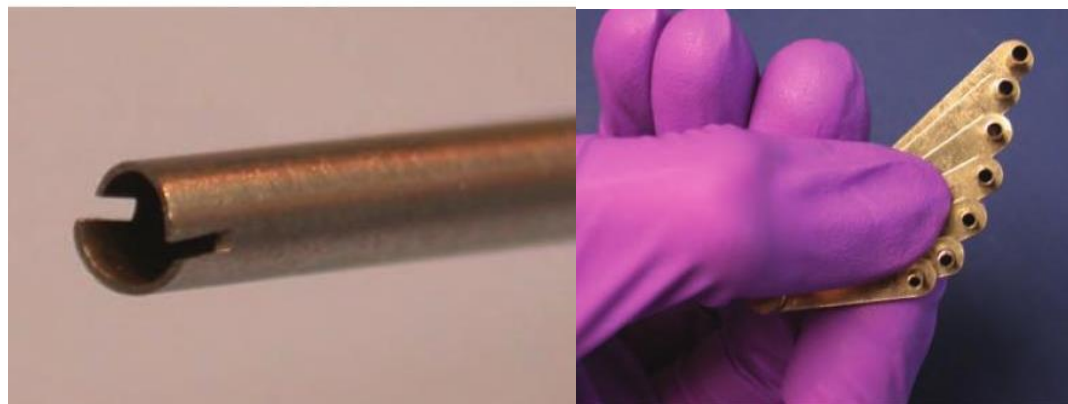




**Imagen 38.** Extractor.

Fuente: Canalda Sahli C. Aguadé Brau E. Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas. 4ta edición. ELSEVIER. 2019. Pp. 308-312 / Rhodes SJ. Advanced endodontics, clinical retreatment and surgery. Taylor & Francis Group. 2006. Pp. 58-65

- **TRÉPANOS:** están diseñados para remover dentina alrededor del instrumento separado, cortan en dirección antihoraria y deben ser utilizados entre 300 a 600 rpm o con el asa manual incluida en el kit.
- **CALIBRADOR:** Son utilizados para medir el tamaño del instrumento separado para poder elegir el trépano y el extractor adecuado.<sup>3,37,38,39</sup>



**Imagen 39.** Trépano y calibradores.

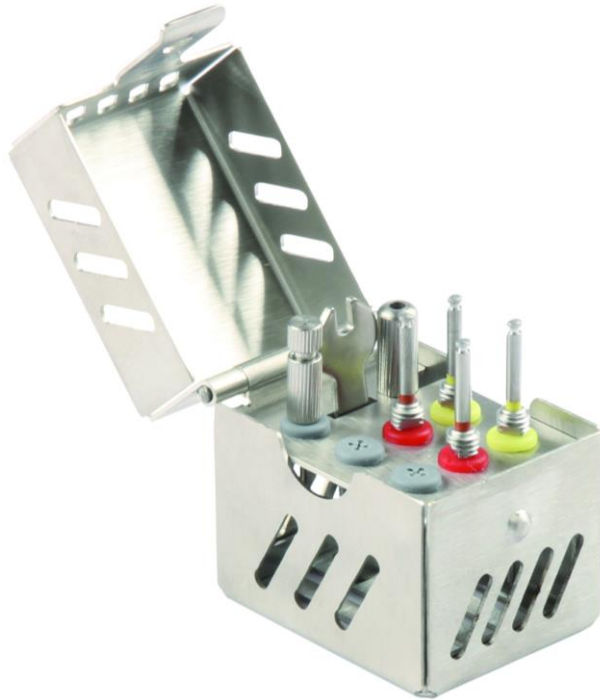
Fuente: Rhodes SJ. Advanced endodontics, clinical retreatment and surgery. Taylor & Francis Group. 2006. Pp. 58-65



### Presentaciones:

- Masserann<sup>MR</sup> Micro Kit (Imagen 40).
  - 1 caja esterilizable.
  - 1 extractor 1.2 mm.
  - 1 mango para trépano.
  - 1 llave.
  - 1 trépano de 1.2 mm (interior 0.9 mm) L: 21
  - 1 trépano de 1.2 mm (interior 0.9 mm) L: 25
  - 1 trépano de 1.3 mm (interior 1 mm) L: 21
  - 1 trépano de 1.3 mm (interior 1 mm) L: 25
  
- Masserann<sup>MR</sup> Complete Kit (Imagen 41).
  - 2 extractores de 1.2 mm.
  - 2 calibradores.
  - 2 trépanos (L: 21 y 25) de 1.1 mm – 2.4 mm (28 trépanos en total).
  - Fresa Gates Glidden #5.
  - Fresa Gates Glidden #6.
  - 1 llave.
  - 1 mango corto para trépano.
  - 1 mango largo para trépano.

Con esta versión del Kit Masserann es posible remover todo tipo de fragmentos metálicos (postes, conos de plata, fresas gates, limas fracturadas, etc).



**Imagen 40.** Masseran<sup>MR</sup> Micro Kit.

Fuente: [www.medicalexpo.es](http://www.medicalexpo.es)



**Imagen 41.** Masseran<sup>MR</sup> Complete Kit.

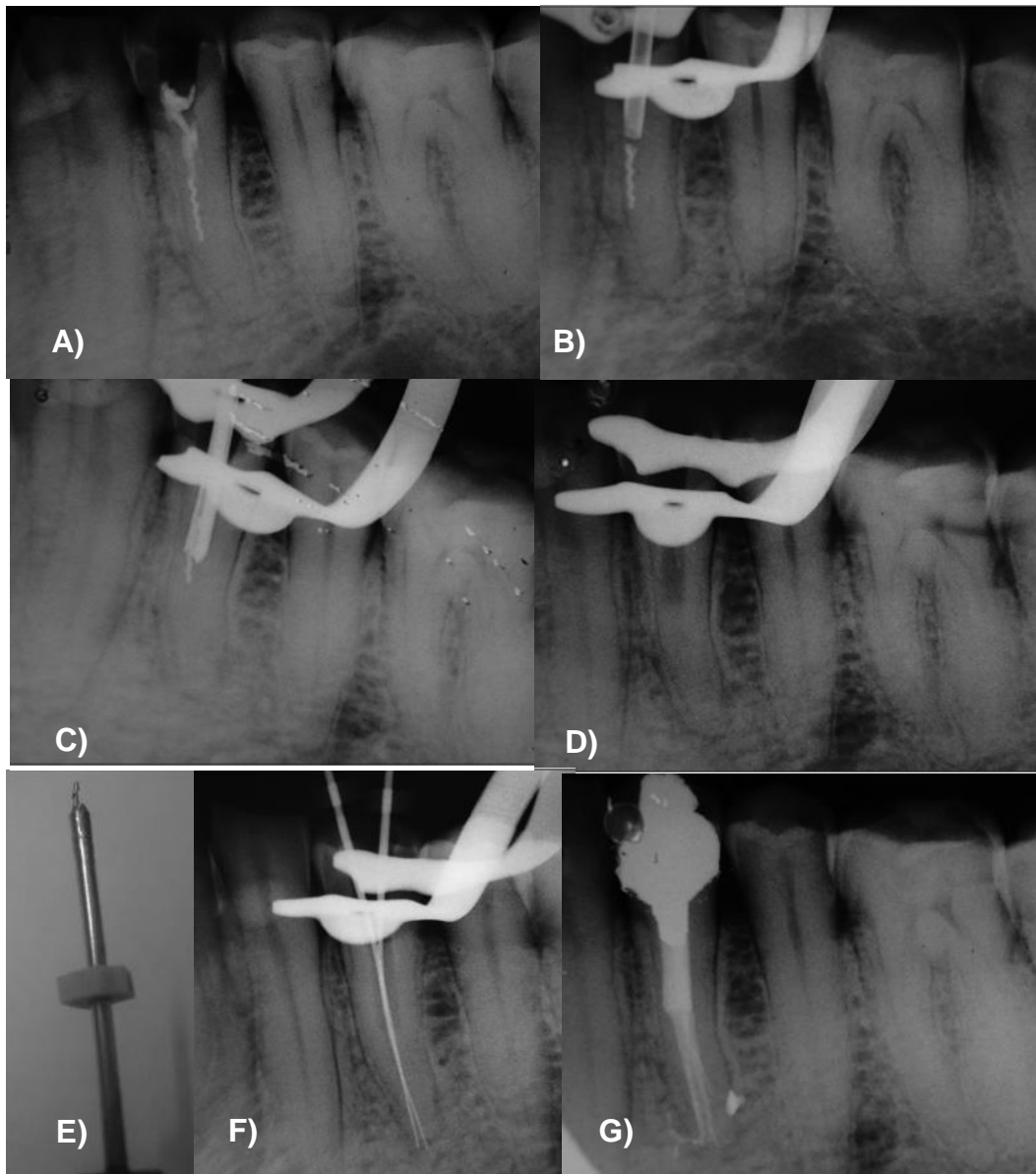
Fuente: <http://amt-dental.com/MasserannKits.pdf>



## MODO DE USO.

1. Acceso en línea recta. Se realiza con fresas Gates Glidden modificadas.
2. Selección del trépano.
3. Accionamiento del trépano, puede ser manual o 300 rpm-600 rpm, hasta descubrir 4 mm del instrumento separado.
4. Colocar el extractor abierto en el conducto, mantenerlo firmemente e ir cerrando el tornillo hasta que el instrumento separado quede presionado contra la pared del extractor. Tomar dos radiografías de diferentes ángulos para confirmar la orientación del fragmento y la posición del extractor.
5. Remover. Movimiento antihorario para instrumentos de corte; horario para léntulos. El instrumento siempre debe moverse en rotación, nunca con movimientos de tracción.

Cuando el instrumento fracturado se encuentra en el tercio coronal, existe la posibilidad de que solo con el uso del extractor pueda ser removido, en cambio si se encuentra más abajo del orificio cervical, deberá hacerse uso de los trépanos, ya que el extractor es rígido y será necesario un acceso en línea recta hasta el instrumento; en raíces curvadas y delgadas no es recomendable su uso, ya que requiere de grandes desgastes de dentina radicular, debilitando el diente y aumentando el riesgo de perforación, lo que reduce el pronóstico del tratamiento de conductos.<sup>3,34,37,38,39</sup>



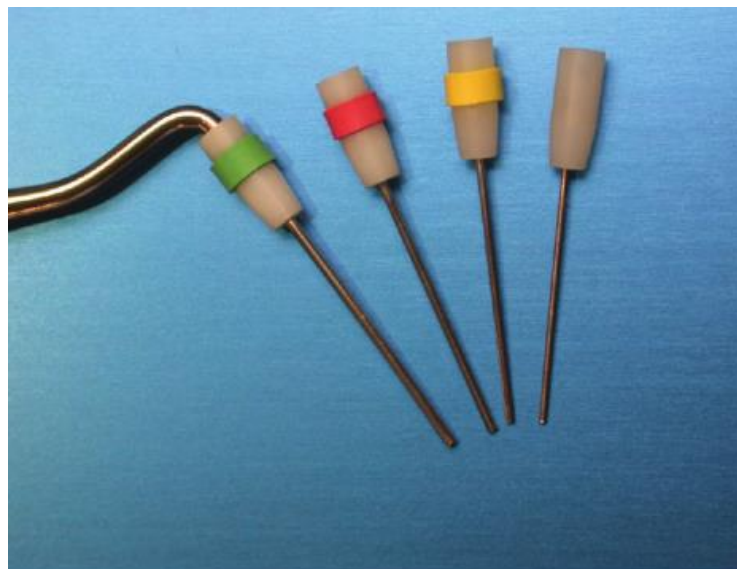
**Imagen 42.** A) OD 34 con obstrucción metálica en el tercio medio; B) Verificación del avance del trépano; C) Posicionamiento del extractor en la parte coronal de la obstrucción metálica; D) Confirmación de la extracción del instrumento; E) Lima H recuperada del OD 34; F) Longitud de trabajo; G) Tratamiento finalizado.

