



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

TÉCNICA DE PREPARACIÓN DE CONDUCTOS CON EL  
SISTEMA ROTATORIO PROTAPER® UNIVERSAL  
DENTSPLY, EN 3D.

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A:

IRVING JAIR HERNÁNDEZ SANTIAGO

TUTOR: C.D. ALEJANDRO HEVIA MARMOLEJO

ASESOR: Esp. LEONARDO FABIÁN REYES VILLAGÓMEZ

2016

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX



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.



---

A mis padres Eulogio Hernández Domínguez y Antonia Santiago López por el apoyo que me han brindado durante toda la vida, por siempre estar a mi lado en todos mis logros, por escucharme, y siempre motivarme para superar mis metas, por eso y muchas cosas más gracias .

A mi novia María del Carmen Díaz Gutiérrez por su apoyo incondicional durante toda la licenciatura, por comprenderme, escucharme y siempre compartir juntos nuestros logros durante la carrera.

A mis hermanas Jessica Sarahí Hernández Santiago y Yareli Jazmín Hernández Santiago por sus consejos y apoyo incondicional.

A mi tutor Alejandro Hevia Marmolejo por compartir sus conocimientos, brindarme el tiempo y todo su apoyo para realizar este proyecto.

A mi asesor Leonardo Fabián Reyes Villagómez por tomarse el tiempo de brindarme conocimientos y asesorías para la realización de este proyecto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Odontología por darme la oportunidad de formarme como cirujano dentista.

A mis profesores y compañeros por sus conocimientos brindados y su amistad.



## ÍNDICE

Introducción.....	5
Objetivo y propósito.....	6
1. Antecedentes sobre Níquel Titanio.....	7
1.1 Metalurgia de las aleaciones Níquel Titanio.....	9
1.2 Estructura del Níquel Titanio.....	11
2. Principios para mejorar el trabajo biomecánico.....	14
3. Instrumentos rotatorios Níquel Titanio.....	15
3.1 Ventajas.....	16
3.2 Desventajas.....	17
3.3 Características de los instrumentos rotatorios.....	19
3.3.1 Conicidad.....	19
3.3.2 Sección transversal.....	19
3.3.3 Porción activa.....	20
3.3.4 Estrías.....	20
3.3.5 Apoyo radial.....	20
3.3.6 Ángulo helicoidal.....	21
3.3.7 Ángulo de corte.....	21
3.3.8 Diseño de la punta.....	21
3.3.9 Pitch.....	21



---

---

4. ProTaper® Universal.....	22
4.1 Generalidades.....	22
4.2 Limas de conformación.....	29
4.3 Limas de terminación.....	32
4.4 Limas accesorias.....	35
4.5 Ventajas.....	38
4.6 Desventajas.....	38
5. Especificaciones para usar ProTaper® Universal.....	39
5.1 Técnica de preparación.....	39
5.2 Cinemática de empleo.....	39
5.3 Velocidad recomendada.....	39
5.4 Torque.....	39
5.5 Motor indicado.....	40
5.6 Tiempo de uso de cada instrumento.....	40
5.7 Consideraciones al usar ProTaper® Universal.....	41
5.8 Secuencia clínica.....	43
Conclusiones.....	49
Referencias bibliográficas.....	50



## INTRODUCCIÓN

Las limas de acero inoxidable se han utilizado por varios años para la conformación del sistema de conductos radiculares pero ha surgido la necesidad de buscar una aleación que presente mejores características que este tipo de limas.

El Níquel Titanio ha revolucionado la endodoncia con sus propiedades como la súper-elasticidad y la memoria de forma, dichas propiedades han mejorado la flexibilidad de las limas y la capacidad para conformarse a la curvatura de los conductos radiculares para realizar una mayor limpieza y conformación de forma eficaz.

Los instrumentos de NiTi buscan cumplir los objetivos biológicos y mecánicos de la limpieza y conformación del conducto radicular. Biológico eliminación de todo el tejido pulpar, vital o necrótico, las bacterias y dentina infectada. Mecánico preservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para prevenir fracturas y lograr una conformación cónica del conducto con alisado de las paredes para una obturación tridimensional.

Se han fabricado numerosos instrumentos rotatorios de NiTi entre ellos el sistema ProTaper® Universal el cual presenta conicidad variable, este sistema está compuesto por dos tipos de instrumentos los de conformación SX, S1 y S2 y los de acabado F1, F2 y F3 y dos instrumentos accesorios F4 y F5 que surgen por la necesidad de mejorar la limpieza a nivel apical. Este sistema rotatorio presenta una sección transversal convexa triangular con bordes cortantes y sin apoyos radiales, una punta guía no cortante y una característica especial en sus limas de acabado F3, F4 y F5 la cual es un surco en su sección transversal triangular para disminuir la masa metálica y aumentar la flexibilidad.



