



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS  
ENDODÓNCICOS MANUALES, EN 3D.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

MARISOL MONTIEL TINOCO

TUTORA: C.D. LUCÍA CRUZ CHÁVEZ

ASESORA: Esp. MÓNICA CRUZ MORÁN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## AGRADECIMIENTOS

La siguiente tesina se la dedico a mis padres que quiero, respeto y admiro; estaré eternamente agradecida con ellos por darme la vida, por orientarme y corregir mis errores, por inculcarme valores morales y a pesar de todos nuestros obstáculos, ahora siendo adulta, puedo garantizar que sus enseñanzas han tenido resultados significativos en mi vida.

A mis hermanos y mi cuñada, por brindarme sus consejos, sobreprotección y por aquellos días de nuestra peculiar convivencia.

A mi tutora C.D. Lucía Cruz Chávez y mi asesora Esp. Mónica Cruz Morán, por su paciencia y guiarme para la elaboración de mi tesina.

Al Mtro. Ricardo Ortiz Sánchez por ayudarme en la toma de video y fotografía en 3D.

A mi universidad y mi facultad, por brindarme los conocimientos necesarios para defenderme en un futuro y por aprender amar a la odontología.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	6
ANTECEDENTES.....	7
1. LOS METALES.....	12
1.1. ESTRUCTURA CUBICA SIMPLE .....	12
1.2. ESTRUCTURA CUBICA CENTRADA EN EL CUERPO.....	12
1.3. ESTRUCTURA CUBICA CENTRADA EN LAS CARAS.....	13
1.4. ESTRUCTURA HEXAGONAL COMPACTA.....	13
1.5. ACERO INOXIDABLE.....	14
1.6. ALEACIÓN NÍQUEL TITANIO.....	16
2. CLASIFICACIÓN DEL INSTRUMENTAL.....	19
3. FABRICACIÓN DE LAS LIMAS DE ENDODONCIA.....	20
3.1. NORMA ISO 3630:1.....	20
3.2. MÉTODO DE FABRICACIÓN POR TORSIÓN.....	22
3.3. MÉTODO DE FABRICACIÓN POR TORNEADO.....	23
4. CARACTERÍSTICAS DE LAS LIMAS DE ENDODONCIA.....	25
4.1. PUNTA Y GUÍA DE PENETRACIÓN.....	25
4.2. CALIBRE.....	25
4.3. CONICIDAD.....	25
4.4. SECCIÓN.....	26
4.5. ÁNGULO DE CORTE.....	26
4.6. ESPIRAS Y RADIAL LAND.....	26
4.7. ÁNGULO HELICOIDAL.....	26
4.8. CUERPO CENTRAL.....	26
5. ESFUERZOS MECÁNICOS.....	28
5.1. ESTRÉS Y FATIGA.....	28
5.2. ESFUERZO DE TORSIÓN Y FRICCIÓN.....	28
5.3. FRACTURA.....	28

6. LIMAS MANUALES DE ACERO INOXIDABLE.....	29
6.1. LIMAS PARA EXPLORACIÓN Y PENETRACIÓN.....	29
6.2. LIMAS PARA PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DEL CONDUCTO..	32
7. LIMAS MANUALES DE NIQUEL TITANIO.....	38
7.1. NITIFLEX.....	38
7.2. LIMAS GT.....	39
7.3. LIMAS PROTAPER.....	40
8. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS ENDODÓNICOS MANUALES, EN 3D.....	41
CONCLUSIÓN.....	43
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	44

## INTRODUCCIÓN

El diagnóstico, la conformación y la limpieza de los conductos radiculares son procedimientos fundamentales para el éxito del tratamiento endodóncico.

Uno de los protocolos que nunca hay que olvidar es el respeto del uso de cada instrumento ya que su diseño ha sido ideado para diferentes funciones específicas como es el ensanchamiento, el limado, la profundización y la introducción o extracción de materiales dentro del conducto radicular.

Los instrumentos manuales tienen dos métodos de fabricación, por torsión y por torneado o labrado, su fabricación y valores de incremento de calibre están estandarizados; Sus características físicas y mecánicas han evolucionado gracias a los avances en la metalurgia, pero no hay que abusar de su resistencia y flexibilidad. Siempre estarán presentes los esfuerzos mecánicos por lo que hay que tener precaución con la fricción, el estrés de torsión, el torque, el estrés de flexión, la fatiga del instrumento y el daño acumulativo porque en su conjunto ocasionaran su fractura.

Por todo lo mencionado, el estudiante y el odontólogo de práctica general deben evaluar los instrumentos y sus partes que lo conforman como son: La punta y guía de penetración, el calibre, la conicidad, el ángulo de corte, las espiras, el ángulo helicoidal y el acabado superficial, por mencionar algunos elementos, su conocimiento va a servir para una buena elección y evaluación para el tratamiento de los conductos radiculares.

## OBJETIVOS

- Explicar sobre el uso adecuado de cada instrumento manual.
- Crear conciencia y diferenciar sobre el uso de cada instrumento manual.
- Reconocer las características físicas y mecánicas de los instrumentos manuales.
- Determinar las ventajas y desventajas de cada instrumento.

## ANTECEDENTES

Desde la antigüedad el ser humano ha padecido de dolores dentales y ha buscado métodos terapéuticos para solucionar el malestar. En el 2009, la revista dental británica publicó el artículo: “la práctica dental en el antiguo Egipto”, en un apartado nos menciona que existe la evidencia de un resto mandibular que recibió tratamiento por un absceso dental. [1]

Data alrededor del año 2500 a.c. al realizar el estudio visual y radiográfico se observó que los dientes tenían un desgaste considerable, el primer molar inferior derecho presentaba una exposición pulpar y se le asociaba a una infección periapical; Se visualizaron dos orificios, uno que penetraba a la cortical externa ubicada por encima del agujero mentoniano y el otro orificio en la dirección de la raíz anterior del diente. Debido a la angulación y la simetría de ambas aberturas, se llegó a la conclusión que habían sido manipulados por un ser humano, cuyo objetivo era drenar el contenido purulento del absceso apical. El instrumento estaba hecho de bronce, su uso común en el antiguo Egipto era para el tallado en piedra o madera; Se cree que la perforación se realizó con un instrumento semejante al taladro de arco (fig.1), también conocido como el arco de violín. [1]



Fig.1 Representación de un egipcio realizando la perforación para la construcción de una silla. [2] Bow drill, Egypt, c 1480 BC.

Así mismo, en el 2013, el Servicio Arqueomagnético Nacional de la UNAM descubrió el tratamiento dental más antiguo en América (fig. 2,3). Debajo de una telesecundaria en Morelia, Michoacán, fueron encontrados los restos óseos de 4 individuos, uno de ellos sobresalió por presentar una intervención dental. No existe evidencia sobre el material o instrumental utilizado, pero la concavidad presentada en la corona dental es parecida al acceso de la pulpa cameral. [3,4]



Fig. 2 Canino superior derecho, acceso coronal y eliminación de la pulpa cameral. [3] En Michoacán, el tratamiento dental más antiguo en América.



Fig. 3 Acercamiento y detalle al acceso del órgano dentario. [3] En Michoacán, el tratamiento dental más antiguo en América.

En base a los dos ejemplos anteriores se puede considerar que sin importar la época, la raza y el género, el dolor fue y es universal, aunque el umbral sea distinto para cada individuo, cuando la vitalidad pulpar está comprometida siempre se ha buscado un remedio para solucionar el malestar.