Fuente: Vivekananda AR. Mir S. Jain R. Retrieval of a metallic obstruction from the root canal of a premolar using Masseran technique. *Contemp Clin Dent.* 2013;4: 543-546

### 5.3.2 CANCELLIER EXTRACTOR KIT

Es un sistema desarrollado por SybronEndo: Orange, California; consiste en cuatro tubos extractores, por dentro están huecos y encajan con el mango, el cual es intercambiable (Imagen 43) y debido a su diseño permite mayor visibilidad durante su uso. Los diámetros de los extractores son: 0.50, 0.60, 0.70 y 0.80 mm.

No incluye trépanos, por lo que será necesario descubrir al menos 3 mm de la obstrucción por medio de puntas de ultrasonido, después se coloca una gota de adhesivo (cianoacrilato) para unirse al instrumento fracturado y se mantiene firme durante cinco minutos, se puede utilizar una gota de monómero para acelerar su endurecimiento, una vez eliminado el instrumento, se separan con xilol y puede ser reutilizado.<sup>3,47,48</sup>



**Imagen 43.** Cancellier extractor kit.

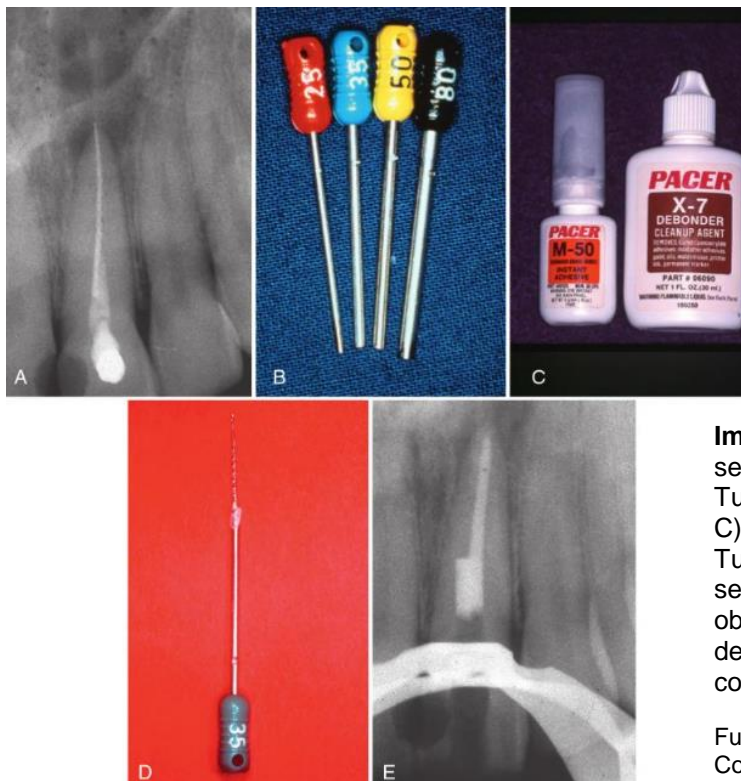
Fuente: Chong BS. Harty's Endodontics in Clinical Practice. 6<sup>th</sup> edition. Elsevier Health Sciences, 2010. Pp. 84-87

### 5.3.3 ENDO EXTRACTOR

El kit desarrollado por Brasseler, USA; incluye cuatro tamaños de trépanos y extractores que son tubos huecos de diferentes calibres (25, 35, 50 y 80), también un adhesivo de cianoacrilato y un líquido para removerlo.

Para utilizarlo se debe tener un acceso en línea recta y descubrir al menos dos milímetros de la parte coronal del instrumento fracturado, este descubrimiento puede realizarse con los trépanos, pero debe tenerse cuidado para no realizar desgastes excesivos y perforaciones.

Después se introduce cianoacrilato en el extractor y se coloca dentro del conducto, si queda ajustado, el tiempo de fraguado será de 5 minutos, de lo contrario habrá que esperar 10 minutos sin moverlo, una vez pasado este tiempo se puede extraer y eliminar el cianoacrilato para poder reutilizarlo (Imagen 44).<sup>3</sup>



**Imagen 44.** A) Instrumento separado en incisivo superior; B) Tubos Brasseler Endo Extractor<sup>MR</sup>; C) Cianoacrilato y removedor; D) Tubo extractor con el instrumento separado; E) Obturación final. Se observa la remoción excesiva de dentina que fue necesaria para colocar el extractor.

Fuente: Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Cohen, Vías de la Pulpa. 11<sup>a</sup> ed. Elsevier; 2014. Pp.368

### 5.3.4 MOUNCE EXTRACTOR

Comercializados por la casa SybronEndo, son instrumentos manuales similares a un bruñidor de bola con ranuras labradas en diferentes ángulos y diseñadas para deslizarse en el extremo roto del instrumento. Se utiliza cianoacrilato para adherir el extractor a la lima y lograr su remoción. Debido a que la punta es demasiado grande, solo se recomienda su uso en el tercio coronal.<sup>3</sup>

### 5.3.5 INSTRUMENT REMOVAL SYSTEM

El kit de Instrument Removal System<sup>MR</sup> (IRS, San Diego Swiss) es un sistema de extracción de instrumentos separados y otras obstrucciones, que utiliza microtubos y trépanos.

El kit contiene ocho microtubos (dos de cada color) y cuatro trépanos, también pueden conseguirse por separado (Imagen 45).

Cada microtubo tendrá un bisel inverso con un ángulo de 20° con el fin de “levantar” la obstrucción, separándola de la pared del conducto y de esta manera introducir el objeto dentro del microtubo.

Todos los instrumentos están codificados por color.



**Imagen 45.** Kit IRS<sup>MR</sup>  
Fuente: <https://www.sdswiss.com>





---

VERDE: Diseñado para alojar el tercio coronal. Provee un microtubo de calibre 16 y 12 mm de longitud.

Diámetro externo (DE) = 1,6 mm

Diámetro interno (DI) = 1,3 mm

NEGRO: Diseñado para obstrucciones en el tercio coronal. Provee un microtubo del calibre 19 con 12 mm de longitud.

Diámetro externo (DE) = 1,0 mm

Diámetro interno (DI) = 0,8 mm

ROJO: Diseñado para trabajar en tercio coronal y medio. Provee un microtubo del calibre 21 y 16 mm de longitud.

Diámetro externo (DE) = 0,8 mm

Diámetro interno (DI) = 0,6 mm

AMARILLO: Diseñado para alojar el tercio medio al tercio apical. Provee un microtubo del calibre 24 y exposición del microtubo de 21 mm de longitud.

Diámetro externo (DE) = 0,55 mm

Diámetro interno (DI) = 0,36 mm



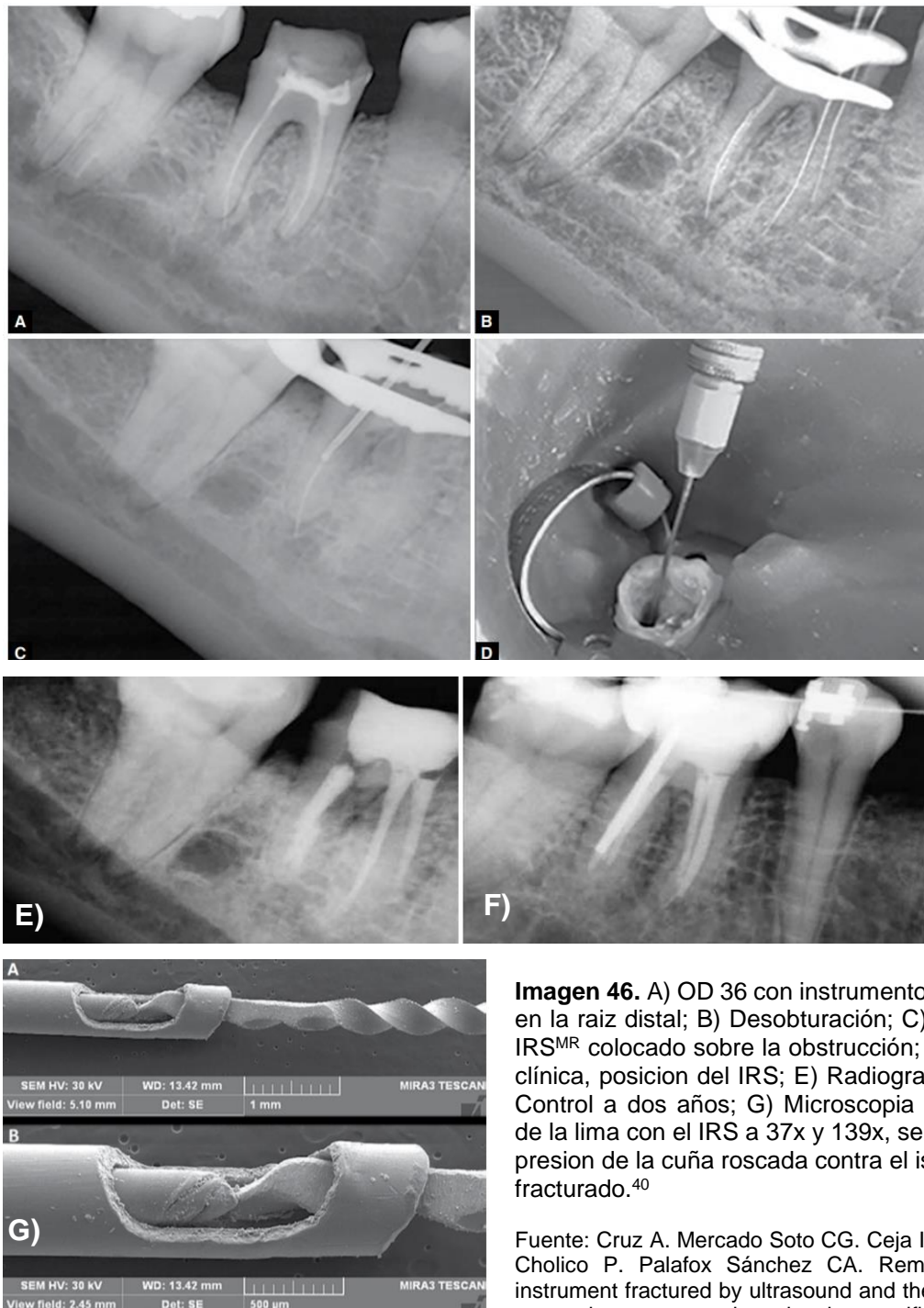
---

---

## MODO DE USO.

- 1) Acceso en línea recta, pueden utilizarse GG o ultrasonido.
- 2) Elegir el trépano, introducirlo y realizar movimientos giratorios en sentido horario con el fin de exponer entre 1 mm y 1.5 mm del instrumento separado.
- 3) Abrir el tornillo del microtubo para que la cuña roscada se deslice libremente y colocarlo en el conducto sobre la obstrucción.
- 4) Inclinar ligeramente el microtubo en la dirección opuesta a la ventana para que la obstrucción sobresalga.
- 5) Se realizan movimientos antihorarios para engranar la obstrucción. Se aprieta el tornillo sin realizar fuerzas excesivas.
- 6) Mover todo el ensamblaje hacia atrás y adelante con movimientos horarios a antihorarios para aflojar la obstrucción y retirar.