---

## PROPÓSITO

Hacer una revisión bibliográfica para que el cirujano dentista conozca las características y técnica de instrumentación del sistema rotatorio ProTaper® Universal.

## OBJETIVO

Describir el sistema rotatorio ProTaper® Universal y su técnica de instrumentación.



## 1. ANTECEDENTES SOBRE NÍQUEL TITANIO

A principios de los años 60 la aleación de níquel-titanio también conocida como Nitinol fue desarrollada por W.F. Buehler, en el US Naval Ordnance Laboratory. Las propiedades termodinámicas de esta aleación la hacían capaz de producir un efecto de memoria de forma, cuando se llevó a cabo el tratamiento térmico controlado específico.<sup>1</sup>

La aleación fue nombrada Nitinol, un acrónimo de los elementos que componen el material; *ni* por níquel, *ti* por titanio y *nol* por el Naval Ordnance Laboratory (laboratorio de artillería naval). Esta aleación presenta dos propiedades únicas: una es el efecto de memoria de forma, que es la capacidad de recuperar su forma original después de someterse a una gran deformación por calentamiento y otra la súper-elasticidad que les permite vuelvan a su forma original una vez que la presión ejercida se retira.<sup>1,2</sup>

La súper-elasticidad se produce con la transformación de fase reversible entre austenita, que es una red cúbica estable centrada en el cuerpo, y martensita, que es una fase de baja simetría hexaédrica, por lo que las temperaturas de transformación y el comportamiento de NiTi tienen una influencia crítica en las propiedades mecánicas, que puede ser fácilmente alterada por pequeños cambios en la composición, las impurezas y los tratamientos de calor. La aleación de NiTi por tener mayor resistencia a la deformación y un módulo de elasticidad bajo en comparación con el acero inoxidable, favorece el uso de instrumentos de NiTi durante la preparación de conductos radiculares curvos debido a la ventaja de que los instrumentos no se deforman permanentemente con la misma facilidad como sucede con el acero inoxidable.<sup>1,2,3</sup>





Al no deformarse y presentar una flexibilidad aumentada los instrumentos de NiTi causan menos transportación del conducto durante la instrumentación. La flexibilidad de la aleación proporciona también la ventaja de ejecutar movimientos de 360° en los conductos curvos que posibilitan una preparación rápida y eficiente. <sup>1, 3</sup>

Las limas de acero inoxidable han demostrado que producen efectos no deseados al realizar el tratamiento de conductos, los problemas de ruptura y la inflexibilidad de los instrumentos de acero inoxidable han dado lugar a una búsqueda de nuevos materiales para la fabricación de instrumentos de endodoncia. Los instrumentos de NiTi poseen un menor módulo de elasticidad y una resistencia superior a la fractura de torsión, en comparación con instrumentos de acero inoxidable de tamaño similar. <sup>4, 5</sup>

Civjan fue uno de los primeros investigadores que propuso el uso de la aleación de níquel titanio en endodoncia en 1975. Conocida en los Estados Unidos como Nitialloy fabricada en Shanghai, China en 1979 con una composición de 56% de níquel y 44% de titanio. Más recientemente, Walia en 1988 evaluó las propiedades físicas de algunas de las primeras limas de NiTi que eran mecanizadas a partir del alambre de ortodoncia. Walia, Gerstein y Bryant demostraron que esta aleación presentaba entre dos y tres veces más flexibilidad que la aleación de acero inoxidable. <sup>2, 4</sup>

En mayo de 1992, Serene introdujo los instrumentos para conductos radiculares de NiTi en un programa de enseñanza universitaria. Clínicamente, el uso de los instrumentos de NiTi tiene las ventajas de menor riesgo de transporte del conducto durante la preparación y reducción del tiempo de tratamiento. <sup>2</sup>

## 1.1 METALURGIA DE LAS ALEACIONES NÍQUEL TITANIO

Las aleaciones de níquel-titanio usadas en el tratamiento de conductos radiculares contienen aproximadamente el 56% de níquel (en peso) y el 44% de titanio (en peso). En algunas aleaciones de NiTi, un pequeño porcentaje (<2% en peso) de níquel puede ser sustituido por cobalto, la combinación resultante es una relación atómica uno a uno (equiatómica) de los componentes principales y, como con otros sistemas metálicos, la aleación puede existir en diversas formas cristalográficas (Fig. 1).<sup>1</sup>