El registro del primer instrumento endodóncico fue elaborado a mediados del año 1800 por Edward Maynard al hacer muescas en alambres redondos, primeramente fabricado con resortes de reloj y luego en alambres de piano, podría considerarse que se trataba de ensanchadores actualmente mejor conocidos como escariadores, fueron utilizados para eliminar el tejido pulpar y alisar las paredes. [5,6]

Por otra parte, Auguste Maillefer fundó la Fabrica D'Instruments Dentaires en 1889, localizada en Suiza, fabricó y diseñó el extirpa-Nervios (fig. 4), de esta forma comercializó los instrumentos para el tratamiento de conductos radiculares. [7]



Fig. 4 Instrumentos manuales con el mango considerablemente grande. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

Posteriormente en el año 1891, los hermanos Robert y John Kerr establecieron en los Estados Unidos una fábrica con el nombre "The Detroit Dental Manufacturing Company". En 1939 la compañía cambia su nombre a The Kerr Manufacturing Company. Aproximadamente en esa transición diseñó y comercializó el instrumento (Fig.5), asignando su nombre como la lima tipo K. [9]



Fig. 5 El lado izquierdo está el empaque y el lado derecho se observa que el instrumento adquiere mejor ergonomía en el mango, la secuencia numérica se encuentra grabada del 1 al 6. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

Otra de las innovaciones de los instrumentos fue en la década de 1940, cuando desarrollaron las H-files, en colaboración de la casa comercial Sendoline y el médico sueco Gustav Hedström, hoy en día, todavía es una de las limas más utilizadas. [10]

Inicialmente los instrumentos endodóncicos eran fabricados con acero-carbono (Fig. 6). Actualmente la aleación fue sustituida por el acero inoxidable, las limas para instrumentar hechas con acero-carbono ya no existen, por ser muy susceptibles a la corrosión debido a las soluciones irrigantes y la falta de resistencia durante la esterilización. [6]

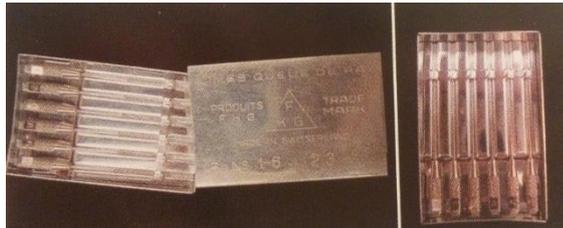


Fig. 6 El lado izquierdo está el empaque de las limas acero carbono y el lado derecho su presentación de 6 unidades. [6] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

Hasta principios de la década cincuenta no existían normas seguidas por los fabricantes, únicamente se podían encontrar las limas con numeración del 1 al 12, la conicidad era variable y como consecuencia la uniformidad de la conformación del conducto radicular era difícil de mantener. [6]

En 1958 Ingle y Levine recomendaron la estandarización de los instrumentos, explicando las características de cada uno: diámetro, anchura, longitud de la hoja cortante y conicidad. Ulteriormente la Asociación Americana de Endodoncia acepta su propuesta en 1962, en ese tiempo es creado el Comité de Estandarización, luego cambiaría y formaría parte de la Organización Internacional de Estándares. [11,12]

En enero de 1976, por medio de la especificación No. 29, la Asociación Dental Americana publicó las normas para la elaboración de las limas y escariadores tipo k. Básicamente marcaron parámetros para la resistencia a la fractura durante la torsión, la rigidez y la resistencia a la corrosión. Subsecuentemente la Asociación Dental Americana hace una revisión sobre los instrumentos #6, #8 y #10, agregándolos a la estandarización, creando una nueva escala de numeración para las limas. [11, 12]

Se debe agregar que en el año 1960, el doctor W. Buehler y colaboradores buscaban una aleación con el objetivo de fabricar armamento resistente y lo que obtuvieron fue el Nitinol, es el acrónimo de los elementos compuestos de la aleación: NI para el níquel, TI para el titanio y Nol por el lugar Naval Ordnance Laboratory. <sup>[12, 13]</sup>

El primer uso en odontología fue con alambres de ortodoncia, elaborado por George Andreasen. Posteriormente el doctor Harmeet Walia, al enterarse de las propiedades y ventajas que ofrece esta aleación realizó la fabricación de las limas de endodoncia con este material, comprobando su eficacia con variados estudios comparativos. En la década de los noventa, varias empresas comerciales introdujeron las primeras limas de níquel-titanio manual y mecanizado. <sup>[11,12]</sup>

# 1. LOS METALES

Las propiedades de los metales usados en los instrumentos endodóncicos deben de reunir los requisitos necesarios para evitar su alteración dentro del medio biológico, por ello es importante mencionar que los metales en general, cuando se solidifican por enfriamiento sus átomos forman una estructura cristalina y se acomodan en las tres dimensiones del espacio dando origen a un reticulado espacial. Dependiendo de la presión atmosférica y el cambio de temperatura las ubicaciones de los átomos van a cambiar y pueden dar distintos tipos de reticulado, a este tipo de transformación se le llama alotrópico. [13,14]

Las estructuras cristalinas más importantes son las siguientes 4 variaciones:

## 1.1 ESTRUCTURA CUBICA SIMPLE.

Los átomos están ensamblados en los vértices dando una apariencia de un cubo (Fig. 7), es la forma más simple, realmente es usado con fines didácticos de aprendizaje porque en la realidad es inusual ver esta estructura cristalina. [15]

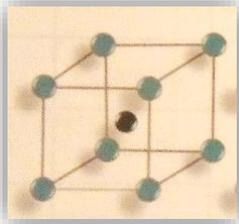


Fig. 7 Representación de una figura cubica simple. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

## 1.2 ESTRUCTURA CUBICA CENTRADA EN EL CUERPO

La estructura cubica centrada en el cuerpo es semejante a la estructura cubica simple con la diferencia que al calentarse, esta estructura se expande con el objetivo de recibir un átomo más en su centro (Fig. 8), es habitual presentarse en los elementos como el hierro, cromo, manganeso, vanadio, Wolframio, tantalio, titanio, sodio y potasio. [15]

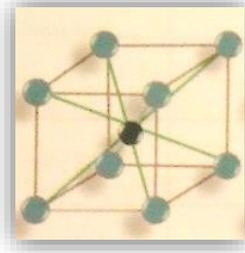


Fig. 8 Representación de la estructura cubica centrada en el cuerpo. <sup>[8]</sup> Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

### 1.3 ESTRUCTURA CUBICA CENTRADA EN LAS CARAS

Esta estructura tiene una buena conformación, cuando se calienta admite un átomo más en cada lado, simultáneamente se acomodan y se compactan formando planos compactos en sus caras (Fig. 9), los metales que se perciben con esta estructura son el hierro, aluminio, cobre, níquel, calcio, oro, plata, plomo y platino. <sup>[15]</sup>

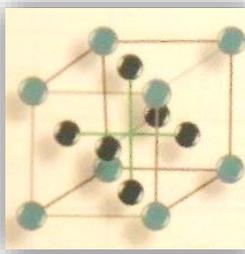


Fig. 9 Representación de una estructura cubica centrada en las caras. <sup>[8]</sup> Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

### 1.4 ESTRUCTURA HEXAGONAL COMPACTA

Esta última estructura es semejante a la anterior, lo que caracteriza son sus planos compactos que son fáciles de identificar por su forma hexagonal (Fig. 10), los metales que adquieren esta estructura suelen requerir formas de fabricación especial ya que suele tener algunos defectos en su red cristalina. Un defecto es la imperfección puntual que involucran a uno o varios átomos, adopta una forma extraña por los iones, ya sea por intersticio o desplazamiento iónico. Otro defecto son

los lineales que puede ubicar una dislocación en una parte de la estructura. El último defecto es el superficial que se extienden en dos direcciones para formar una limitación entre cristales, dejando áreas frágiles. Los metales que tienen esta estructura son el berilio, cadmio, magnesio, zinc y zirconio. [8,15]

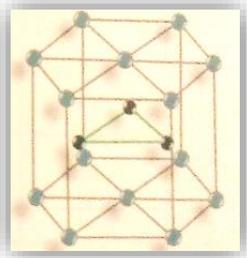


Fig. 10 Representación de una estructura hexagonal compacta. [8]  
Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

## 1.5 EL ACERO INOXIDABLE

El acero inoxidable es un material noble y fue inventado en el siglo XX al agregar una pequeña cantidad de cromo al acero común, su estructura cristalina se modifica alotrópicamente porque se puede agregar a su fórmula pequeños porcentajes de otros metales, debido a ello existe una gran variedad de aceros inoxidables. Se caracteriza por ser resistente a la suciedad, oxidación y a la mayoría de agentes corrosivos por formar una capa de óxido de cromo, es continua y estable en la superficie. [16]

Además de agregar metales para favorecer sus cualidades, también está íntimamente relacionado con los tratamientos térmicos que benefician a las propiedades mecánicas, la tensión y la resistencia a la corrosión. Existen varias fases de tratamiento térmico para la elaboración de aleaciones de acero inoxidable, [17,18] las más importantes que se vinculan con los instrumentos endodóncicos son:

- Austenización
- Temple
- Revenido

La austenización es cuando el calentamiento del acero es constante y elevado, se convertirá entera o parcialmente en austenita (Fig. 11), en el momento que el temple compromete a la austenita, mientras más efectivo sea el enfriamiento, es factible que cause esfuerzos internos, distorsión y grietas en el producto. La velocidad depende del medio de temple y la transmisión de calor dentro de la pieza del acero. [17,18]

El temple es el mantenimiento de la temperatura durante una hora, al enfriarse se endurece y forma a la martensita, es un material duro y frágil. El revenido es un tratamiento térmico que se aplica a los aceros endurecidos para reducir su fragilidad, (Fig. 11), incrementa su ductilidad y tenacidad, sirve como complemento para aliviar los esfuerzos en la estructura de la martensita. [17,18]

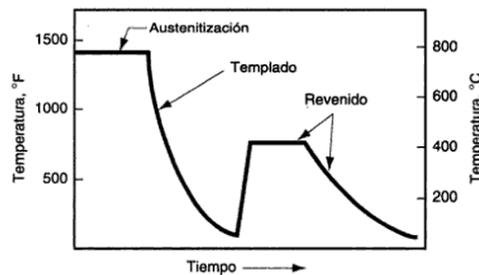


Fig. 11 Representación de tratamiento térmico Austenización, temple y revenido. [17]  
Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas.

En la tabla [8] (Fig. 12) se enlista la formula básica del acero inoxidable con un mayor porcentaje el hierro, el cromo con un 18% y lo restante de níquel, este último con un porcentaje pequeño; la aleación tendrá su cualidad de ser estable ante la presencia de fluidos y al esterilizar el instrumento, aun teniendo suficiente corte:

Fórmula básica del acero inoxidable		Propiedades asociadas a los instrumentos
Acero inoxidable	73% Hierro 9% Níquel 18% Cromo	Buena capacidad de corte Inalterabilidad a la esterilización Inalterabilidad a los fluidos orales

Fig. 12 Datos relevantes del acero inoxidable relacionado con los instrumentos endodóncicos. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

Los instrumentos manuales tienen una gran capacidad de exploración y de corte, alrededor de los calibres #25 al #30, su rigidez es gradual, su desventaja es cuando la curvatura del conducto es mayor a 45° los instrumentos tienden a fracturarse, la rigidez dificulta el trabajo biomecánico. [8]

## 1.6 LA ALEACIÓN NÍQUEL TITANIO.

La revista metal actual, en su artículo “Aleaciones con memoria de forma” hablan sobre los materiales inteligentes que presentan mecanismos de control capaces de responder ante un estímulo en un tiempo conveniente y regresando a su estado original, debido a una transición producida en dos fases. [19]

Los términos de martensita y austenita originalmente se referían sólo a fases térmicas en el acero, actualmente no sólo se describe al material sino al tipo de transformación, es decir, la estructura sufre un cambio de sólido a sólido en el que se produce únicamente una modificación en su forma, en comparación con los aceros varía su volumen y forma. [19]

Un ejemplo de aleación con memoria de forma es el níquel-titanio (Fig.13); la estructura cristalina cubica centrada en el cuerpo es una combinación atómica uno a uno de los componentes principales de NiTi y como en otros metales, la aleación puede tener diferentes estructuras cristalinas. Algunas aleaciones de NiTi suelen sustituir un pequeño porcentaje de níquel por cobalto. [13,20]

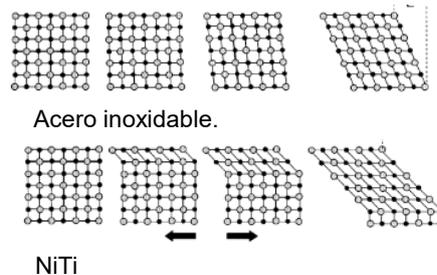


Fig. 13 Representación del comportamiento a la tensión y deformación comparando el acero inoxidable que está en la parte superior y la aleación NiTi ubicada en lado inferior. [13] An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry.

La tabla [8] (Fig. 14) indica el porcentaje equivalente entre el níquel y el titanio; las cualidades diferentes del acero inoxidable es su memoria de forma, resistencia y flexibilidad.

Fórmula básica del níquel titanio		Propiedades asociadas a los instrumentos
NiTi	49 a 51% níquel 49 a 51% titanio	Alta memoria de forma Extrema flexibilidad y resistencia Inalterabilidad a la esterilización Inalterabilidad a los fluidos orales

Fig.14 Datos relevantes del níquel titanio relacionado con los instrumentos endodóncicos. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

El término técnico de esta aleación es Nitinol 55, tiene una capacidad para modificar su enlace atómico que provoca cambios físicos en la estructura cristalina y en las propiedades mecánicas (Fig. 15). Durante esta transformación ocurre un desplazamiento de átomos, se visualiza la martensita adaptada a la forma inicial, por medio de un mecanismo de auto acomodamiento llamado maclado y es un proceso complementario por el cual la aleación queda endurecida. Cuando el calentamiento es elevado y

constante, la martensita es deformada parcial o totalmente, se modifica en austenita. Es un material no magnético, estable, flexible y más resistente.

[13,20]

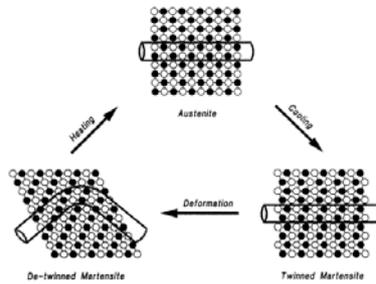


Fig.15 Representación de la transformación martensítica como respuesta al enfriamiento drástico y el efecto de memoria de forma de níquel titanio. [13] An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry.

En el 2004 la revista de endodoncia, en uno de sus artículos público un estudio sobre “la evaluación de la composición elemental, microestructura y la dureza del acero inoxidable en limas y escariadores” se eligió la lima tipo K y lima H de cinco casas comerciales: Antaeos, FKG, Maillefer, Mani, y Micromega. Las limas se incrustaron con resina epoxica en sentido longitudinal y se sometieron al análisis metalográfico. Después se esmerilaron, pulieron y grabaron para observar su microestructura en microscopia de luz y por dispersión de energía de rayos X. [21]

La conclusión fue que las limas tipo K y H se fabrican comúnmente en AISI 303 y 304, es decir, aceros inoxidables austeníticos. En segundo lugar, la dureza de los instrumentos endodóncicos examinados es superior a 546 a la dureza de Vickers que presenta grandes variaciones y se atribuye a diferentes procedimientos termomecánicos, por lo tanto, todo lo mencionado en este capítulo sobre el proceso de fabricación juega un papel importante en la microestructura de las limas. [21]

## 2. CLASIFICACIÓN DEL INSTRUMENTAL.

La Organización Internacional de Estandarización y la Federación Dental Internacional agrupó los instrumentos endodóncicos según su método de uso:

- Grupo I: instrumentos de uso manual, corresponden a este grupo las limas, tiranervios y ensanchadores.
- Grupo II: instrumentos accionados por motor mecanizado, poseen un diseño semejante al grupo I, con la diferencia de adaptarse a la pieza de mano, por ejemplo Protaper next y wave one
- Grupo III: Instrumentos de baja velocidad como son las fresas gates glidden y las fresas peeso.
- Grupo IV: Instrumentos y materiales para obturar, como son espaciadores, puntas de papel y gutapercha.<sup>[22]</sup>

### 3. FABRICACIÓN DE LAS LIMAS DE ENDODONCIA

La norma ISO 3630:1 2008 especifica los requisitos generales para la fabricación y diseño de los instrumentos usados para la limpieza de los conductos radiculares. A continuación se mencionará la información más relevante de esta norma.

Los instrumentos pueden ser fabricados de acero-carbono y de acero inoxidable, clasifican en 5 tipos, relacionando la forma y el tamaño de la conicidad de la punta:

- Tipo 1 Instrumentos estandarizado con conicidad al 2%
- Tipo 2 instrumentos con conicidad continua diferente al 2%
- Tipo 3 instrumentos con forma continua
- Tipo 4 instrumentos sin conicidad
- Tipo 5 instrumentos con conicidades multiples.