Este sistema es una gran opción cuando se han realizado otras técnicas como el uso de ultrasonido y no se ha recuperado el instrumento. Una ventaja, es que, al tener microtubos de diferentes diámetros, indican qué tan profundo es seguro utilizarlos, no obstante, existe el riesgo de perforación y debilitamiento radicular, ya que necesita un acceso en línea recta. Debe evaluarse la relación riesgo-beneficio.<sup>40,41</sup>



**Imagen 46.** A) OD 36 con instrumento fracturado en la raíz distal; B) Desobturación; C) Microtubo IRS<sup>MR</sup> colocado sobre la obstrucción; D) Imagen clínica, posición del IRS; E) Radiografía final; F) Control a dos años; G) Microscopía electrónica de la lima con el IRS a 37x y 139x, se observa la presión de la cuña roscada contra el instrumento fracturado.<sup>40</sup>

Fuente: Cruz A. Mercado Soto CG. Ceja I. Gascón G. Chólico P. Palafox Sánchez CA. Removal of fan instrument fractured by ultrasound and the instrument removal system under visual magnification. The Journal of Contemporary Dental Practice. 2015; 16 (3): 238-242.

### 5.3.6 FILE REMOVAL SYSTEM

Es un Sistema similar al IRS, tiene las mismas indicaciones y limitaciones, pero no utiliza trépanos, únicamente microtubos. Es comercializado por la casa Dentsply (Imagen 47).

Cada kit FRS<sup>MR</sup> contiene dos microtubos que pueden ser de calibres 19, 21 o 24 y sus respectivos tornillos de fijación.



**Imagen 47.** Presentaciones File Removal System<sup>MR</sup>.  
Fuente: <https://shop.dentsplysirona.com/en-us>

#### MICROTUBO NEGRO.

Diseñado para trabajar en el tercio coronal. Calibre 19, diámetro externo de 1 mm.

#### MICROTUBO ROJO.

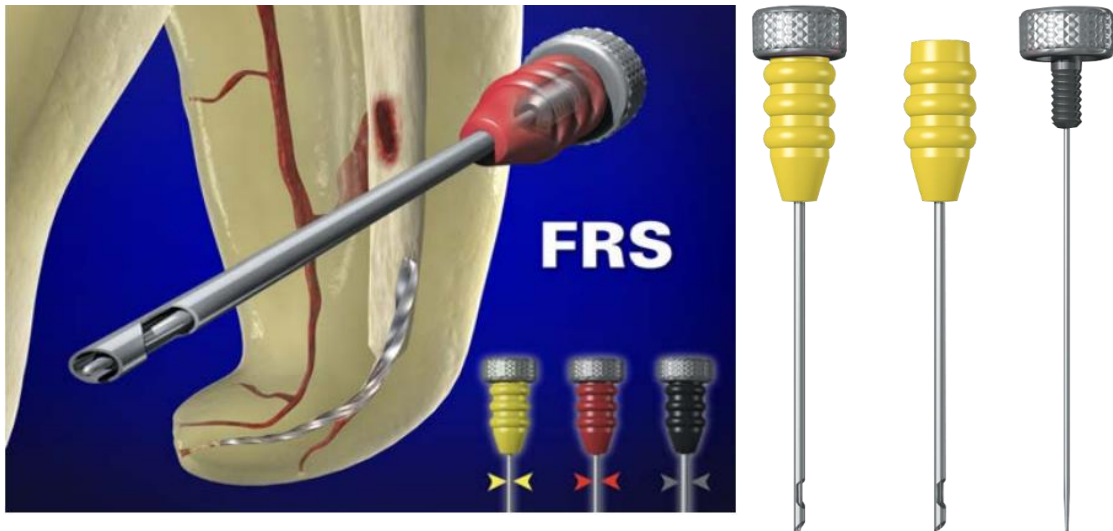
Puede ser utilizado en tercio medio. Calibre 21, diámetro externo de 0.80 mm.

#### MICROTUBO AMARILLO.

Puede ser utilizado en tercio apical. Calibre 24, diámetro externo de 0.60 mm.

Los microtubos tienen un mango plástico que permite la visión cuando se lleva al conducto, de esta manera es más fácil observar si la obstrucción entró

dentro del microtubo; su punta tiene una angulación de 45° para “recoger” la obstrucción, también tienen una ventana lateral (Imagen 48).

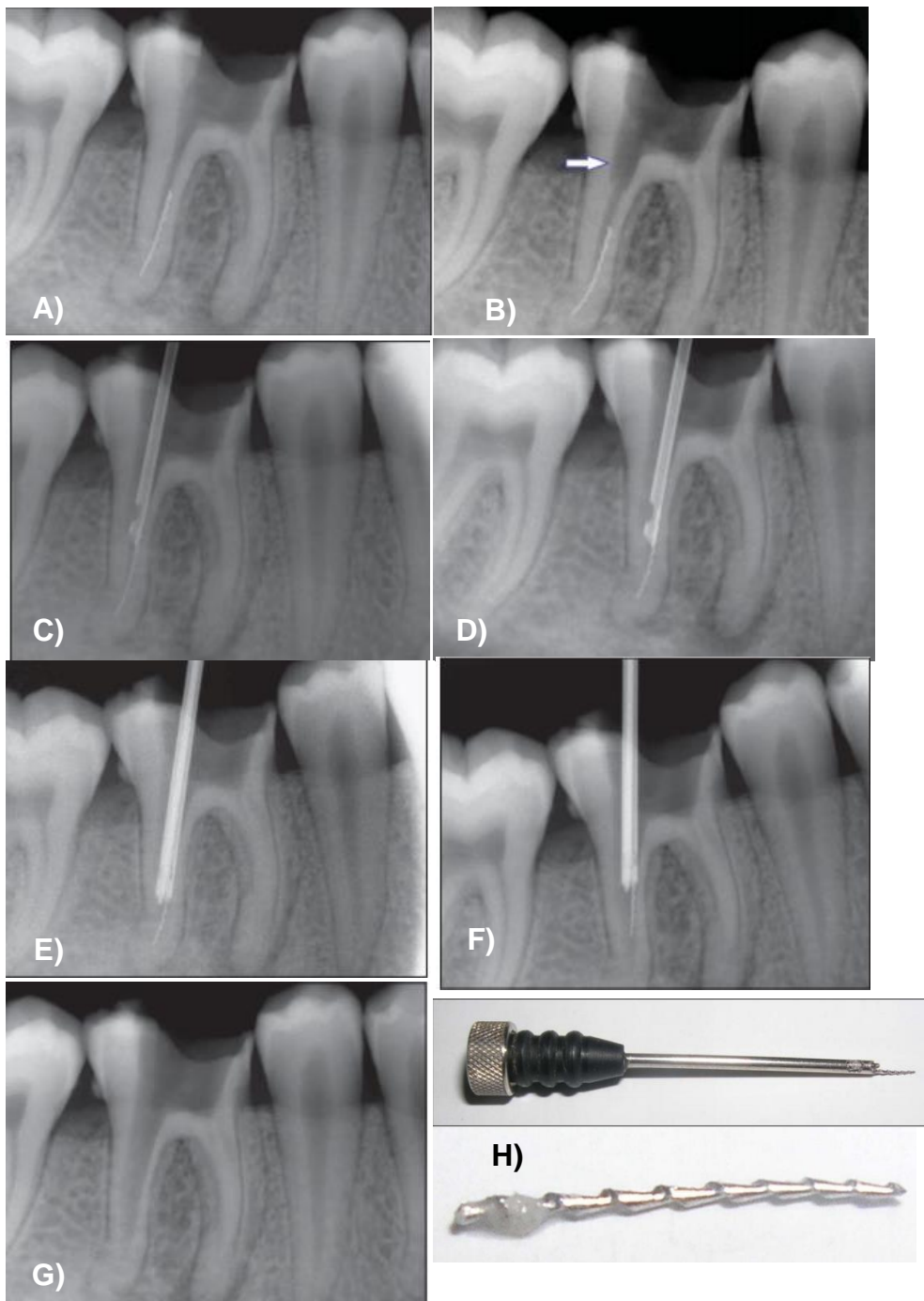


**Imagen 48.** FRS. Microtubos y tornillo de fijación.

Fuente: Ruddle CJ. Broken instrument removal, The Endodontic Challenge. Advanced endodontics. 2018. Pp.4

#### MODO DE USO.

- 1) Acceso en línea recta, puede realizarse con Gates Glidden.
- 2) Con el uso de ultrasonido exponer 2 o 3 mm del instrumento en toda su periferia.
- 3) Elegir el microtubo e introducirlo en el conducto de manera que el instrumento fracturado quede dentro de él, rotarlo 180° para que la cabeza del instrumento se aproxime a la ventana.
- 4) Colocar el tornillo de fijación correspondiente y girarlo en dirección antihoraria para enganchar la obstrucción hacia la ventana.
- 5) Remover con movimientos de rotación apropiados al diseño del instrumento fracturado, normalmente en dirección antihoraria.<sup>41,42</sup>



**Imagen 49.** A) OD 36 con instrumento fracturado en la raíz distal; B) Acceso en línea recta; C) Microtubo FRS<sup>MR</sup> colocado sobre la obstrucción; D) Microtubo posicionado; E) Tornillo de fijación posicionado; F) Remoción del instrumento; G) Eliminación exitosa; H) Instrumento FSR negro e instrumento separado.<sup>41</sup>

Fuente: Kunhappan S, Kunhappan N, Patil S, Agrawal P. Retrieval of separated instrument with instrument removal system. J Int Clin Dent Res Organ. 2012; 4:21-24.

### 5.3.7 MEITRAC ENDO SAFETY SYSTEM

Es un sistema simple, desarrollado por la casa Hager & Meisinger, Alemania; se basa en el uso de trépanos y extractores, los cuales tienen dentro una pinza que se abre y engancha al instrumento separado al presionar la parte superior del extractor. Son tres kits.

- MEITRAC I.

Indicado para la remoción de instrumentos con diámetros del 0.15 al 0.50. Incluye un trépano y dos extractores con código de color; el blanco se utiliza para instrumentos de diámetro 0.15 a 0.30mm y el amarillo de 0.35 a 0.50 mm.



- MEITRAC II.