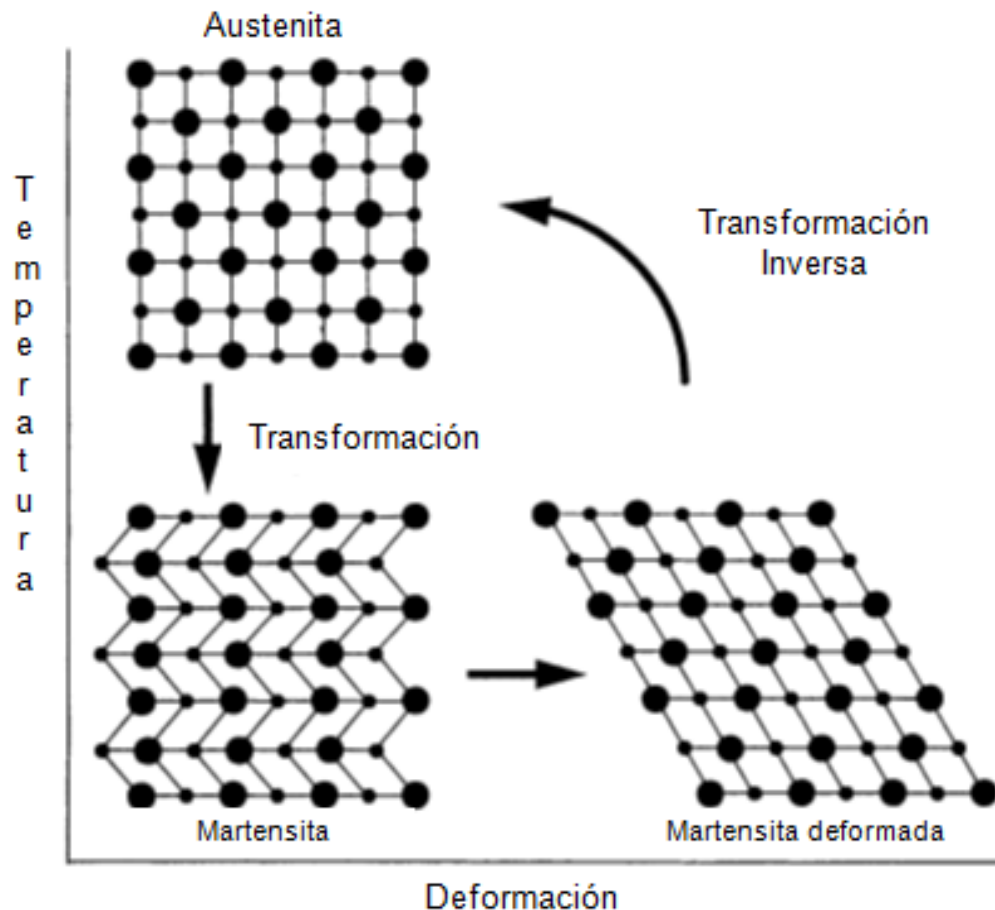


Fig. 1 Memoria de forma de la aleación NiTi, al bajar la temperatura la forma austenita pasa a martensita no deformada, al aplicar una carga pasa a martensita deformada y al aumentar la temperatura regresa a su forma de austenita.<sup>1</sup>

Las dos características únicas que son de relevancia para la odontología clínica se producen como resultado de la austenita en martensita transición en la aleación de NiTi; estas características se denominan memoria de forma y súper-elasticidad (Fig. 2).<sup>1</sup>

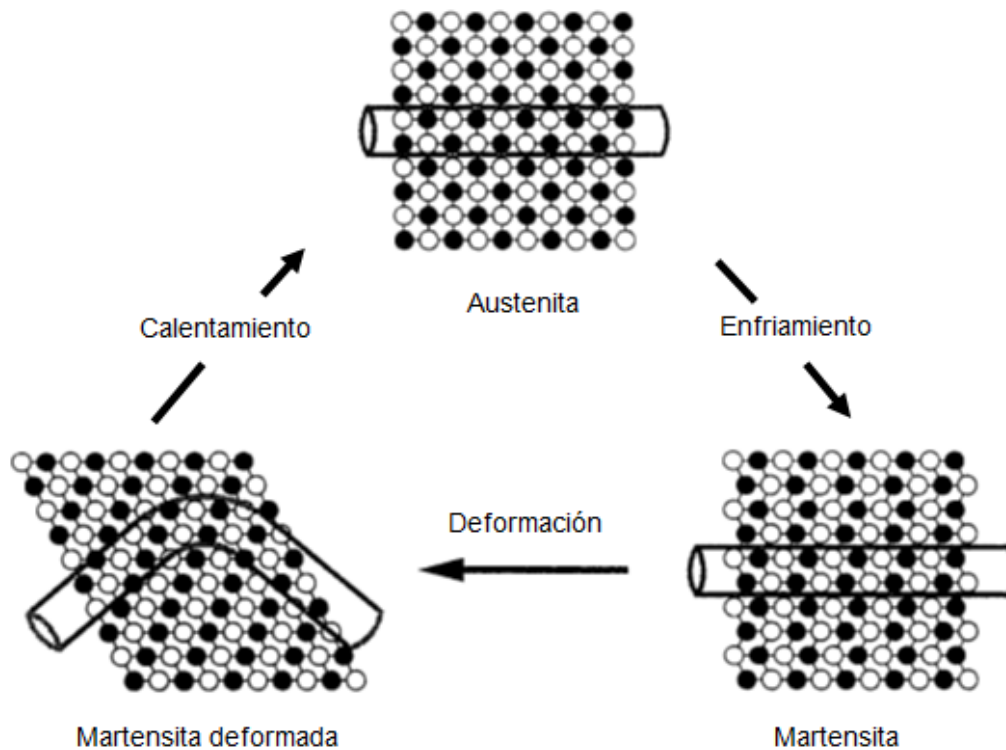


Fig. 2 Memoria de forma, la aleación NiTi al ser enfiada y aplicarle una carga se puede deformar pero esta deformación puede ser reversible al calentar dicha aleación y eliminar la carga.<sup>1</sup>