El fabricante cuando confecciona instrumentos estandarizados con conicidad al 2% ya sea por torsión o torneado, hipotéticamente va a dividir la lima en secciones para establecer las dimensiones del diámetro, desde la punta hasta la parte de trabajo la unidad de medida es en centésimas de milímetro. [23]

En la tabla<sup>[23]</sup> (Fig. 16), el tamaño de la lima representa la conicidad en porcentaje, por ejemplo un instrumento 25 con conicidad 0.2 de la punta tiene un diámetro de 0.25 mm. El símbolo  $D_1$  representa el diámetro de la proyección de trabajo en la parte final de la punta del instrumento.  $D_2$  y  $L_2$  es la medición del diámetro a la longitud y punto de medición.  $D_3$  es el diámetro final de la longitud mínima de la parte de trabajo. [23]

Tamaño	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	Tolerancia	D <sub>3</sub>	tolerancia	l <sub>2</sub>	l <sub>3min</sub>	color	serie
06	0.06	0.12	± 0.01	0.38	±0.02	3	16	Rosado	Especial
08	0.08	0.14		0.40				Gris	Especial
10	0.10	0.16		0.42				Púrpura	Especial
15	0.15	0.21	±0.02	0.47				Blanco	Primera
20	0.20	0.26		0.52				Amarillo	Primera
25	0.25	0.31		0.57				Rojo	Primera
30	0.30	0.36		0.62				Azul	Primera
35	0.35	0.41		0.67				Verde	Primera
40	0.40	0.46		0.72				Negro	Primera
45	0.45	0.51		0.77				Blanco	Segunda
50	0.50	0.56		0.82				Amarillo	Segunda
55	0.55	0.61		0.87				Rojo	Segunda
60	0.60	0.66		0.92				Azul	Segunda
70	0.70	0.76	±0.04	1.02				±0.04	Verde
80	0.80	0.86		1.12	Negro	Segunda			
90	0.90	0.96		1.22	Blanco	Tercera			
100	1.00	1.06		1.32	Amarillo	Tercera			
110	1.10	1.16		1.42	Rojo	Tercera			
120	1.20	1.26		1.52	Azul	Tercera			
130	1.30	1.36		1.62	Verde	Tercera			
140	1.40	1.46		1.72	Negro	Tercera			

Fig. 16 Representación de la estandarización en el tamaño del calibre, diámetros, tolerancia, color y serie de los instrumentos endodóncicos. [23] Dentistry — Root-canal instruments — Part 1: General requirements and test methods.

El código de colores se ubica en el mango del instrumento, representa la secuencia del color claro a oscuro, es decir, blanco, amarillo, rojo, azul, verde y negro. Se repite cada seis tamaños, primera, segunda y tercera serie. La serie especial solo tiene los colores rosado, gris y púrpura. [23]

La longitud de la parte de trabajo debe presentar un mínimo de 16 mm y puede tener una desviación de la longitud total de  $\pm 0,5$  mm; El largo de la punta depende de la angulación. Las medidas establecidas en la norma son referencias mínimas, el criterio del fabricante dependerá si las sigue o hace variaciones en las medidas. [23]

El mango del instrumento cuando incluya anillos u otras marcas para identificar el grupo de tamaños, la secuencia iniciara con el porcentaje de conicidad más pequeño. [23]

La punta de trabajo y el vástago del instrumento, si es de una sola pieza, podrá ser elaborado de cualquier aleación y tratamiento térmico, siempre y cuando permitan a los instrumentos cumplir con su función. [23]

El mango deberá estar fabricado de metal o de plástico con una calidad adecuada para soportar los procedimientos operativos, debe ser fijado de forma segura y permanente. También debe ser capaz de resistir su esterilización, sin deformarse ni cambiar de color. [23]

La norma que especifica los símbolos de identificación de los instrumentos es ISO 6360-2 (Fig. 17), estos deben estar en el mango, empaque o en el instructivo del fabricante. [23]

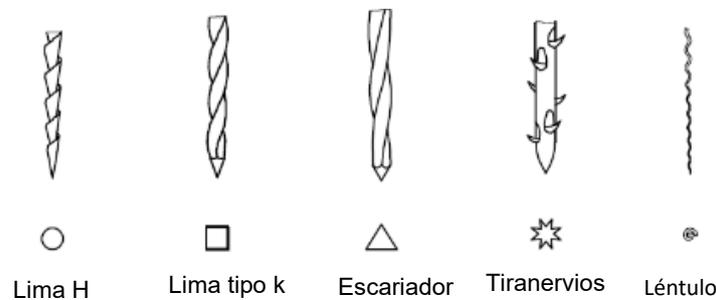


Fig. 17 Representación de la simbología de los instrumentos endodóncicos. [23] Dentistry — Root-canal instruments — Part 1: General requirements and test methods.

El empaquetado indicará el tipo de instrumento, la cantidad, que podrá ser unitaria o en conjunto, deberá proteger el contenido, se anexará un instructivo que incluya: Nombre y dirección del fabricante o distribuidor, código de lote, especificación si los instrumentos están diseñados para un solo uso y la descripción del método de esterilización y desinfección. [23]

### 3.1 MÉTODO DE FABRICACIÓN POR TORSIÓN

En un alambre, dependerá del fabricante si recorta en forma piramidal, cuadrangular, triangular o romboidal, este se torsiona en sentido antihorario, provocando bordes cortantes de forma helicoidal. Las espiras de una misma sección pueden ser continuas o más alejadas (Fig. 18). De igual forma dependiendo del fabricante la punta del alambre se tornea

dejando un extremo piramidal con la angulación deseada. Las aleaciones de acero inoxidable y níquel titanio pueden usarse sin alterar sus propiedades y características, por ejemplo las limas tipo k, ensanchadores, limas k-Flex y Flexo-file. [8,24]



Fig. 18 Representación de la dirección de las espiras por el método de fabricación por torsión. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

### 3.2 MÉTODO DE FABRICACIÓN POR TORNEADO

Por medio de un torno micrométrico computarizado se da forma a la parte activa en un alambre cónico, para poder tornearse las espiras (Fig. 19), los vástagos son calentados y enfriados súbitamente por secciones, generara tensiones en algunas zonas de la superficie del metal por lo que puede provocar microfracturas, por ejemplo limas H y Flex- R. [8,24]



Fig.19 Representación de la pronunciación de las espiras por el método de fabricación por torneado. [8] Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas.

La verificación del éxito de fabricación del instrumento se comprueba usando dos aparatos para realizar la prueba de torque y la prueba de flexión (Fig. 20,21), aplicaran la fuerza y movimientos suficientes para confirmar la existencia de algún daño del instrumento. En caso de presentar alteraciones en la superficie del instrumento deberá ser sustituido. [23]



Fig.20 Aparato de prueba de torque. [20] Evolution of nickel-titanium instruments: from past to future.

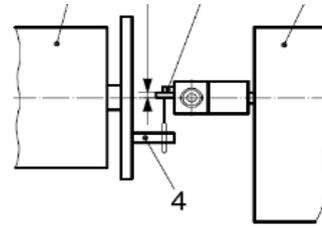


Fig.21 Aparato de prueba de flexión. [23] Dentistry — Root-canal instruments — Part 1: General requirements and test methods.

Los procesos de fabricación por torneado o torsión otorga distintas morfologías microscópicas a la superficie de los instrumentos por lo que debe realizarse un acabado superficial para garantizar la efectividad del instrumento. Los procedimientos de acabado superficial son: Electropulido, su propósito es alisar la superficie para la eliminación de irregularidades de tamaño superior a  $1\ \mu\text{m}$  y el pulido que sirve para remover tamaños inferiores a centésimas de  $\mu\text{m}$ . Desoxidación, su objetivo es eliminar óxidos que el oxígeno contaminante produce sobre la superficie del instrumento durante el proceso de manufactura. [8,24]

## 4. CARACTERÍSTICAS DE LAS LIMAS DE ENDODONCIA

Básicamente el fabricante debe confeccionar instrumentos flexibles, no producir desgastes ni perforaciones que generen alteraciones en los conductos. La aleación debe soportar el trabajo mecánico y la precurvatura de la lima. Los elementos que conforman el instrumento son los siguientes:

### 4.1 PUNTA Y GUÍA DE PENETRACIÓN

La capacidad de corte de la punta del instrumento puede ser pasiva y activa, su función es ampliar el conducto y guiar al instrumento. La guía de penetración de la lima tiene su corte efectivo a 1 mm de la punta. Cuando el instrumento tiene la punta en forma piramidal ejerce control de la preparación del conducto, por lo tanto su acción es abrasiva, su desventaja es ser rígido y genera escalones muy fácilmente en un corto período de tiempo. Su contraparte, la punta cónica es pasiva por limitar la capacidad de corte en la zona apical, evita deformaciones en la preparación del conducto.<sup>[8]</sup>

### 4.2 CALIBRE

Es el diámetro del instrumento, expresadas en centésimas de milímetro de la primera circunferencia cortante de la parte activa. Algunas casas comerciales, al margen de la norma ISO, fabricaron instrumentos intermedios a los estandarizados como #12, #17, #22, #27, #32 y #37.<sup>[8]</sup>

### 4.3 CONICIDAD

Es la relación entre la diferencia de diámetros desde la punta hasta el mango del instrumento, expresa generalmente el valor que aumenta por cada milímetro a lo largo de la superficie de trabajo, Los fabricantes

expresan la forma cónica en términos de porcentaje, en los instrumentos 0.02 de conicidad es de 2%. La flexibilidad disminuye con el aumento de conicidad, pero a su vez obtiene resistencia a la torsión, hay que tomar en cuenta que al instrumentar un conducto morfológicamente curvo, la resistencia a la fatiga de flexión cambia inversamente respecto al diámetro, por lo tanto la elección del calibre debe analizarse al índice de conicidad de la zona del instrumento y la longitud comprometida en la zona de la curvatura. [8]

#### 4.4 SECCIÓN

Es el corte perpendicular al eje largo del instrumento, posibilita la observación entre la distribución de fases, contactos en la pared del conducto, bordes y ángulos cortantes, la cantidad de cuerpo central [8]

#### 4.5 ÁNGULO DE CORTE

El elemento de corte en un instrumento lo constituye la zona de mayor diámetro, ya sea el filo o superficie le sigue una espira. Su eficiencia dependerá del ángulo de contacto de la zona de mayor diámetro con la pared, la nitidez del corte y la capacidad de desviar el dentritus. Las espiras poseen dos caras y un borde. Una de ellas es la cara cortante que va en dirección rotatoria y hace contacto con la estructura dentinaria eliminada; la otra es la cara de despeje, es la continuación del borde de rotación. El borde cortante se encuentra en la intersección de estas dos caras. [8]

#### 4.6 ESPIRAS Y RADIAL LAND

Las espiras es la vuelta de una espiral rodeando el cuerpo central del instrumento, su incremento genera estrés por torsión generando un efecto de atornillado. Las acanaladuras son los espacios deprimidos entre los bordes de corte y radial land, sirven para remover los residuos de corte. El radial land es una superficie ubicada entre las acanaladuras paralelas al eje

largo del instrumento que incluye el borde de corte, no todos los instrumentos la presentan, reduce la tendencia del instrumento al atornillado, microfracturas y transporte del conducto durante su preparación, su desventaja es el aumento de la fricción en las paredes. [8]

#### 4.7 ÁNGULO HELICOIDAL

Es el ángulo resultante de la dirección del borde con respecto al eje largo del instrumento, influye en la velocidad de atornillado y la facilidad para remover el dentritus. A mayor es el ángulo, el desgaste en la dentina es considerable. Un ángulo helicoidal constante a la longitud de un instrumento cónico, genera la aproximación de las espiras en la zona de la punta, si mantiene la distancia debe aumentarse el ángulo helicoidal. Este efecto produce mayor efecto de torsión y riesgo de fractura. [8]

#### 4.8 CUERPO CENTRAL

Es la circunferencia de mayor diámetro de la sección transversal que no ha sido torneada y que se mantiene a lo largo de la parte activa en un mismo eje longitudinal. Mayor diámetro del cuerpo central resiste a la torsión, tiene mejor flexibilidad y resistencia a la fatiga. [8]

## 5. ESFUERZOS MECÁNICOS

El estudiante y el odontólogo de práctica general deben tener en cuenta que la alteración estructural del instrumento puede ser prevenida aliviando tensiones, regulando la temperatura ambiente, eliminando irregularidades en la estructura dentaria, verificando tamaños, espesores y sobre todo tener en cuenta las características de cada aleación. De lo contrario pueden presentarse los siguientes fenómenos: [8]

### 5.1 ESTRÉS

Es la deformación que sufren los instrumentos por la aplicación de fuerzas externas. [8]

### 5.2 ESFUERZO DE TORSIÓN Y FRICCIÓN.

Un elemento está sometido a un esfuerzo de torsión cuando existen fuerzas sobre de él que tienden a hacer girar una sección con respecto a otra.

La torsión está directamente relacionada con la cantidad de superficie del instrumento que entra en contacto con la pared del conducto. De modo que el esfuerzo de torsión es directamente proporcional a la fricción entre el instrumento y las paredes dentinarias. La fricción es la resistencia al movimiento relativo entre dos superficies, siempre están en contacto y a la vez. [8]

### 5.3 FRACTURA

Es la separación de un cuerpo en dos o más fragmentos como respuesta a una tensión. [8]

## 6. LIMAS DE ACERO INOXIDABLE

Las compañías dentales han buscado renovar la resistencia a los esfuerzos mecánicos de las limas, mejorar la parte activa de su punta y la ergonomía, por lo que podemos encontrar una amplia variedad, a continuación se nombraran las más comunes:

### 6.1 LIMAS PARA EXPLORACIÓN Y PENETRACIÓN

Las limas C+File<sup>®</sup> están indicadas para la entrada de conductos calcificados por poseer una punta piramidal activa y tener una sección cuadrangular. En la porción cervical no mantiene contacto con las paredes del conducto, presentan una resistencia mayor a la deformación que las limas tipo k.

Fabricados por torneado en sus primeros 4 mm, dependiendo del calibre tienen una conicidad de 0.04 a 0.05mm, se encuentran disponibles en el #08, #10 y #15 a longitudes de 18 y 21 mm. (Fig.22). Estos instrumentos son fabricados por la casa comercial Dentsply Maillefer<sup>®</sup>. [11,24]

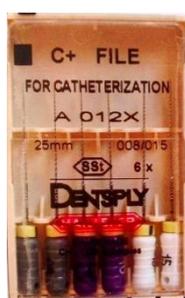


Fig. 22 Limas C+ File<sup>®</sup> se observa que en el estuche incluyen 2 limas de los calibres #08, #10 y #15 a 25 mm de longitud. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

Las limas C-pilot<sup>®</sup> (Fig. 23), tiene una punta inactiva, sirven para crear una vía permeable en especial en conductos estrechos y calcificados; resisten a la flexión gracias a su endurecimiento térmico, tiene un tamaño intermedio de 12,5 y consta de 6 unidades estériles. [25]



Fig. 23 Instrumentos C-pilot® de la casa comercial VDW® [25] VDW® STERILE C-PILOT® Files

Las limas senseus y profinder eran independientes, luego se fusionaron, (Fig. 24), los extremos del instrumento están fabricados de silicona elastomérica y la punta es redondeada a 65°. La primera y segunda serie su sección es triangular, la serie especial tienen una sección cuadrangular; El diámetro correspondiente a #10, #13 y #17 con longitudes de 18, 21 y 25mm. La conicidad es de 2% en los primeros cuatro milímetros y de 1.5% en lo restante de la parte activa. [11,24]



Fig. 24 Empaque de instrumentos Senseus Profinder™ son elaborados por la casa comercial Dentsply Maillefer® [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

El siguiente juego de instrumentos pertenecen a la casa comercial Many® llamados D finders™ (Fig. 25), tiene los calibres #8 y #10 con conicidad de 0.02; La longitud que maneja es de 21 y 25 mm, poseen una sección en forma de D que confiere alta resistencia, pero su capacidad de corte es limitada. [24]



Fig. 25 Estuche de los instrumentos D finders® del calibre #10. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

La casa comercial que elabora limas Phathfinder™ es SybronEndo® (Fig. 26), son usadas para permeabilizar el conducto radicular, tiene una conicidad menor a la tradicional que es de 0.15 mm de incremento, desde la punta hasta el mango del instrumento. La versión acero-carbono se fabrica en dos calibres: el instrumento k1 cuyo mango es de color marrón, equivale a una lima #8 y k2, su mango es de color naranja correspondiente a una lima #10 y las longitudes que se pueden encontrar son de 19, 21 y 25 mm. [11,24]