Remueve instrumentos, conos de plata y otros instrumentos de diámetros similares. Incluye un trépano y dos extractores; rojo para instrumentos de diámetro 0.55-0.70 mm y verde de 0.75 a 0.90 mm.



- MEITRAC III.

Indicado para la remoción de postes intrarradiculares. Incluye dos trépanos y dos extractores; azul para objetos de diámetro 0.95-1.20 mm y negro de 1.25 a 1.50 mm.<sup>47</sup>



**Imagen 50.** Meitrac Endo Safety System<sup>MR</sup>, Kit I-III.

Fuente: [en.meisinger.de/endodontie/meitrac\\_i-iii.pdf](http://en.meisinger.de/endodontie/meitrac_i-iii.pdf)



## MODO DE USO.

- 1) Acceso en línea recta, se utiliza el trépano incluido en el kit, debe utilizarse refrigeración, puede gotearse suero fisiológico.
- 2) Introducir el extractor y colocarlo por encima del fragmento.
- 3) Fijar el fragmento apretando hacia abajo la parte superior del extractor.
- 4) Sacar el fragmento manteniendo apretadas ambas partes del extractor.

### 5.3.8 ENDO RESCUE KIT

Es un sistema creado por Komet Dental, Alemania; basado en el uso de trépanos para la recuperación de instrumentos separados.

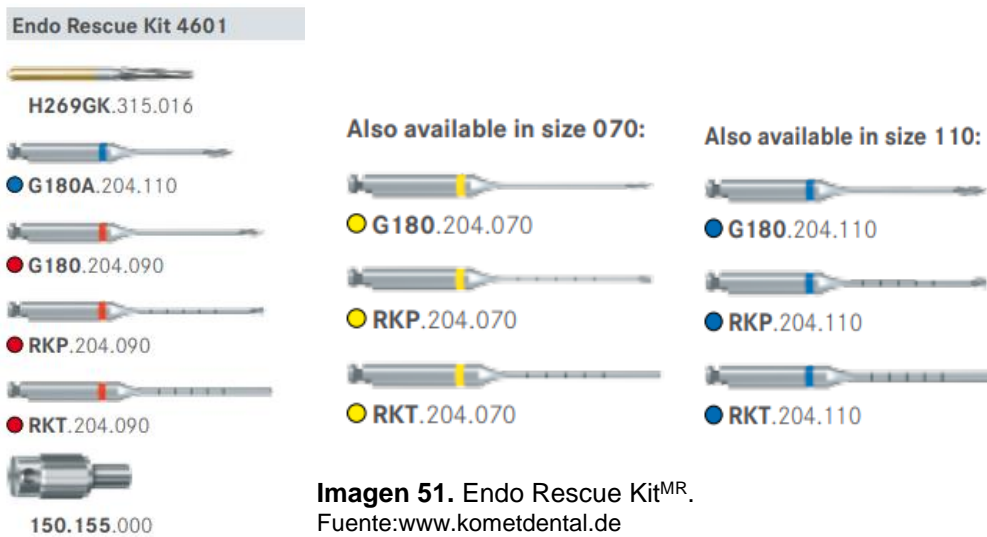
#### CONTENIDO DEL KIT:

El color del instrumento dependerá de su diámetro:

AMARILLO: 0.7 mm (Gates Glidden #2).

ROJO: 0.9 mm (Gates Glidden #3).

AZUL: 1.10 mm (Gates Glidden #4).

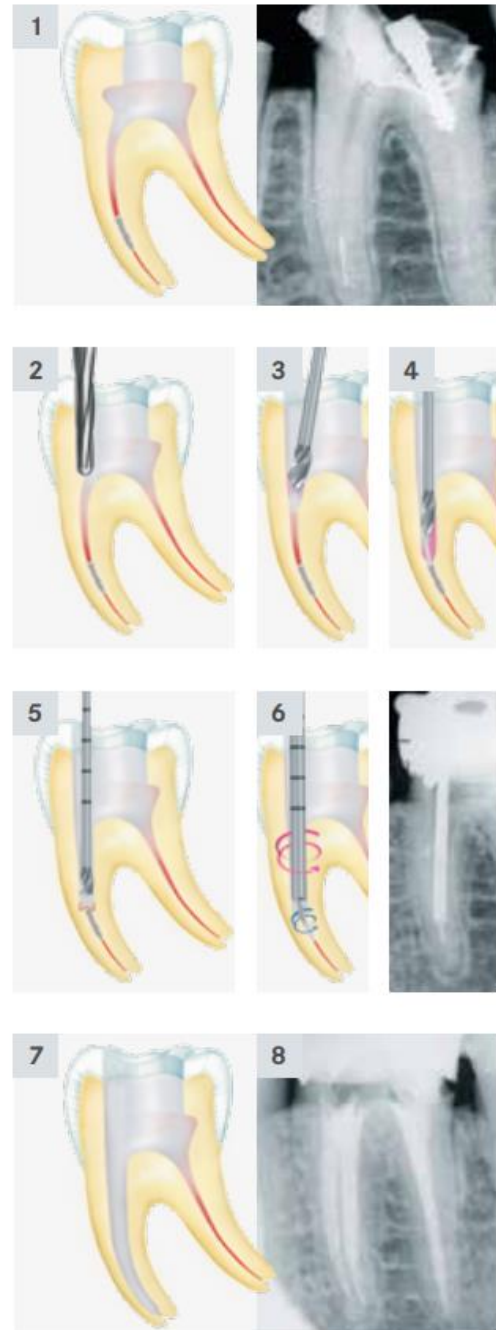


**Imagen 51.** Endo Rescue Kit<sup>MR</sup>.  
Fuente:www.kometdental.de



## SECUENCIA CLÍNICA.

- 1) Análisis de la situación inicial.
- 2) Acceso en línea recta con una fresa cilíndrica de punta no cortante (H269GK.315.016 a 100.000 rpm).
- 3) Refinar el acceso con movimientos axiales utilizando fresa Gattes Glidden #4 (G180A.204.110 a 800 rpm).
- 4) Después con Gates Glidden #3 o #2 (G180.204.090 a 800 rpm).
- 5) Exponer la superficie del instrumento fracturado con el dril del mismo diámetro que la última GG utilizada. (RKP.204.090 a 300 rpm).
- 6) El trépano correspondiente se coloca en posición, con movimientos antihorarios y en rotación, es removido junto con los residuos de dentina. (RKT.204.090 a 300 rpm).
- 7) Instrumentación biomecánica.
- 8) Obturación del conducto.



**Imagen 52.** Secuencia clínica Endo Rescue Kit<sup>MR</sup>.  
Fuente: [www.kometdental.de](http://www.kometdental.de)



---

---

### 5.3.9 ENDOCOWBOY

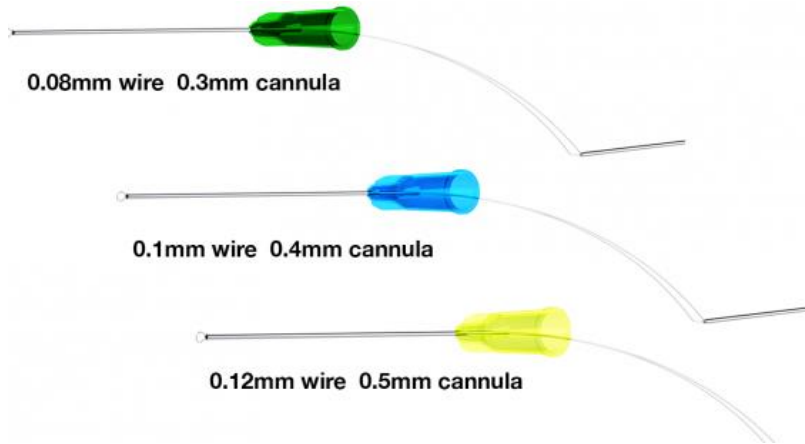
Es un dispositivo diseñado por Köhrer Medical Engineering, Alemania; se basa en la técnica del loop y consiste en una pieza metálica de cánulas flexibles y micro alambres intercambiables creados de una aleación especial sometida a tratamientos de calor durante su producción, lo que le proporciona mayor resistencia a la fatiga clínica (Imagen 54).

Las cánulas son de 23 mm de largo y tienen tres presentaciones codificadas por color (Imagen 53):

- Verde: alambre de 0.08mm y cánula de 0.3mm.
- Azul: alambre de 0.1 mm y cánula de 0.4 mm.
- Amarillo: alambre de 0.12mm y cánula de 0.5 mm.

#### MÉTODO DE USO:

1. Realizar acceso en línea recta y crear espacio alrededor de la parte coronal del instrumento con una punta de ultrasonido pequeña.
2. Colocar el loop del alambre a 70° e introducir la cánula para enganchar el instrumento.
3. El asistente debe cerrar el tornillo de la parte posterior del Endocowboy<sup>MR</sup> para tensar el alambre alrededor del instrumento separado.
4. Retirar la obstrucción.<sup>52</sup>



**Imagen 53.** Cánulas de diferentes calibres.

Fuente: <https://endocowboy.com>



**Imagen 54.** Endocowboy<sup>MR</sup>.

Fuente: <https://endocowboy.com>



**Imagen 55.** Instrumento recuperado con Endocowboy<sup>MR</sup>

Fuente: @joaofagulha\_endo



### 5.3.10 FILE RETRIEVAL KIT

Este kit creado por Yoshi Terauchi y Dental Engineering Laboratories (DELabs), Santa Barbara, California; combina diferentes técnicas, el creador recomienda una secuencia de manejo de tal manera que, si un instrumento no tiene éxito al remover la obstrucción, habrá preparado el conducto para el uso del siguiente.

El kit contiene (Imagen 56):

- 1 cassette autoclavable (TFRK-CS), mantiene los instrumentos en orden.
- 1 TrueTooth, replica de un diente con dos limas separadas (TT-BF).
- 1 instrumento removerdor de gutapercha (TFRK-GPR).
- 1 Micro-explorador DG16 (TFRK-ME).
- 1 instrumento Gates Glidden modificado #3 (GG-3M).
- 1 Microtrépano (TFRK-MT).
- 2 puntas para ultrasonido Straight (TFRK-S).
- 1 punta para ultrasonido 6 O'clock (TFRK-6).
- 1 punta para ultrasonido 12 O'clock (TFRK-12).
- 2 Yoshi Loops (TFRK-L).
- 1 lima rotatoria GT 70/0.12.
- 1 punta para pulido de alta velocidad (HSPP). Se utiliza para mantener la punta de ultrasonido TFRK-S afilada antes de cada procedimiento.<sup>57</sup>

SECUENCIA CLÍNICA (Imagen 57):

1. Si el conducto está obturado, utilizar el instrumento Gutta-percha removal.
2. Utilizar el micro explorador DG16 para explorar el conducto.
3. Se debe ensanchar uniformemente el conducto con la fresa GG modificada #3 hasta llegar a la obstrucción.