## 1.2 ESTRUCTURA DEL NÍQUEL TITANIO

La estructura cristalina de la aleación de NiTi en los rangos de temperatura alta ( $100^{\circ}\text{C}$ ) es una red cúbica estable, centrada en el cuerpo que se conoce como la fase de austenita o fase matriz, en esta fase el material es más resistente más duro y menos elástico. El Nitinol tiene la característica particular de que cuando se enfría, la aleación muestra cambios dramáticos en su módulo de elasticidad (rigidez), al bajar la temperatura o al aplicar tensión hay un cambio en la estructura cristalina, se produce un reordenamiento atómico por cizallamiento y maclado, que se conoce como la transformación martensítica, es una fase de baja simetría hexaédrica suave y fácilmente deformada; el fenómeno provoca un cambio en las propiedades físicas de la aleación y da lugar a la característica de memoria de forma. <sup>1, 3, 6</sup>

La aleación NiTi es más dúctil en la fase martensítica a la fase austenítica. La deformación puede ser revertida por calentamiento. <sup>1</sup>

La fase austenítica es más estable en altas temperaturas y bajos niveles de tensión, mientras que la fase martensítica es estable en bajas temperaturas y altos niveles de tensión. Los instrumentos endodóncicos rotatorios de NiTi se presentan completamente en fase austenítica a temperatura ambiente. Estos instrumentos rotatorios tienen la propiedad de súper-elasticidad durante la aplicación clínica, al generarse tensión por la curvatura de algún conducto radicular hay una transformación a martensita e inversa debido al movimiento rotatorio, ya que al dejar de generarse tensión al retirar el instrumento ocurre la transformación inversa a austenita original (Fig.3). <sup>3</sup>

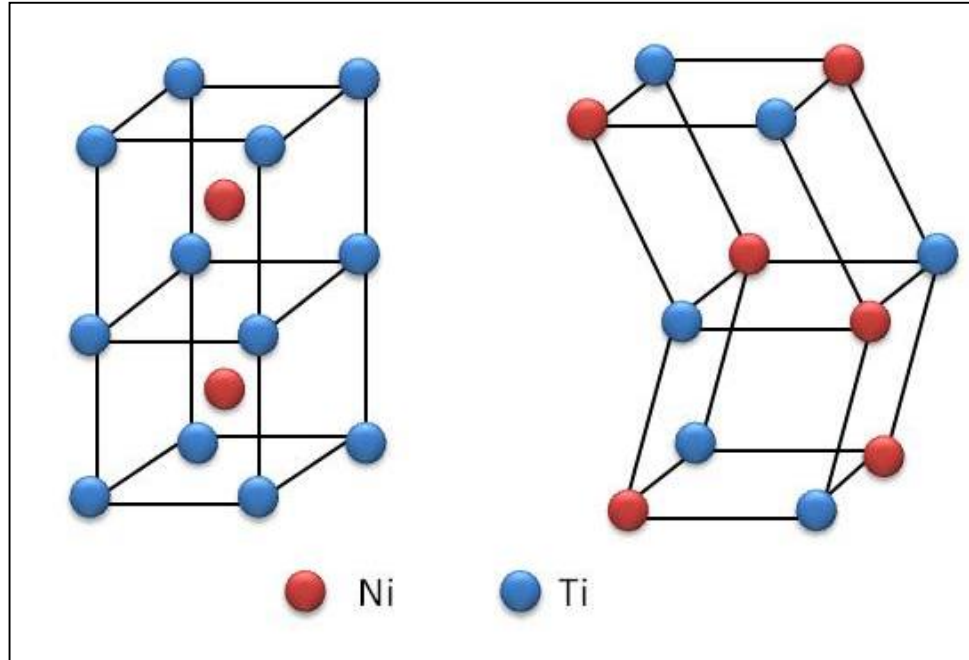


Fig. 3 Transformación espacial entre la fase auténica (lado izquierdo) a martensítica (lado derecho) en la aleación de NiTi. <sup>6</sup>

En aleaciones de NiTi, el descenso de la temperatura es equivalente a un aumento de tensión, ambos estabilizan la martensita (Mf, 100% martensita) a partir de la fase martensítica inicial (Ms, 100% austenita). El calentamiento provoca la reversibilidad del proceso inicia la formación de austenita (As, 100% martensita) hacia la recuperación de la fase austenítica pura (Af, 100% austenita) (Fig. 4). <sup>6</sup>