Fig. 26 El lado izquierdo se observa el instrumento Pathfinder® tradicional que es fabricado de acero inoxidable, mientras que el pathfinder CS ubicado del lado derecho es de acero- carbono, ambos a una longitud de 25mm. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

Las limas Hi-5® tienen un vástago de forma pentagonal, un mayor número de espacios entre las espiras que los instrumentos comunes, lo que origina un instrumento rígido, resiliente y con corte eficiente. Se comercializan en una longitud de 21 y 25 mm. (Fig. 27); los calibres que pueden encontrarse son #6, #8, #10 y #15, la casa comercial encargada de su distribución es Miltex® [24]



Fig. 27 Representación del empaque de instrumentos Hi-5® de calibres diferentes y a longitud de 21mm. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

## 6.2 LIMAS PARA LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL CONDUCTO

Los tiranervios también llamados pulpótomos o extirpa nervios son instrumentos que se caracterizan por tener esparcido y sobresalir astas metálicas con un número mínimo de 36, la longitud del área activa es de aproximadamente 10.5 mm y su longitud es de 20mm. El grado de tolerancia de 1.5 y su mango es de plástico. Son usados para eliminar tejido pulpar o para la colocación de medicación intraconducto entre sesiones. Las dimensiones del instrumento no tienen medidas estandarizadas, el color del mango es solo una referencia que indica el calibre, de menor a mayor, (Fig. 28) Por sus características y fragilidad deben girar libremente dentro del conducto sin trabajar sobre las paredes por lo tanto, su uso está limitado a conductos amplios y rectos. [11,24]

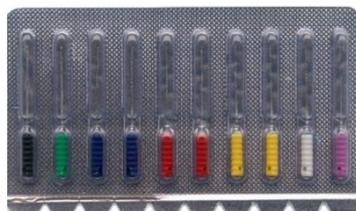


Fig. 28 Empaquetado de tiranervios de la casa comercial Dentsply Maillefer® [26]. Tiranervios 21mm. Surtido 10 u.

Los escariadores también conocidos como ensanchadores son instrumentos utilizados en la preparación del conducto, se fabrican a partir de un vástago metálico de sección triangular y por torsión (Fig. 29), sus ángulos de corte de  $60^\circ$ , una sección cuadrangular de  $90^\circ$  y ángulo helicoidal aproximadamente de  $40^\circ$ . Se puede encontrar en longitudes de 25 y 31mm (Fig. 30) Las estrías tienen más espacio entre ellas, permitiendo un mayor transporte del dentritus sin embargo su número es menor en comparación con las limas, no es apto para movimiento de limado. Esa característica limita su empleo a conductos rectos para alisar las paredes dentinarias. [24]



Fig. 29 Representación de la sección triangular de un escariador [24]. Endodoncia: Técnica y fundamentos.

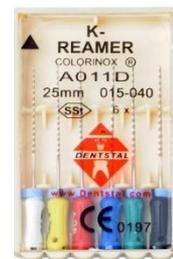


Fig. 30 Representación del empaquetado de escariadores de la marca Dentstal. [27]. Denstal® Company, K-Reamer

Las limas Hedstroem, también son llamadas limas H, se pueden encontrar en longitudes de 21,25 y 31mm (Fig. 31); son torneadas a partir de un vástago circular, incluso pueden ser fabricadas de níquel titanio. Son muy eficaces al ser traccionadas debido al ángulo de incidencia de su borde cortante sobre la pared dentinaria. No deben girarse pues son ineficientes y pueden fracturarse, su uso es para la preparación cervical, remoción de gutapercha, limpieza y alisado de las paredes de los conductos rectos. Su ventaja es que el dentritus sale coronalmente gracias a sus estrías, estos instrumentos son semejantes a los tornillos. [11,24]

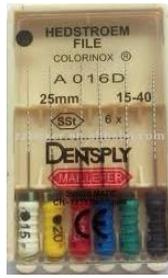


Fig. 31 Representación del empaque de las limas H de longitud de 25mm por la marca comercial Dentsply.Maillifer<sup>®</sup> [28] Suministros mundo dental S.L; Limas Hedsoem Maillifer.

S-files<sup>®</sup> son limas torneadas que poseen una sección de doble surco en forma de S, con doble ángulo cortante. A diferencia de las limas Hedstrom que poseen un surco de profundidad constante, en las limas s el surco disminuye de profundidad hacia la punta del instrumento y dejan la superficie libre entre el metal y la pared del conducto radicular, lo que facilita el desplazamiento (Fig. 32). Así mismo la distancia entre espiras disminuye hacia la punta del instrumento, lo que le otorga mayor flexibilidad y termina en una punta no cortante. Puede usarse con rotación y tracción. [29]



Fig. 32 Representación de una lima S-File de la marca comercial Sendoline.<sup>®</sup> [29]. Sendoline<sup>®</sup> Company; S-File<sup>®</sup>

Las limas tipo k tienen tres variedades, la diferencia consiste en la forma del vástago del cual se fabrica de alambre matizado (Fig. 33). Las limas con el vástago cuadrangular están las k-file de la casa comercial sybronendo<sup>®</sup>; El vástago triangular son limas k-file y flexofile ambas en las casas comerciales Dentsply Maillefer<sup>®</sup>, también la lima Flex-R de Miltex<sup>®</sup> y la lima triple flex de sybronendo.<sup>®</sup> El vástago romboidal lima k-flex comercializado por sybronendo<sup>®</sup> [11,24]

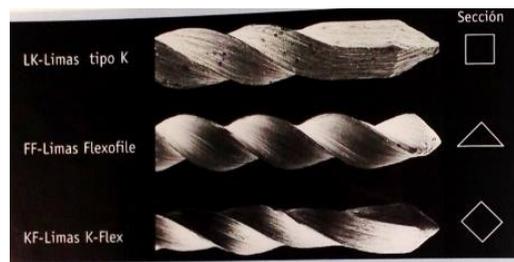


Fig. 33 Representación con microscopia la diferencia de la forma del vástago cuadrangular, triangular y romboidal. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

Las limas FlexoFile también llamadas Flex o, pertenecientes a la casa comercial Dentsply Maillefer<sup>®</sup> (Fig. 34) es similar a la lima k pero está elaborada con una punta pasiva similar a una punta de batt, acero más flexible y blando; Son limas torsionadas de sección triangular. También se comercializan con mango de silicona y se le conoce con el nombre de senseus flexofile. [11,24]



Fig. 34. Representación del empaque de las limas FlexoFile de la primera serie a longitud de 25mm. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

Las limas k-Flex fueron introducidas en 1982, este instrumento se torsiona a partir de un alambre matrizado con sección transversal romboidal. Alterna las estrías bajas y altas lo que incrementa su flexibilidad y la eficacia del corte del instrumento además facilita la remoción del dentritus, las longitudes que se pueden conseguir son de 25 y 31mm (Fig. 35) El ángulo agudo  $<90$  mejora la eficacia del corte, ángulo obtuso  $>90$  no entra en contacto con el conducto radicular. Aumenta la remoción del dentritus y se usa en conductos curvos o estrechos. [11,24]



Fig. 35. Representación del empaque de las limas K-Flex calibre #8 y longitud de 25mm pertenecientes a la casa comercial SybronEndo<sup>®</sup> [30] Terapeak; Sybron Endo K-flex Files.

Las limas Flex R fueron diseñadas e introducidas por James Roane para utilizarse con la técnica de fuerzas balanceadas, pertenecen a la casa comercial Miltex<sup>®</sup> (Fig. 36) son limas cuya característica es tener una punta pasiva, de forma cónica permite girar con mayor suavidad en el conducto sin que ensanche sus paredes, evita la formación de escalones. [11,24]



Fig. 36 Empaque de las limas Flex-R de la primera serie a 25 mm. [31] Midwestental, equipment, service, supplies; Flex-R Files.

Las limas Triple-Flex se fabrican por torsión a partir de un vástago de acero inoxidable de sección triangular, pertenecen a la casa comercial SybronEndo<sup>®</sup> (Fig. 37), su punta termina en una meseta. [11,24]



Fig. 37 Empaque de las limas Triple-Flex del calibre 35 a 21mm. [32] Sybronendo Company, Limas Triple-Flex.