4. Si el conducto es recto o con una curvatura menor de  $15^\circ$ , se debe introducir el micro trépano y accionarlo a 600rpm en sentido antihorario para intentar desenroscar el instrumento, no se debe accionar por más de 5 segundos ya que acumula restos de dentina, debe limpiarse y volver a introducirse. En algunos casos, en este punto el instrumento logra tener movilidad o ser recuperado.
5. Si el instrumento tiene un diámetro coronal mayor a 0.45mm o el conducto presenta una curvatura mayor a  $15^\circ$ , es recomendable el uso de la lima rotatoria GT 70/0.12 para ensanchar el conducto en la zona coronal del instrumento.
6. Si la obstrucción no ha sido retirada y se encuentra en la curvatura del conducto, se deberá introducir la punta de ultrasonido TFRK-12, con su extremo cóncavo en la parte interna de la curvatura con el fin de crear un espacio de un cuarto de circunferencia al interior de esta.
7. Si se ha conseguido que la obstrucción tenga movilidad, se lleva EDTA al conducto y se introduce la punta de ultrasonido TFRK-S en la zona interior de la curvatura con el fin de transmitir las vibraciones al instrumento separado y propiciar su desprendimiento.
8. De no funcionar los pasos anteriores, se introduce la punta TFRK-6 en la parte externa de la curvatura con el fin de exponer uniformemente 3mm del instrumento.
9. El instrumento Yoshi Loop será utilizado. La cánula puede pre-curvarse y se debe dar forma al loop con el DG16 colocándolo en la punta para reducir su tamaño o en la parte coronal para ampliarlo según el diámetro del instrumento a retirar, también se debe colocar el loop en un ángulo de  $45^\circ$  e introducirlo en la parte expuesta de la lima separada, retraerlo con el botón rojo y realizar movimientos cuidadosos, tirando del instrumento en diferentes direcciones.<sup>3</sup>



Imagen 56. File Retrieval Kit.<sup>MR</sup>

Fuente: <https://delendo.com>

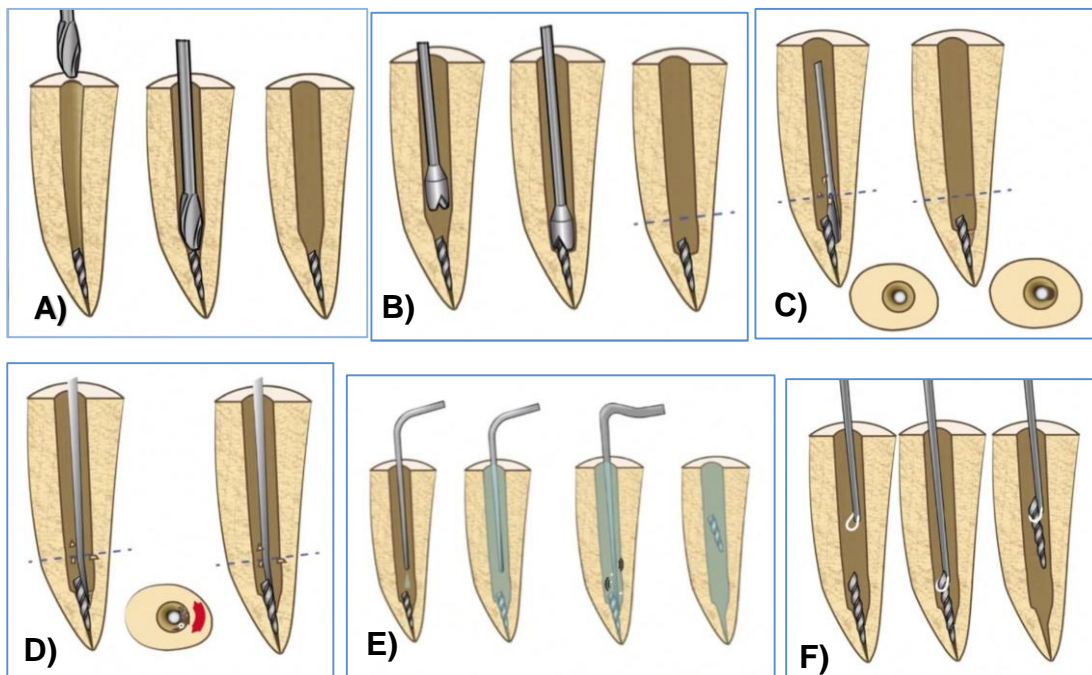


Imagen 57. Secuencia de uso para el kit File Retrieval<sup>MR</sup>. A) Gates Glidden modificada #3; B) Micro trépano (diámetro de 0.45mm); C) Punta de ultrasonido TFRK-12 trabajando la parte interna de la curvatura; D) Uso de punta TFRK-S dentro de la curvatura para hacer un espacio de 180°; E) Uso de EDTA con punta TFRK-S en la parte interna de la curvatura; F) Uso de Yoshi Loop. Fuente: <https://youtu.be/o6Ah2kaOeMI>



---

---

### 5.3.11 ENDO REMOVAL SYSTEM

Desarrollado por el Dr. K. Gończowski y comercializado por Cerkamed, Polonia; es un sistema nuevo que utiliza técnicas similares a las de microtubo, pero sus dispositivos tienen diseños especiales y mangos ergonómicos para facilitar la visión con el uso de magnificación. Todas las piezas pueden esterilizarse en autoclave (Imagen 58).

El sistema contiene:

- 1 mango de puntas intercambiables.
- 1 punta de cuña móvil de 0.8 mm de diámetro externo e interno de 0.6mm. Indicada para el retiro de instrumentos con diámetro aproximado de 0.1mm.
- 1 punta de cuña móvil de 1.0 mm de diámetro externo e interno de 0.8mm. Indicada para el retiro de instrumentos con diámetro aproximado de 0.3mm.

Las puntas tienen dos micro ventanas con diámetros de 1mm/0.4mm, que sirven como retención mecánica.

- 1 Micro sonda angulada de 195mm de longitud
- 1 micro sonda recta de 205 mm de longitud

Las micro sondas tienen de longitud en su parte activa 30mm, con un diámetro de 0.5mm. Se utilizan para explorar el conducto y establecer la posición de la obstrucción y la existencia de movimiento en este.

- 1 Endodontic micro lever. Tiene una longitud de 205mm y su parte activa es de 7.5mm, con 0.6mm de diámetro. Tiene una ventana de 5mm, en ella se introduce una microsonda con el fin de presionar la obstrucción y retirarla.



---

---

## SECUENCIA CLÍNICA PREVIA:

1. Identificación de la localización y tipo de instrumento con radiografía o tomografía.
2. Acceso amplio al instrumento separado, se puede realizar con GG, Peeso, trépanos o ultrasonido, se debe descubrir al menos 0.8mm.
3. Utilizar irrigación entre instrumentos con hipoclorito de sodio o EDTA, también se pueden activar con puntas no cortantes de ultrasonido.
4. Si no se ha retirado el instrumento, utilizar una punta de ultrasonido angulada a 120° de aleación metálica. Introducir sin irrigación, activarla y moverla el modo pulsátil en sentido antihorario (horario para instrumentos que rotan a la izquierda) y descansar cada 10 o 15 segundos para evitar sobrecalentamiento.
5. Si el instrumento está debajo de la curvatura, introducir una punta de ultrasonido metálica que permita curvarla según la anatomía del conducto e introducirla en la aparte interior de la curvatura.
6. Al mostrar signos de movimiento, introducir algún irrigante al conducto y activarlo para transmitir la energía al instrumento separado.

Si la obstrucción no ha sido retirada debido a su longitud o se encuentran firmemente unidos a las paredes del conducto puede optarse por la remoción del instrumento con el sistema ERS:

1. Selección de la punta dependiendo de la ubicación y tamaño del instrumento.
  - 1.0 mm → remoción de instrumentos rotatorios y reciprocantes de alta conicidad >6°.



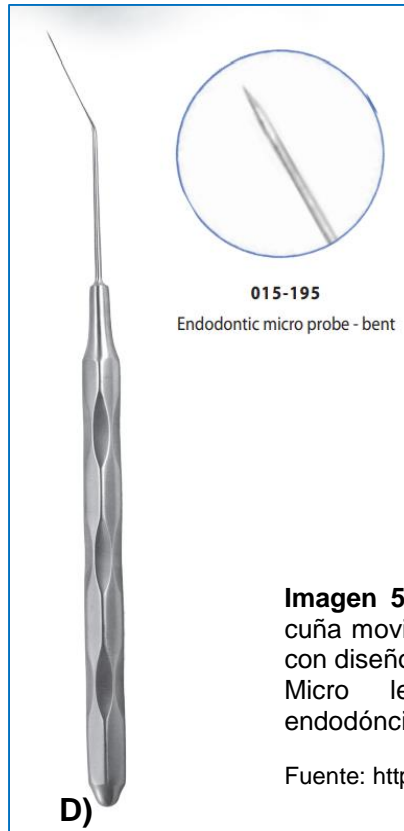
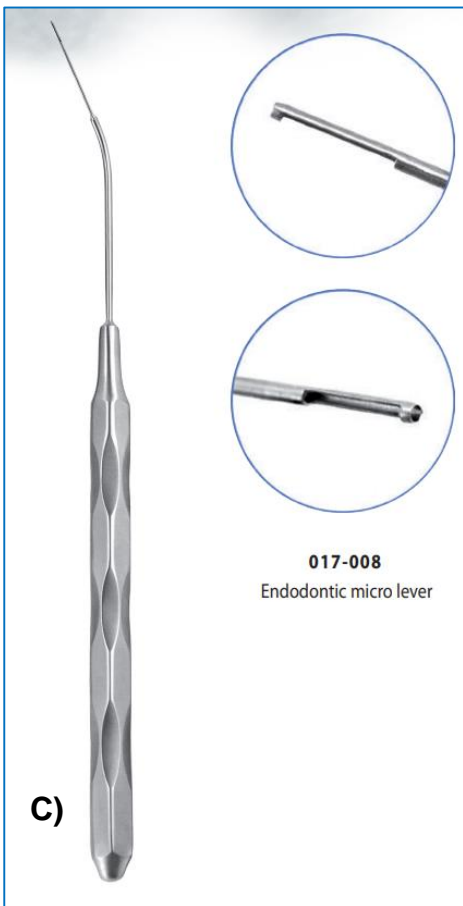
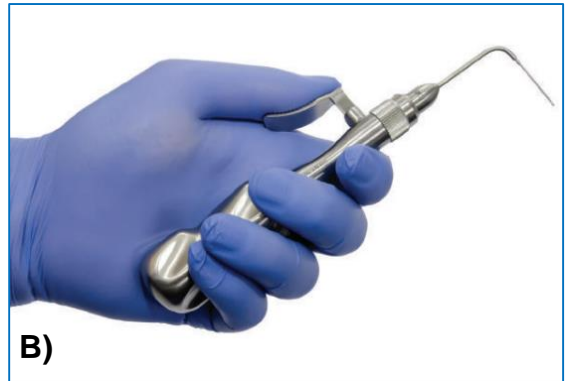
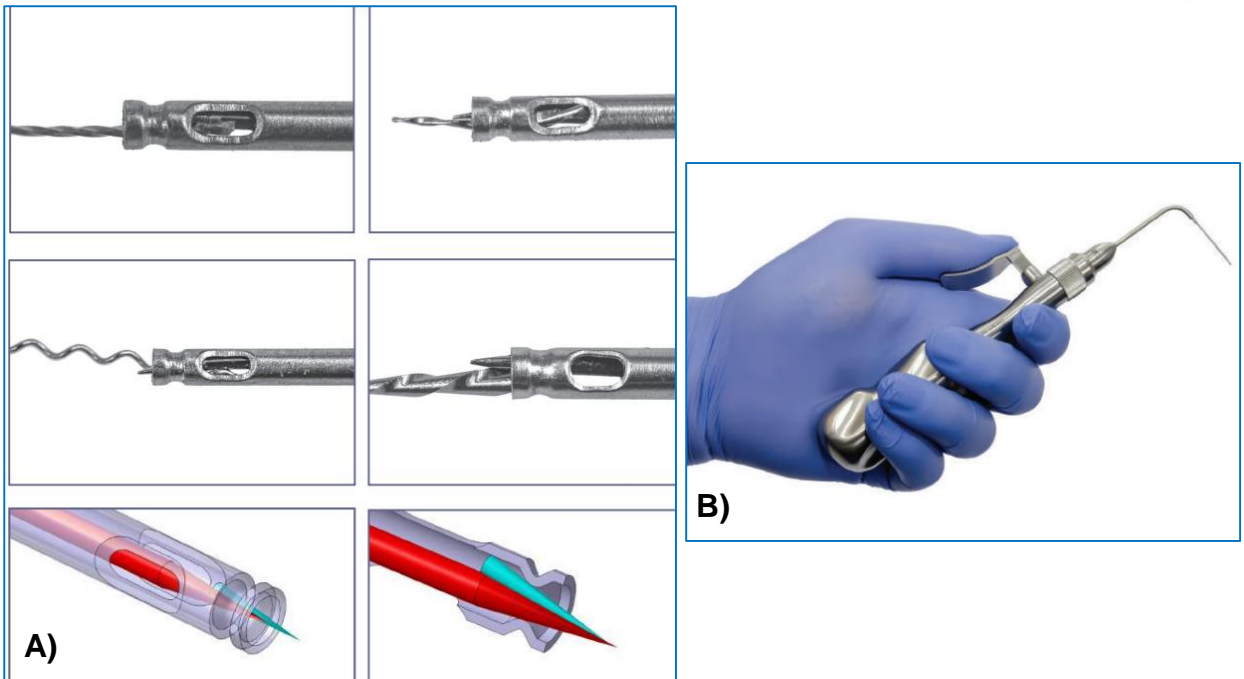