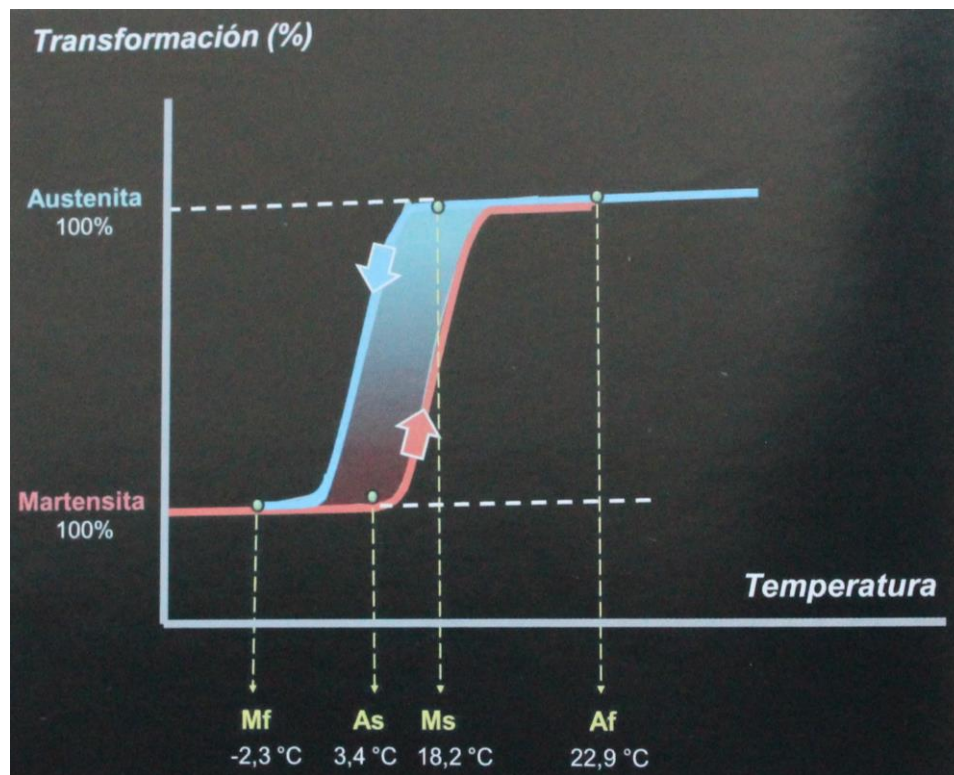


Fig. 4 Termograma de la transformación martensítica. *Ms*: comienzo de la transformación de austenita en martensita; *Mf*: temperatura final fase martensítica; *As*: transformación de martensita a austenita; *Af*: temperatura final fase austenítica. <sup>6</sup>



---

## 2. PRINCIPIOS PARA MEJORAR EL TRABAJO BIOMECÁNICO

- Medida de cada lima antes de introducirla al conducto.
- Revisar cada instrumento antes de su inserción en el conducto radicular preferiblemente mediante amplificación.
- No debe aplicarse una fuerza excesiva en el instrumento.
- En los dientes con presencia de múltiples conductos, deben usarse estos instrumentos primero en los conductos curvos y después en los conductos rectos ya que en estos últimos se generaría menos estrés.
- Los conductos en bayoneta o en forma de S siempre se instrumentan después del ensanchamiento coronal.
- Deben evitarse los cambios repentinos en la dirección del instrumento.
- El excesivo avance o empuje del instrumento puede producir un estrés incrementado en el metal. <sup>7</sup>



---

### 3. INSTRUMENTOS ROTATORIOS NÍQUEL TITANIO

Desde principios de la década de los noventa se han introducido en la práctica de la endodoncia varios sistemas de instrumentos fabricados de NiTi. La introducción de este tipo de instrumentos ha sido uno de los cambios más significativos en endodoncia en la última década, permitiendo una conformación del conducto radicular más fácil, rápido y mejor sobre todo en conductos con curvatura menor a 20° según el ángulo de Schneider.<sup>7</sup>

La súper-elasticidad y alta resistencia a la fatiga cíclica son dos de las grandes propiedades que presentan los instrumentos de NiTi que son de gran interés en endodoncia. Esas dos propiedades permiten usar con éxito instrumentos de rotación continua en los conductos radiculares curvos.<sup>8</sup>