Las limas RT de la marca Mani® (Fig. 38), la forma del vástago es de un paralelogramo con un lado largo y otro muy pequeño. El amplio espacio para las espiras le otorga buena capacidad para eliminar el tejido cortado. [24]



Fig. 38 Representación del empaque de la primera serie de las limas RT a 25mm de longitud. [24] Endodoncia: Técnica y fundamentos.

Las limas Unifile® están elaboradas por torneado a partir de un alambre de acero inoxidable redondo mediante el corte de dos surcos superficiales para producir estrías en un diseño de doble hélice. La casa comercial encargada de su elaboración es Dentsply Maillefer® (Fig. 39) Los bordes de las espiras pueden ser generados por el procedimiento de torcido del eje del metal a lo largo de su eje longitudinal. [24]



Fig. 39 Representación de las limas Unifile® de calibre 25 a longitud de 21mm. [33] Net 32 Dental Supply Marketplace

Una variación de las limas FlexoFile son las limas Golden Medium y se clasifican en el rango intermedio, descritas inicialmente por Weine, ya que proporciona tamaños intermedios entre los instrumentos tradicionales para los conductos estrechos, como son los tamaños #12, #17, #22, #27, #32 y #37 (Fig. 40). El doctor Weine sugirió el recorte de 1mm de la punta de la lima y el redondeado de los bordes agudos. De esta manera, las limas de

calibre #10, #15, #20 y #25 pueden ser convertidas en #12, #17, #22 y #27.  
[11]



Fig. 40 Empaquetado de la casa comercial Dentsply Maillefer®. [34] Ebay;  
Dentsply Flexofile Hand Files Golden Mediums 21mm and 25 mm Size: 12-37

## 7. LIMAS DE NÍQUEL TITANIO

Debido a las características de elasticidad de estas limas, no es recomendable su uso para la exploración de los conductos radiculares, Para ello deben ser usadas las limas de acero inoxidable de pequeño calibre. No es necesario realizar precurvamiento de las limas de níquel – titanio, pues ellas se acomodan en la luz del canal radicular, respetando su anatomía. En caso de que sean sometidas a fuerzas de torsión mayores que su límite elástico, sufrirán una desviación permanente en sus espirales, teniendo que ser desechadas ya que el riesgo de fractura es elevado.

### 7.1 NITIFLEX

Las limas Nitiflex® son obtenidas por torneado a partir de un vástago de sección triangular y punta en forma de batt, se comercializan del 15 al 40 como se observa en la (Fig. 41) las empresas distribuidoras son Dentsply Maillefer. [24]

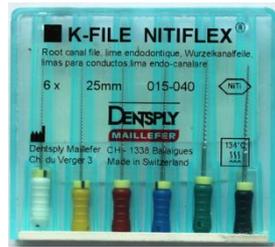


Fig. 41 Representación del empaque de las limas Nitiflex de la primera serie a longitud de 21mm. [35] Dentsply; Nitiflex filer - Dentsply Maillefer (V100004).

## 7.2 LIMAS GT

Las limas GT cuyas siglas provienen del inglés greater taper, tienen la parte activa con rosca invertida, es decir en sentido antihorario desde el mango hasta la punta, es decir en sentido antihorario desde el mango hasta la punta, esa característica permite una rotación en sentido horario sin que el instrumento avance y sobrepase el límite de trabajo. El mango tiene forma de pera, su parte mayor hacia la parte laminar para permitir al operador mayor presión en la zona apical durante la instrumentación. Se fabrica en 4 conicidades: 0.06, 0.08, 0.10 y 0.12 como se muestra en la (Fig. 42) y la punta de todos los instrumentos corresponde al calibre 20 de un instrumento convencional. También existen calibres #35, #50 y #70 con conicidad 0.12, Dentsply® y Tulsa Dental.®[24]



Fig. 42 Sistema de limas manuales GT que constan de 4 instrumentos. [36] Dentsply® rewards; Hand Files Of Greater Taper 25mm 20/10; Encontrado

### 7.3 LIMAS PROTAPER

El sistema ProTaper manual de la marca Dentsply® incluye una serie secuencial de 6 limas (Fig. 43), poseen conicidad variable y progresiva, las cuales son muy diferentes a las limas de Ni-Ti empleadas en otros sistemas. La conicidad varía dentro de un mismo instrumento, con aumentos progresivos de conicidad que van del 3.5 % al 19%, lo que hace posible la conformación de zonas determinadas del conducto con un sólo instrumento. [37]



Fig. 43 El empaque contiene shaper 1 (S1) tiene un diámetro en la punta de 0.17 mm; 0.20 mm el S2 y 0.19 el SX. Los instrumentos F1, F2 y F3, tienen diámetros en la punta de 0.20mm, 0.25 mm y 0.30 mm respectivamente. [38] Dentsply Protaper Universal Treatment 21mm (HAND USE) For 2286 only.

## 8. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS ENDODÓNCICOS MANUALES, EN 3D

La elaboración del video en modalidad en 3D es con la finalidad de visualizar las características de los instrumentos endodóncicos de manera fácil y didáctica; en colaboración con el Mtro. Ricardo Ortiz Sánchez, el material utilizado fue:

Microscopio Olympus con cámara Nikon® modelo D750, cámara Soni® 3D modelo TD30, Un diente cortado en sentido longitudinal, loseta de vidrio, jeringa para irrigar, punta Navitip, una lima C-Pilot #15, una lima Flex-R #15, una lima Hedstroem #15, un ensanchador acero inoxidable #15, un ensanchador NiTi #15, un tiranervio #15, un lima Hi5 #15, una lima Nitiflex #15, una lima lima k flexo file #15.

Procedimiento:

En el premolar cortado en sentido longitudinal se introdujeron, una por una a longitud de 18mm, 9 limas del calibre #15.

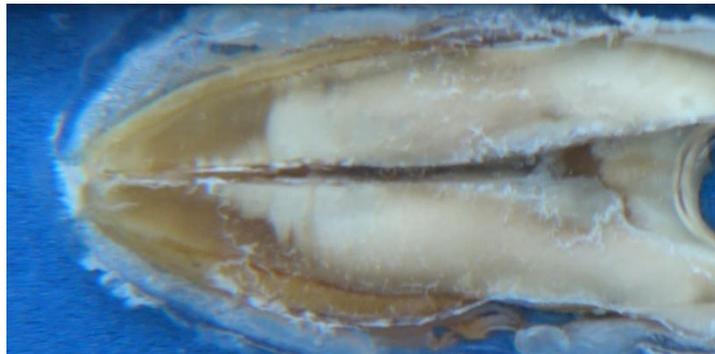


Fig. 44 Segundo premolar superior, cortado en sentido longitudinal, resolución 100:1

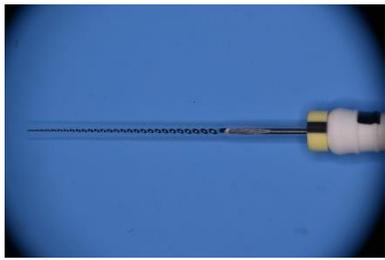


Fig. 45 Resolución 100:1 de la lima tipo k de acero inoxidable #15



Fig. 46 Resolución 100:1 de las limas C-Pilot #15, lima Flex-R #15, lima Hedstroem #15, ensanchador acero inoxidable #15, ensanchador NiTi #15, tiranervio #15, lima Hi5 #15, lima Nitiflex #15, lima lima k flexo file #15, C+ #15



Fig. 47 Resolución 100:1 de la lima tipo k de NiTi #15



Fig. 48 Resolución 100:1 comparacion de una punta convencional y la punta Navitip



Fig. 49 Resolución 100:1 topes apicales.

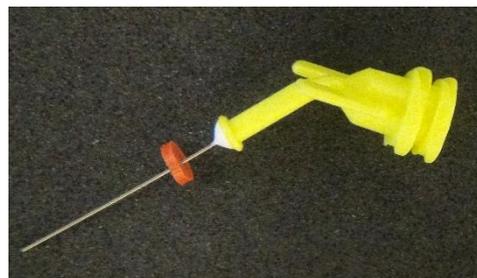


Fig. 48 Resolución 100:1 de la punta Navitip

## CONCLUSIONES

La evolución que han tenido los instrumentos manuales como son las mejoras de las aleaciones, el control para su fabricación como el establecimiento de su estandarización y el estudio de las microestructuras de las limas ha sido favorable para mejorar el tratamiento del sistema de conductos radiculares.