- 0.8 mm → instrumentos rotatorios y reciprocantes de baja conicidad  $<6^\circ$  e instrumentos manuales.
2. Uso de la punta seleccionada. Se debe colocar la punta en el mango y llevarla al conducto, una vez que el instrumento separado esté dentro de la punta, se presiona el gatillo para sacar la cuña y hacer presión de la obstrucción contra las paredes de la punta. Se retira sin dejar de presionar el gatillo.

Si después de varios intentos no es posible retirar el instrumento, se deberá exponer una sección más amplia del instrumento con el uso de puntas ultrasónicas.

3. Uso de la micro sonda y Micro lever.

Se introduce el micro lever en el conducto hasta llegar al instrumento separado, que debe estar expuesto de 0.8 mm a 1.5mm dependiendo del instrumento y su posición. Después se introduce la micro sonda en el micro lever a través de la ventana, moviéndolo hacia abajo y haciendo presión entre la pared del micro lever, la obstrucción y la sonda. Se retira el instrumento separado tirando de los dos instrumentos al mismo tiempo, esta técnica requiere mucha destreza manual, por lo que también se sugiere el uso de un alambre de bajo calibre para crear un loop.<sup>58,59</sup>



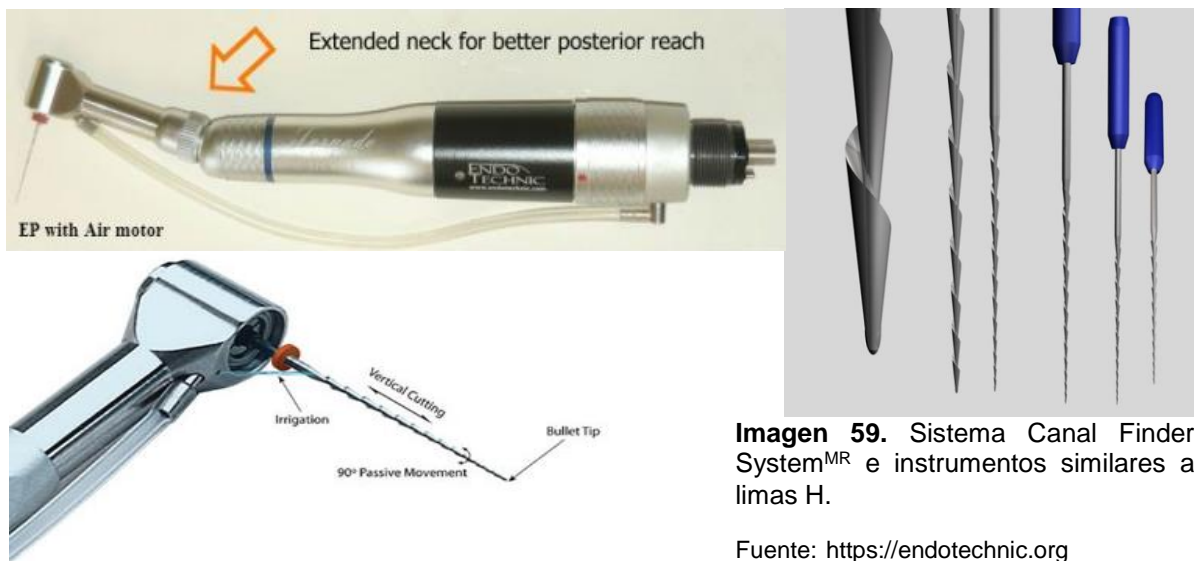
**Imagen 58.** A) Uso de la punta con cuña móvil. B) Mango del instrumento con diseño ergonómico; C) Endodontic Micro lever; D) Micro sonda endodónica.

Fuente: <https://endo-rs.com>

### 5.3.12 CANAL FINDER SYSTEM

Diseñado por Endo Technic, USA; es un sistema que ofrece una técnica diferente para la recuperación de instrumentos separados, en su última versión, se puede encontrar como Endopulse.

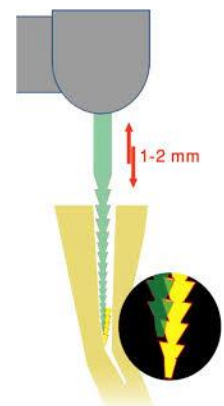
Consiste en una pieza de mano con un contrángulo accionado por un micromotor cuya velocidad oscila entre los 3.000 rpm, y una serie de limas con un diseño similar a las limas Hedströme, cuya función principal es la preparación inicial de los conductos extremadamente curvos y estrechos (Imagen 59).



**Imagen 59.** Sistema Canal Finder System<sup>MR</sup> e instrumentos similares a limas H.

Fuente: <https://endotechnic.org>

El sistema genera un movimiento vertical recíprocante con una amplitud máxima de 1-2 mm, que disminuye al aumentar la velocidad, este movimiento vertical de la lima permite sobrepasar un fragmento del instrumento separado, enganchándose mecánicamente a la lima, y gracias a la vibración vertical, es posible aflojarlo e incluso eliminarlo del conducto.





---

Debe tenerse cuidado ya que el movimiento de la lima puede ser muy agresivo y aumenta el riesgo de perforaciones.<sup>3,48,49</sup>

En un estudio realizado por Hülsmann en el que el sistema Canal Finder System<sup>MR</sup> se utilizó con la finalidad de remover instrumentos fracturados, se observó que, de 50 dientes, únicamente en 15 la remoción fue exitosa, 11 pudieron ser sobrepasados, 24 no tuvieron éxito y siete de ellos presentaron perforaciones radiculares o la extrusión apical del fragmento separado.<sup>49</sup> Estos sistemas requieren gran habilidad clínica y por consecuencia, los resultados pueden variar de un caso a otro.

### **5.3.13 GENTLE WAVE SYSTEM (MULTISONIC ULTRACLEANING SYSTEM)**

El Sistema Gentle Wave<sup>MR</sup>, desarrollado y comercializado por Sonendo, Inc. Laguna Hills, CA; consiste en una consola en donde se encuentran tres compartimientos que alojan tres diferentes irrigantes que se llevan a la cámara pulpar mediante una pieza de mano.

El principal objetivo de este sistema es la limpieza de los conductos radiculares con una mínima instrumentación mediante cavitación hidrodinámica que genera un amplio espectro de ondas, las cuales viajan a través del irrigante y se propagan a los conductos. Haapassalo y colaboradores, demostraron que la disolución de los tejidos utilizando este sistema, es ocho veces más eficaz que los otros métodos de irrigación. Molina y coautores, señalan que este sistema limpia incluso en el tercio apical; Charara y colaboradores, concluyen que no hay extrusión del irrigante, por lo cual, su uso es seguro.<sup>50</sup>

Una vez que se ha instrumentado el diente hasta un diámetro mínimo de 0.20 mm, el tratamiento comienza al colocar la pieza de mano en el diente a tratar,

debe estar previamente reconstruido; después comienza la irrigación con hipoclorito de sodio al 3% durante cinco minutos, seguido de agua destilada por 30 segundos, 8% de EDTA durante dos minutos y agua destilada por 15 segundos, dando un total de 7 minutos 45 segundos, posteriormente se procede a secar y obturar.<sup>50,51</sup>



**Imagen 60.** Gentle Wave System<sup>MR</sup>.

Fuente: [sonendo.com/technology](http://sonendo.com/technology)  
[www.endodonticsseattle.com/procedures/gentlewave](http://www.endodonticsseattle.com/procedures/gentlewave)



---

Wohlgemuth y coautores, realizaron un estudio in vitro para probar la efectividad del sistema Gentle Wave<sup>MR</sup> para remover instrumentos separados, los resultados arrojaron que de 36 dientes (18 con instrumentos en el tercio apical y 18 en el tercio medio) con limas separadas #10, #15 y #20, un 61.1% y 81% de los instrumentos fueron removidos con éxito en el tercio apical y medio, respectivamente; además, cuando la curvatura de la raíz era menor a 30°, las limas fueron recuperadas en un 91% de los casos, y cuando era mayor a 30° un 42%. Por lo tanto, concluyen que el uso de Gentle Wave System<sup>MR</sup> es efectivo para la remoción de instrumentos separados, además no es necesario instrumentar con puntas de ultrasonido o sobrepasar el instrumento. Aún con buenos resultados, es necesario realizar estudios in vivo.<sup>51</sup>



---

---

## DISCUSIÓN.

Se han desarrollado numerosas técnicas y aditamentos para la remoción de instrumentos de los conductos radiculares, algunos de ellos carecen de evaluaciones experimentales, para otros si existen investigaciones acerca su éxito y limitaciones, pero, al no existir un protocolo específico a seguir cuando un instrumento se separa y al tener otras variables relacionadas al diente, al clínico y al instrumento, realizar un análisis comparativo de los sistemas y técnicas, es difícil.