Los instrumentos rotatorios de NiTi han disminuido sustancialmente la incidencia de varios problemas clínicos (p. ej., bloqueos, escalones, transportes y perforaciones) siempre y cuando el operador tenga experiencia y un adecuado manejo de los instrumentos, principalmente por la eliminación del apoyo radial, la punta inactiva y el diseño de su sección transversal, pero también tienen tendencia a fracturarse aunque con menor frecuencia que las limas de acero inoxidable.<sup>9</sup> La separación de los instrumentos rotatorios ProTaper® Universal es multifactorial, puede deberse dicha separación al tamaño de las limas rotatorias, tipo de diente, ubicación y morfología de los conductos radiculares, experiencia del practicante y la técnica de preparación.<sup>8</sup>





La súper-elasticidad de los instrumentos rotatorios de NiTi produce una conformación deseable (cónica) de la anatomía del conducto original, con bajo riesgo de extrusión periapical de los desechos, lo que permite un mejor acceso durante la preparación químico-mecánico de los conductos, en particular, los conductos curvos. <sup>10</sup>

### 3.1 VENTAJAS

- Las limas de níquel titanio tienen una mayor flexibilidad que las limas convencionales de acero inoxidable.
- Son más resistentes al desgaste, biocompatibles con los tejidos periapicales (el níquel es el alérgeno más común en los países industrializados, debido a su uso en joyería y productos de consumo. El níquel obstaculiza la mitosis de los fibroblastos, pero la aleación de níquel-titanio parece carecer de estos efectos y muestra buena biocompatibilidad. Una explicación para esto es la proporción equiatómica 1:1 de sus componentes) y presentan mejores propiedades anticorrosivas.
- Con la llegada de los motores rotatorios de alto torque (con reversa automática) se disminuyó la fractura de los instrumentos rotatorios.
- Algunos sistemas permiten la conversión de manual a rotatoria o viceversa usando adaptadores o mangos de conversión.
- El electropulido ha reducido la fractura del instrumento y ha aumentado la eficacia de corte. <sup>7, 11</sup>



## 3.2 DESVENTAJAS

Su baja resistencia a la fractura. La ruptura ocurre en el punto de la curvatura máxima del conducto radicular.<sup>7</sup>

### ➤ Mecanismos de fractura

Las fracturas de los instrumentos de NiTi pueden ser de dos modos distintos por flexión y por torsión. Se ha sugerido que la forma de sección transversal de los instrumentos afecta el patrón de distribución de la tensión y por lo tanto su comportamiento de torsión y de flexión.<sup>9, 12</sup>

### ➤ Fractura por Torsión

Ocurre cuando la punta del instrumento rotatorio se mantiene fija en el conducto mientras el mango sigue rotando, al realizar esta acción se ejerce un torque suficiente que produce la fractura del instrumento.<sup>9</sup>

La fractura por torsión se produce cuando la punta del instrumento se bloquea en el canal mientras que el eje continúa girando. Si se excede el límite elástico del metal, el instrumento se somete a deformación plástica, que puede ser seguido por la fractura si la carga es lo suficientemente alta.<sup>12</sup>

### ➤ Fractura por flexión

Ocurre cuando la carga cíclica conduce a la fatiga del instrumento. La fractura por fatiga a la flexión se lleva a cabo cuando el instrumento gira dentro de un conducto radicular curvo y se somete a un número excesivo de ciclos de deformación por tracción-compresión en la región de la curvatura máxima del conducto.<sup>13</sup>



➤ Fatiga cíclica

Una preocupación actual sobre el uso clínico de los instrumentos de NiTi bajo rotación continua es la fractura por fatiga de bajo ciclo. La fractura por fatiga se considera que es de bajo ciclo cuando se produce en <10 ciclos, este tipo de fractura del instrumento se desarrolla cuando los instrumentos son sometidos a rotación con esfuerzo de flexión en conductos curvos. La resistencia a la fractura por fatiga de bajo ciclo se refiere al número de ciclos que un instrumento puede soportar bajo una condición de carga específica antes de la fractura. <sup>13</sup>

➤ Grietas dentinarias

Los procedimientos de conformación e instrumentación rotatoria con instrumentos de níquel-titanio (NiTi) con grandes conicidad tienen el potencial para inducir la formación de grietas en la dentina al aumentarse la fricción y las tensiones en las paredes del conducto. <sup>22</sup>

➤ Capacidad de corte

Como resultante de la súper-elasticidad, los instrumentos poseen una menor capacidad de corte ya que la fuerza que opone la dentina para ser desgastada por la acción de limado es mayor que la que pueden ejercer los instrumentos de NiTi de delgado calibre, dada su alta flexibilidad. <sup>6</sup>

➤ Curvatura del instrumento

Por su particular estructura cristalina, un instrumento de NiTi que presenta memoria de forma, es decir que al ser deformado puede recuperar su forma original, imposibilita durante el empleo clínico el poder precurvar el instrumento. <sup>6</sup>



---

### **3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS**

El uso de los sistemas rotatorios han sido una mejora en endodoncia pero para poderlos usar en la clínica el profesional debe conocer los componentes de estos sistemas para mejorar su uso y tener la capacidad de decidir qué sistema rotatorio emplear en cada caso ya que por la variación en el diseño de estos sistemas la conformación del conducto puede verse afectada o favorecida.<sup>9</sup>