El éxito en el uso de instrumentos manuales depende del conocimiento y respeto del manejo de cada diseño y tipo de material en el que están fabricados. Así como la adecuada elección del instrumento que debe utilizarse en cada situación clínica.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1-Forshaw RJ. The practice of dentistry in ancient Egypt. British Dental Journeal; 2009. Vol. 26: 481-486
- 2- ©Science Museum / Science & Society Picture Library, Bow drill, Egypt, c 1480 BC. Image Ref. 10325981. [figura] (Consultado el 19 de agosto 2016) Disponible en: <http://www.ssplprints.com/image/99909/bow-drill-egypt-c-1480-bc>
- 3- Alvarado I. En Michoacán, el tratamiento dental más antiguo en América. Gaceta digital UNAM; 2016 Núm. 4,801. (Consultado el 12 de agosto 2016) Disponible en: <http://www.gaceta.unam.mx/20160804/en-michoacan-el-tratamiento-dental-mas-antiguo-en-america/>
- 4- Gogichaishvili A. Servicio Arqueomagnético Nacional de la UNAM descubre tratamiento dental más antiguo en América. Dirección general de comunicación social; 2016. (Consultado el 19 de agosto 2016) Disponible en: [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016\\_530.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_530.html)
- 5- Cassai E. History of endodontics instrument, Style italiano; 2016. (Consultado el 23 de agosto 2016) Disponible en: <http://www.styleitaliano.org/articles/history-of-endodontic-instruments>
- 6- Weine F. Tratamiento endodóncico. 5ª ed, España: Harcourt Brace; 1997. Pp. 308-313
- 7- Dentsply Maillefer North América, About Maillefer. (Consultado el 30 de agosto 2016) Disponible en: <http://www.maillefer.com/about/>
- 8- Lopreite GH, Basilaki JM. Claves de la endodoncia mecanizada. Conceptos, recursos y conductas clínicas. Argentina: Grupo guía; 2015. Pp. 51-136
- 9- Kerr; Kerr company history. (Consultado el 30 de agosto 2016) Disponible en: <http://www.kerrdental.eu/company/about-the-company/>

- 10- Sendoline. History of Sendoline. (Consultado el 2 de septiembre 2016)  
Disponible en: <http://www.sendoline.com/about/>
- 11- De Lima M. Endodoncia de la Biología a la Técnica, Caracas: Amolca; 2009. Pp.117-128.
- 12- Espinoza M. Mecanismos de acción de los instrumentos rotatorios níquel-titanio. Posgrado de la Universidad Evangélica de El Salvador, Diciembre 2005. (Consultado el 2 de agosto 2016) Disponible en: [http://143.107.206.201/restauradora/temas\\_endo/temas\\_cast/mecanismo\\_rotatorio\\_niti.html](http://143.107.206.201/restauradora/temas_endo/temas_cast/mecanismo_rotatorio_niti.html)
- 13- Thompson S A. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. International Endodontic Journal, 2000; Vol.33: 297–310
- 14- Macchi R. Materiales Dentales. 4ª ed. Argentina: Médica Panamericana, 2007. Pp. 48-57
- 15- De Garmo E, Black J, Kohser R. Materiales y procesos de fabricación. 2ª ed. Barcelona: Reverté, S.A; 2002, Vol.1 Pp. 82-85
- 16- Rivera J. Breve historia de los aceros inoxidable. Tecnológico Nacional de México, Marzo 2010. (Consultado el 19 de septiembre 2016) Disponible en:  
[http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com\\_content&view=article&id=514:breve-historia-de-los-aceros-inoxidables&catid=27:artlos&Itemid=288](http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com_content&view=article&id=514:breve-historia-de-los-aceros-inoxidables&catid=27:artlos&Itemid=288)
- 17- Groover M, Peña C. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México: Pearson educación; 1997. Pp. 152-154.
- 18- Pozo M, Carretero M I. Mineralogía aplicada. Salud y medio ambiente. España: Thomson, 2008. p. 60
- 19 - Villar C. Aleaciones con memoria de forma. Revista Metal actual, 2010 Vol. 15 (Consultado el 20 de septiembre 2016) Disponible en: [http://www.metalactual.com/revista/15/aleaciones\\_con\\_memoria.pdf](http://www.metalactual.com/revista/15/aleaciones_con_memoria.pdf)

- 20- Hapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. Endodontic topics. 2013; Vol.29: 3-17
- 21- Darabara M, Bourithis L, Zinelis S, Papadimitriou G, Assessment of Elemental Composition, Microstructure, and Hardness of Stainless Steel, Endodontic Files and Reamers, Journeal of endodontics, 2004; Vol. 30:523-526
- 22- Canalda C, Brau E, Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas, 3ª ed, España: Elsevier Massson, 2014; P.157
- 23- ISO 3630-1:2008 Dentistry — Root-canal instruments — Part 1: General requirements and test methods; 2008 (Consultado el 21 de septiembre 2016) Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3630:-1:ed-2:v1:en>
- 24- Soares I, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. 2ª ed. México: Médica Panamericana; 2012. Pp. 141-152
- 25- VDW Company, VDW®STERILE C-PILOT® Files, (Consultado el 1 de octubre 2016) Disponible en: <http://www.vdw-dental.com/en/products/conventional-preparation/sterile-instruments/c-pilot-files.html>
- 26- La tienda del dentista, Tiranervios 21mm. Surtido 10 u, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016) Disponible en: <https://www.latiendadeldentista.com/endodoncia-limas-tiranervios/3251-tiranervios-21mm-surtido-10u.html>
- 27- Denstal® Company, K-Reamer, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016) Disponible en: <http://www.dentstal.ge/?product=k-reamer>
- 28- Suministros mundo dental SL, Limas Hedsoem Maillefer, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016) Disponible en: <http://www.mundodentalcb.com/limas-h/2915-limas-hedstrom-maillefer.html>

29- Sendoline ® Company, S-File (Consultado el 3 de octubre 2016)  
Disponible en: <http://www.sendoline.com/products/treatment/manual/s-files/>

30- Terapeak, SybronEndo K-flex Files; Size 08, Length 25mm, Package Of 6, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016) Disponible en:<http://www.terapeak.com/worth/sybron-endo-k-flex-files-size-08-length-25mm-package-of-6/221783097574/>

31-Midwestdental, equipment, service, supplies, Flex-R Files, Miltex, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016) Disponible en:<http://www.mwdental.com/supplies/endodontics/hand-files/flex-r-files-16608.html>

32- Sybronendo Company, Limas Triple-Flex, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016) Disponible en: <http://www.sybronendo.com.mx/limas-triple-flex/>

33- Net 32 Dental Supply Marketplace, [figura] (Consultado el 30 septiembre 2016) Disponible en: <http://www.net32.com/ec/unifile-25-mm-double-hedstrom-design-offers-d-15800>

34-Ebay, Dentsply, Flexofile Hand Files, Golden Mediums 21mm and 25 mm Size: 12-37, [figura] (Consultado el 3 de octubre) Disponible en: <http://www.ebay.com/itm/Dentsply-Flexofile-Hand-Files-Golden-Mediums-21mm-and-25-mm-Size-12-37-/331766364936>

35- Dentalspar, Nitiflex filer - Dentsply Maillefer (V100004), [figura] (Consultado el 3 de octubre) Disponible en: <http://www.dentalspar.no/endo/endofiler/nitiflex-filer-dentsply-maillefer>

36- Dentsply rewards, Hand Files Of Greater Taper 25mm 20/10, [figura] (Consultado el 3 de octubre) Disponible en:[http://www.dentsplyrewards.co.uk/product\\_info.aspx?id=1690&mode=product](http://www.dentsplyrewards.co.uk/product_info.aspx?id=1690&mode=product)

37-Dentsply Company, Protaper, [figura] (Consultado el 3 de octubre 2016)  
Disponibile en:

[http://www.dentsply.com.mx/Pdf/ProTaper Univ FHU treatment card.pdf](http://www.dentsply.com.mx/Pdf/ProTaper_Univ_FHU_treatment_card.pdf)

38- Dentsply Protaper Universal Treatment 21mm (HAND USE) For 2286  
only, [figura] (Consultado el 3 de octubre) Disponibile en:  
<http://www.dentbay.in/2016/04/dentsply-protaper-universal-treatment.html>