Existen métodos en los que se requiere el uso de una aguja hipodérmica, son las técnicas con cianoacrilato y composites. En un análisis in vitro realizado por Welfermeier y coautores, donde comparan el uso de cianoacrilato, composite y resina de curado dual para la técnica de remoción por microtubo, concluyen que el uso de composite fotocurable es superior que el uso de cianoacrilato, ya que muestra una mejor unión entre la resina, el tubo y el instrumento separado que debe estar al menos 2 mm descubierto en su porción coronal. A pesar de estos resultados, el uso de cianoacrilato ha sido reportado como exitoso en casos clínicos, uno de ellos es el realizado por Andrabi y colaboradores, quienes concluyen que esta técnica puede utilizarse como un método alternativo que cualquier especialista o cirujano dentista puede realizar en ausencia de dispositivos específicos para remover instrumentos.<sup>30</sup>

También existen dispositivos comerciales que utilizan microtubos y cianoacrilato, un ejemplo es el kit Endo Extractor<sup>MR</sup>, debido a que su manejo es con los dedos, no es posible utilizarlo con magnificación, ya que obstruye la visibilidad. Otros instrumentos similares son Kit Cancellier<sup>MR</sup> y el extractor Mounce<sup>MR</sup>, estos dispositivos pueden utilizarse con el MOD.<sup>3</sup>



Otra variante es el uso de microtubos con cuñas roscadas, el ejemplo más conocido es el kit Masserann<sup>MR</sup>, el cual tiene una tasa de éxito del 73% en dientes anteriores y de 44% en posteriores. Pai y colaboradores, concluyen que el uso de este sistema debe estar limitado a dientes anteriores y premolares con dentina radicular suficiente,<sup>37</sup> en cambio Arunkulandaivel y coautores, demuestran que puede ser utilizado en molares, pero mencionan que debe tenerse habilidad manual para evitar eliminar dentina excesivamente.<sup>38</sup>

Cruz y colaboradores, demuestran que el uso de IRS<sup>MR</sup> combinado con el uso de ultrasonido y MOD, es efectivo en dientes posteriores con curvatura leve. Kunhappan y coautores, concluyen que con el uso de FRS<sup>MR</sup>, la recuperación de instrumentos en dientes posteriores puede ser exitosa cuando una porción del instrumento se encuentra antes de la curvatura, pero que, al requerir un acceso en línea recta, gran cantidad de dentina se pierde al intentar remover el instrumento, por este motivo puede ser considerado un fracaso.<sup>41</sup>

Ruiz y coautores, así como Walvenkar, establecen que se puede extraer una lima si es sobrepasada con otra y traccionada hacia afuera friccionando sobre el propio instrumento, de la misma manera un instrumento puede ser removido utilizando dos limas H en lados opuestos del instrumento fracturado para arrastrar el fragmento hacia coronal después de haberlo sobrepasado con una lima tipo K, pero Lovdahl y coautores, refieren que las limas H no son efectivas para enganchar limas de acero inoxidable.

Un sistema reciente que utiliza trépanos para la remoción de instrumentos es el Endo Rescue Kit<sup>MR</sup>, Dominique Martin y Pierre Machtou lo comparan con el Kit Masserann<sup>MR</sup> y mencionan que la eliminación de dentina será menor con el primer sistema debido a que el trépano con mayor medida corresponde al de menor medida de los instrumentos Masserann<sup>MR</sup>.<sup>68</sup>





---

---

## CONCLUSIÓN

El manejo de los instrumentos fracturados es un proceso complejo que está influenciado por diversos factores, los principales factores que deben tomarse en cuenta para decidir si la remoción del instrumento es el tratamiento adecuado son: el ángulo y radio de la curvatura, la localización del instrumento en el conducto y la ausencia o presencia de lesiones periapicales. Otras condiciones que afectan la recuperación de un instrumento serán los relacionados con el paciente, la habilidad del profesional y las técnicas e instrumentos utilizados.

La fractura de instrumentos ha sido una complicación que causa angustia y frustración en los profesionales, por lo que han desarrollado diferentes técnicas y dispositivos para facilitar la remoción de las obstrucciones en los conductos.

El uso de pinzas especializadas es limitado a casos donde la parte coronal del fragmento separado se extiende a la cámara pulpar.

A pesar de que hay sistemas con microtubos que han evolucionado con la fabricación de instrumentos más delgados, no son efectivos en conductos que presentan curvaturas pronunciadas, ya que estos aditamentos eliminan una cantidad excesiva de dentina.

La mayoría de las técnicas con microtubos tiene alternativas económicas que pueden realizarse con insumos que se encuentran en el consultorio, a pesar de que se ha demostrado que son efectivas, requieren de habilidad manual.

De acuerdo con la literatura consultada, el éxito para la recuperación de instrumentos fracturados aumenta con el uso de MOD, ya que permite realizar desgastes con mayor precisión que conllevan a no debilitar la porción radicular.



---

Todas las técnicas se ven superadas por el uso del ultrasonido en combinación con la magnificación del campo, ya que el desgaste es selectivo y por este motivo evita el debilitamiento de la estructura dental, reduciendo accidentes operatorios.

Actualmente existen Kits muy completos como el File Retrieval Kit<sup>MR</sup>, que combina diferentes técnicas, su objetivo es eliminar el instrumento en el menor tiempo posible, sin debilitar la raíz, disminuyendo el riesgo de perforaciones y fracturas secundarias.

Como todo en la vida, una de las mejores técnicas para evitar accidentes, es la prevención y esto se logra desde la revisión del caso clínico para la adecuada limpieza y conformación del sistema de conductos; la adecuada selección de la técnica a utilizar y preponderantemente, la revisión de los instrumentos para evitar la fractura de estos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gunnar B. Preben H. Claes R. Endodoncia. 2ª ed. México: Editorial Manual Moderno, 2011. Pp. 3-4
2. Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia, Técnicas clínicas y bases científicas. 3ª ed. España. Elsevier; 2014. Pp. 16, 144-149, 157
3. Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Cohen, Vías de la Pulpa. 11ª ed. Elsevier; 2014. Pp. 130, 145, 209-213, 219, 223, 724-733
4. Soares Ilson J. Goldberg F. Endodoncia: técnica y fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Medica Panamericana; 2014. Pp. 77, 144-150
5. Lima Machado ME. Endodoncia, de la biología a la técnica. 1era ed. Sao Paulo. AMOLCA; 2009. Pp. 117-143
6. Lopreite G. Basilaki J. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1era ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Grupo Guía; 2016. Pp. 19-23, 45- 48, 64-75
7. Nageswar Rao R. Endodoncia Avanzada. 1era ed. CA. AMOLCA: 2011. Pp. 141-145
8. Torabinejad M. Walton R. Endodoncia, principios y práctica. 4ta ed. Barcelona, España. ELSEVIER; 2010. Pp. 205
9. Berutti E. Gagliani M. Manual de endodoncia. 1era ed. AMOLCA; 2017. Pp. 252-286, 416-423
10. Lima Machado ME. Endodoncia, ciencia y tecnología. Tomo 1. 1era ed. AMOLCA; 2016. Pp. 197-273
11. Priyanka J. Current therapy in endodontics. 1era ed. Wiley Blackwell; 2017. Pp. 30-74
12. Gavini G. Santos M. Caldeira CL. Lima Machado ME. Freire LG. Iglecias EF et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. Braz. oral res [Internet]. 2018 [citado 12 Sept 2019]; 32 (Supl 1): 44-65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0067>
13. McGuigan MB. Louca C. Duncan HF. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. Br Dent J [Internet]. 2013 [citado 20 sept 2019]; 214: 341-348. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.324>
14. Casado RE. Martinez VI. Balderramo MF. Peña GR. Abordaje de instrumentos separados durante el tratamiento endodóntico: Resolución de un caso clínico. Facultad de Odontología UNCuyo [Internet]. 2015 [citado 20 sept 2019]; 9, N°1: 32-35. Disponible en: [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/7326/casadorfo-912015.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7326/casadorfo-912015.pdf)



15. Igbal Mian K. et al. A Retrospective Clinical Study of Incidence of Root Canal Instrument Separation in an Endodontics Graduate Program: A PennEndo Database Study. JOE [Internet]. 2006 [Citado 20 sept 2019]. Volume 32, Issue 11: 1048 – 1052. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.03.001>
16. Chen L. Li X. Yang-xi C. Yuan L. Xiao-lin C. Yao L. et al. A statistical model for predicting the retrieval rate of separated instruments and clinical decision-making. Journal of Dental Science. 2015 [citado 21 sept 2019]. Volume 10, Issue 4: 423-430. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2015.05.001>
17. Rambabu T. Management of fractured endodontic Instruments in root canal: A review. Journal of Scientific Dentistry [Internet]. 2014 [citado 21 sept 2019];4(2):40-48. Disponible en: <http://www.igids.ac.in/jsd/documents/dec2014/Management%20Of%20Fractured%20Endodontic%20Instruments%20In%20Root%20Canal%20-%20A%20Review.pdf>
18. McGuigan MB. Louca C. Duncan HF. The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome. Br Dent J [Internet]. 2013 [citado 21 sept 2019]. 214: 285-289. Disponible en: [10.1038/sj.bdj.2013.271](https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.271)
19. Cujé J. Bargholz. Hülsmann. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. International Endodontic Journal [Internet]. 2010 [citado 21 de sept 2019]. 43: 545-554. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01652.x>
20. Hulsmann M, Schinkel I. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. Endod Dent Traumatol [Internet]. 1999 [citado 22 sept 2019]; 15: 252-258. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1999.tb00783.x>
21. Prieto SM. Cortés JC. Gamboa LF. Niño JL. Evaluación de la resistencia teórica a la flexión de tres instrumentos utilizados en endodoncia mediante análisis de elementos finitos. Univ Odontol. [Internet]. 2015 [citado 22 sept 2019]; Jul-Dic; 34(73): 23-28. ISSN 0120-4319 | e-ISSN 2027-3444. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231247071003>
22. Tang WR. Smales RJ. Chen HF. Guo XY. Si HY. Gao LM. Et al. Prevention and management of fractured instruments in endodontic treatment. World J Surg Proced [Internet]. 2015 [Citado 23 sept 2019]; 5(1): 82-98. Disponible en: [10.5412/wjsp.v5.i1.82](https://doi.org/10.5412/wjsp.v5.i1.82)
23. Priyanka J. Common complications in endodontics, prevention and management. 1era ed. United Arab Emirates. Springer; 2018. Pp. 67-85
24. Iandolo A. Latif DA. Minimally invasive access cavity preparation in endodontics: When? How? Why?. DW JOURNAL, online dental magazine. [Internet]. [Citado 23 sept 2019]. Disponible en:



<https://dentalworld.hu/minimally-invasive-access-cavity-preparation-in-endodontics-when-how-why/>