#### **3.3.1 CONICIDAD**

Los instrumentos para la conformación del conducto presentan variaciones en sus conicidades, la conicidad de los instrumentos rotatorios de NiTi es la cantidad que aumenta en su porción activa desde un diámetro inicial D0 hasta un diámetro final D16, se expresa en mm/mm. Por ejemplo una lima convencional de tamaño 25 con una conicidad 2% cada milímetro de la lima aumentara 0,02 mm teniendo así a un milímetro un diámetro de 27 mm. Pero en comparación con las limas rotatorias existen conicidades que van desde 2% (0,02mm), 4% (0,04mm), 6% (0,06mm), 8% (0,08mm), 10% (0,10mm) por mencionar algunas.<sup>3,9</sup>

#### **3.3.2 SECCIÓN TRANSVERSAL**

Se observa al seccionar transversalmente un instrumento en su parte activa, al cortarse se observa una figura geométrica que varía en cada instrumento.



---

### **3.3.3 PORCIÓN ACTIVA**

La porción activa se compone por el área del instrumento que tiene corte y es efectiva para la conformación del conducto radicular. <sup>3</sup>

### **3.3.4 ESTRÍAS**

Las estrías de una lima son los surcos que tienen a lo largo de su parte activa los instrumentos de NiTi es la parte de la lima que acumulara los restos de tejido blando y dentina removidos durante la preparación del conducto. La eficacia de la estría depende de su profundidad, anchura, configuración y acabado superficial. <sup>3,9</sup>

### **3.3.5 APOYO RADIAL**

El apoyo o superficie radial es la superficie del instrumento que está en contacto directo con la pared del conducto radicular, esta periferia de la lima reduce la posibilidad de que el instrumento se enrosque en el conducto, el transporte del canal, la propagación de microfracturas en su circunferencia y limita la profundidad del corte. Cuanto menor sea la superficie radial el instrumento tiene más facilidad para trabarse en las paredes del conducto. <sup>3,9</sup>



---

### **3.3.6 ÁNGULO HELICOIDAL**

Este ángulo esta formado por la superficie cortante y el eje mayor de cada instrumento. A mayor ángulo helicoidal (máximo  $89^\circ$ ), existiran en el instrumento mayor número de estrías, esto aumentara la flexibilidad, el número de puntos de contacto, la eficacia de corte y posibilidad de fractura. A menor ángulo helicoidal (minimo  $1^\circ$ ) menor número de estrías, menor flexibilidad, disminuyen los puntos de contacto y eficacia de corte.<sup>3</sup>

### **3.3.7 ÁNGULO DE CORTE**

Si una lima es seccionada transversalmente se forma un ángulo entre el borde guía y el radio de la lima llamado ángulo de incidencia o ataque. Si este ángulo es obtuso sera un ángulo positivo o cortante. Si el ángulo es agudo sera negativo o raspado.<sup>9</sup>

### **3.3.8 DISEÑO DE LA PUNTA**

Las puntas de los instrumentos rotatorios se clasifican en activas, inactivas o parcialmente activa. La rigidez, flexibilidad y capacidad para conservar el trayecto original del conducto dependen del diseño de la punta.<sup>3</sup>

### **3.3.9 PITCH O DISTANCIA ENTRE ESPÍRAS**

Corresponde a la distancia que existe entre puntos correspondientes en los que no se repite el mismo patrón. Cuanto mayor es el ángulo helicoidal, las espiras aumentan y por lo tanto el pitch es menor.<sup>3</sup>

## 4. PROTAPER® UNIVERSAL

### 4.1 GENERALIDADES

El uso de instrumentos de níquel-titanio en la preparación del conducto radicular se ha vuelto cada vez más consolidada, sobre todo en los conductos curvos. Estos instrumentos se presentan con gran flexibilidad y una excelente capacidad de corte, y mantienen una posición constante en el centro del conducto radicular, lo que reduce la posibilidad de transporte apical. <sup>14</sup>

Entre los sistemas de instrumentación de níquel-titanio disponibles en la actualidad, el sistema rotatorio ProTaper® Universal se utiliza ampliamente en la práctica clínica (Fig. 5). <sup>14</sup>



Fig. 5 Sistema Rotatorio ProTaper® Universal. Fuente Propia



El sistema rotatorio ProTaper® Universal fue desarrollado mutuamente por el Dr. Clifford Ruddle, John West, Pierre Mactou y Ben Johnson y fue diseñado por Francois Aeby y Gilbert Rota de la casa comercial Dentsply/Maillefer en Suiza. <sup>7</sup>

Los instrumentos ProTaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) tienen un diseño en su sección transversal de forma triangular convexa con tres puntos de corte, un ángulo de corte negativo y un diseño de conicidad progresiva, este tipo de conicidad disminuye la torsión, fractura y fatiga del instrumento ya que cada lima actúa en una zona específica de la dentina. <sup>15, 16</sup>