25. Modesto Tc. Acosta EC. Resende P. Pereira ES. Et al. Cyclic flexural fatigue resistance of NiTi controlled memory and blue technology instruments after torsional preloading. J Appl Oral Sci. [Internet]. 2018 [citado 23 sept 2019]; 8;26:e20180144. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0144>
26. Patil TN. Saraf PA. Penukonda R. Vanaki SS. Kamatagi L. A Survey on Nickel Titanium Rotary Instruments and their Usage Techniques by Endodontists in India. JCDR [Internet]. 2017 [citado 24 sept 2019]; 11(5), ZC29–ZC35. Disponible en: [10.7860/JCDR/2017/23936.9852](http://dx.doi.org/10.7860/JCDR/2017/23936.9852)
27. Vyavahare N, Kulkarni M, Desai N. Retrieval of a separated nickel–titanium instrument and a stainless steel H-file using a novel tube, loop and file technique. J Int Clin Dent Res Organ [Internet]; 2018 [citado 25 sept 2019];10:88-92. Disponible en: [10.4103/jicdro.jicdro\\_11\\_18](http://dx.doi.org/10.4103/jicdro.jicdro_11_18)
28. Brito M. Normanha JA. Camilo CC. Et al. Alternative Techniques to Remove Fractured Instrument Fragments from the Apical Third of Root Canals: Report of Two Cases. Braz Dent J [Internet]. 2015 [citado 25sept 2019]; 26(1): 79-85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201302446>
29. Garg N. Garg N. Textbook of endodontics. 4<sup>th</sup> edition. Jaypee Brothers medical publishers. 2019. Pp. 353-356
30. Andrabi SM. Kumar A. Iftexhar H. Alam S. Retrieval of a separated nickel-titanium instrument using a modified 18-guage needle and cyanoacrylate glue: a case report. Restorative Dentistry & Endodontics [Internet]. 2013 [citado 25 sept 2019]; ;38(2):93-97. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2013.38.2.93>
31. Canalda Sahli C. Aguadé Brau E. Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas. 4ta edición. ELSEVIER. 2019. Pp. 308-312
32. Wefelmeier M. Eveslage M. Bürklein S. Ott K. Kaup M. Removing fractured endodontic instruments with a modified tube technique using a light-curing composite. JOE [Internet]. 2015 [citado 25 sept 2019]; 41: 733-736. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.01.018>
33. Rahimi M. Parashos P. A novel technique for the removal of fractured instruments in the apical third of curved root canals. International Endodontic Journal [Internet]. 2009 [citado 25 sept 2019] 42; 264-270. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01464.x>
34. Gutmann JL. Lovdahl PE. Solución de problemas en endodoncia, prevención, identificación y tratamiento. 5ta ed. ELSEVIER. 2012. Pp. 289-293
35. Vélez Astudillo R. Guerrero Coello M. Cordero Lopez P. Remoción de un instrumento fracturado durante la terapia endodóntica: reporte de un caso.



- Odontología activa UCACUE. 2016 [Citado 26 sept 2019]; vol 1, No 1; 24-28. Disponible en: DOI: [10.26871/oactiva.v1i1.183](https://doi.org/10.26871/oactiva.v1i1.183)
36. Triantafyllia V. et al. Separated Instrument in Endodontics: Frequency, Treatment and Prognosis. *Balk J Dent Med* [Internet]. 2018 [Citado 26 sept 2019]; Vol 22. Pp. 123-132. Disponible en: <https://doi.org/10.2478/bjdm-2018-0022>
  37. Vivekananda AR. Mir S. Jain R. Retrieval of a metallic obstruction from the root canal of a premolar using Masserann technique. *Contemp Clin Dent* [Internet]. 2013 [Citado 26 sept 2019];4: 543-546. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/0976-237X.123069>
  38. Arunkulandaivel, et al. Retrieval of a separated instrument using Masserann technique. *J Conserv Dent* [Internet]. 2008 [Citado 26 sept 2019]; Vol 11, Issue 1, 42-45. Disponible en: [10.4103/0972-0707.43417](https://doi.org/10.4103/0972-0707.43417)
  39. Rhodes SJ. *Advanced endodontics, clinical retreatment and surgery*. Taylor & Francis Group. 2006. Pp. 58-65
  40. Cruz A. Mercado Soto CG. Ceja I. Gascón G. Cholico P. Palafox Sánchez CA. Removal of fan instrument fractured by ultrasound and the instrument removal system under visual magnification. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. [Internet]. 2015 [citado 27 sept 2019]; 16 (3): 238-242. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26057925>
  41. Kunhappan S, Kunhappan N, Patil S, Agrawal P. Retrieval of separated instrument with instrument removal system. *J Int Clin Dent Res Organ* [Internet].2012 [citado 27 sept 2019];4:21-24. Disponible en: [10.4103/2231-0754.131394](https://doi.org/10.4103/2231-0754.131394)
  42. Ruddle CJ. Non-surgical retreatment: post & broken instrument removal. *JOE* [Internet]. 2004. Disponible en: [https://www.endoruddle.com/tc2pdfs/show/53/PostsBrknInstrmts\\_Dec2004.pdf](https://www.endoruddle.com/tc2pdfs/show/53/PostsBrknInstrmts_Dec2004.pdf)
  43. [https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Retreatment\\_Special\\_Cases/File\\_Removal\\_System/File\\_Removal\\_System/File-Removal-System-fwetzev-en-1402](https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Retreatment_Special_Cases/File_Removal_System/File_Removal_System/File-Removal-System-fwetzev-en-1402)
  44. Martin D. Machtou P. Instrument fracture removal revisited. *Roots*. 2014 [citado 27 sept 2019]; 2, 10-18. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/163d/cd06e3476a66f8255ddb4508cde2b10a65cd.pdf>
  45. [https://www.kometdental.de/~media/KometDental/Product%20Info/SyncFolder/410265\\_pdf.pdf?91d70827-3f1c-48ec-8bf6-48104c0a5ec5](https://www.kometdental.de/~media/KometDental/Product%20Info/SyncFolder/410265_pdf.pdf?91d70827-3f1c-48ec-8bf6-48104c0a5ec5)
  46. [https://en.meisinger.de/fileadmin/downloads/endodontie/85flbm17\\_meitrac\\_i-iii.pdf](https://en.meisinger.de/fileadmin/downloads/endodontie/85flbm17_meitrac_i-iii.pdf)



47. Chong BS. Harty's Endodontics in Clinical Practice. 6<sup>th</sup> edition. Elsevier Health Sciences, 2010. Pp. 84-87
48. Patel B. Endodontic treatment, retreatment and surgery: mastering clinical practice. 2016. Pp 265-275.
49. Hülsmann M. Removal of silver cones and fractured instruments using the Canal Finder System. J Endod [Internet]. 1990 [citado 28 sept 2019]; 16 (12); 596-600. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(07\)80203-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(07)80203-2)
50. Sigurdsson A, Le KT, Woo SM, Rassoulian SA, McLachlan K, Abbassi F, Garland RW. Six-month healing success rates after endodontic treatment using the novel GentleWave® System: The pure prospective multicenter clinical study. J Clin Exp Dent [Internet]. 2016 [citado 28 sept 2019];8(3):e290-8. Disponible en: [10.4317/jced.52779](https://doi.org/10.4317/jced.52779)
51. Wohlgemuth P. Cuocolo Davide. Vandrangi P. Sirurgurdsson A. Effectiveness of the GentleWave System in removing separated instruments. JOE [Internet]. 2015 [citado 28 sept 2019]; 41(11): 1895-1898. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.015>
52. <https://endocowboy.com/the-product/>
53. Shahabinejad et al. Success Of ultrasonic technique in removing fractured rotatory nickel titanium endodontic instruments from root canals and its effect on required force for root fracture. JOE; 2013 [citado 29 sept 2019]; 39 (6); 824-828. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.02.008>
54. McGuigan MB. Louca C. Duncan HF. Clinical decision- making after endodontic instrument fracture. Br Dent J [Internet]. 2013 [citado 21 sept 2019]. 214: 395-400. Disponible en: [10.1038/sj.bdj.2013.379](https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.379)
55. Borisova-Papancheva T, Stankova S. Conservative management of intracanal separated endodontic instruments – treatment decisions and related factors. Scripta Scientifica Medicinae Dentalis. 2017 [citado 30 sept 2019]; vol. 3, No 1. pp. 23-31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14748/ssmd.v3i1.3218>
56. Ruddle CJ. BROKEN INSTRUMENT REMOVAL The Endodontic Challenge. 2018 [citado 30 sept 2019] Pp. 1-6. Disponible en: [http://www.1dent.pl/UserFiles/Image/obrazy\\_opisy/Broken\\_Inst\\_Removal.pdf](http://www.1dent.pl/UserFiles/Image/obrazy_opisy/Broken_Inst_Removal.pdf)
57. <https://delendo.com/product/terauchi-file-retrieval-collection/>
58. [https://endo-rs.com/wp-content/uploads/2019/06/IFU-ERS-12.06.2019\\_4.pdf](https://endo-rs.com/wp-content/uploads/2019/06/IFU-ERS-12.06.2019_4.pdf)
59. <https://endo-rs.com/wp-content/uploads/2019/03/ERS-beta-2019-manual-ENG.pdf>
60. McGuigan. Louca C. Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. BRITISH DENTAL JOURNAL. 2013 [citado 05 oct 2019]; 214 (8): 395-400. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.379>
61. Jimenez Ortiz JL. Calderón Porrás AN. Tello García B. Hernández Navarro HM. Instrumentos rotatorios: su uso, separación y efecto en complicaciones



- endodónticas postoperatorias. *Revista Odontológica Mexicana*. 2014 [citado 05 octubre 2019]; 18(1): 27-31. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1870-199X\(14\)72050-6](https://doi.org/10.1016/S1870-199X(14)72050-6)
62. Markose A. Management of separated instruments from the root canal- A review. *Journal of Dental and Medical Sciences*. 2016 [citado 05 oct 2019]; 15(9): 43-47. Disponible en: [10.9790/0853-1509134347](https://doi.org/10.9790/0853-1509134347)
63. Ward JR. Parashos P. Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotatory nickel-titanium endodontic instruments from root canals: Clinical cases. *JOE*. 2003 [citado 06 oct 2019]; 29(11): 764-767. Disponible en: [10.1097/00004770-200311000-00017](https://doi.org/10.1097/00004770-200311000-00017)
64. Triantafyllia Vouzara et al. Separated Instrument in Endodontics: Frequency, Treatment and Prognosis. *Balk J Dent Med*, 2018; Vol 22: 123-132. Disponible en: <https://doi.org/10.2478/bjdm-2018-0022>
65. Shen Y. Peng B. Cheung GS. Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Sug Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004; 98(5): 605-610. Disponible en: [10.1016/j.tripleo.2004.04.011](https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.04.011)
66. Suter B. Lussi A. Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal*. 2005; 38, 112–123. Disponible en: [10.1111/j.1365-2591.2004.00916.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00916.x)
67. Iqbal MK. Rafailov H. Kratchman S. Karabucak B. A Comparison of Three Methods for Preparing Centered Platforms Around Separated Instruments in Curved Canals. *JOE*. 2006;32 (1); 48-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.015>
68. Martin D. Machtou P. Instrument fracture removal revisited. *Roots*. 2014; 2. Pp: 10-18. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/163d/cd06e3476a66f8255ddb4508cde2b10a65cd.pdf>