El metal de este sistema rotatorio es la aleación de NiTi convencional y el método de conformación es por torneado o labrado el cual a partir de un alambre cónico en aleación de NiTi convencional de sección circular y un torno micrométrico computarizado, se da forma a la parte activa del instrumento endodóntico. <sup>6</sup>

El ángulo de corte negativo implica un aumento de la vida útil del instrumento al reducir el riesgo de fractura en el borde cortante a diferencia de un corte positivo este no produce enclavamiento y socavado de la pared del conducto radicular. Este ángulo negativo tiene una función de *scrapping* (raspado) (Fig. 6). <sup>6</sup>



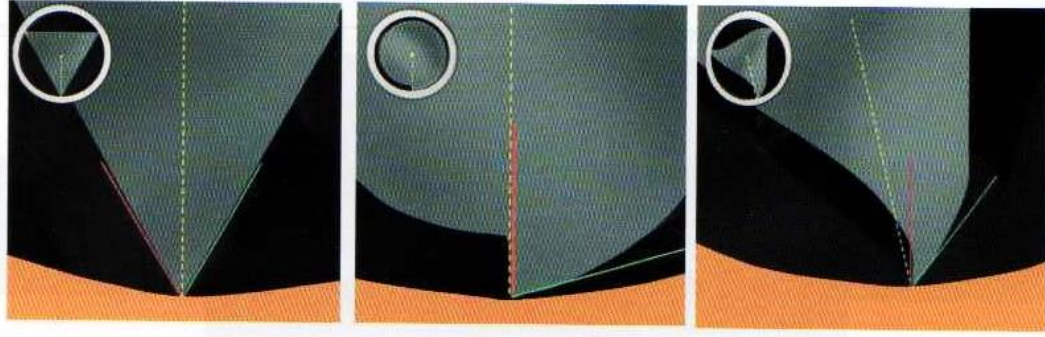


Fig. 6 Representación de tres tipos de ángulo de corte el primero es negativo, el segundo neutro y el tercero positivo. <sup>6</sup>

Una nueva característica de diseño del sistema ProTaper® Universal Ni-Ti es que las puntas de las limas de acabado son más redondeadas que los del sistema original ProTaper® Ni-Ti para mejorar la capacidad de trabajo y conformación. Al presentar una punta inactiva sirve de guía en el interior del conducto radicular y disminuye así la formación de escalones o transportación del foramen (Fig. 7). <sup>3, 15</sup>

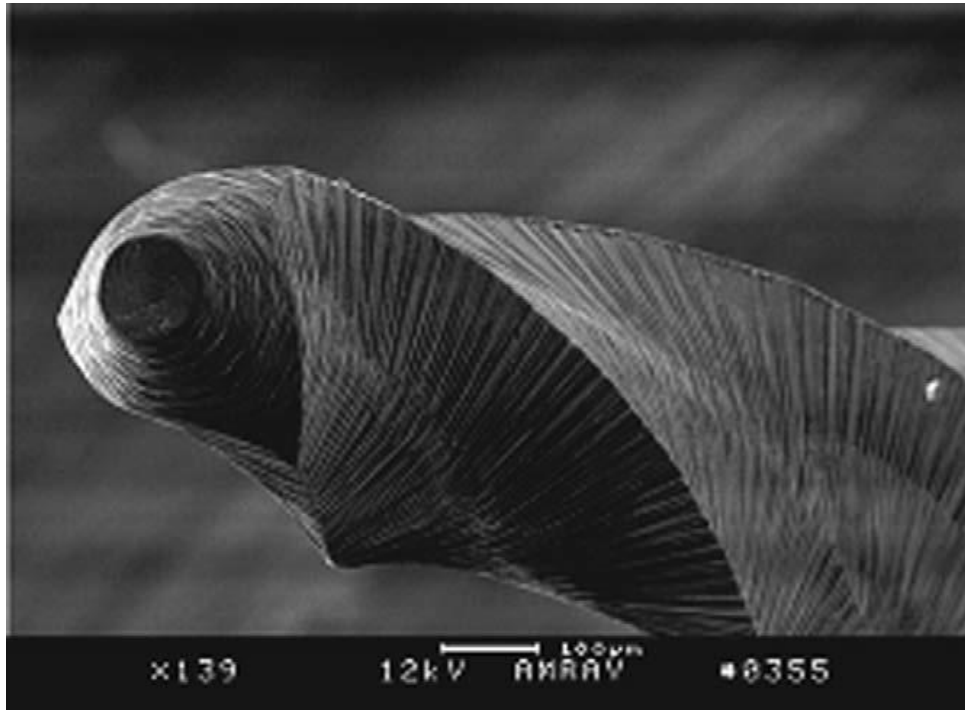


Fig. 7 Microscopio electrónico de barrido demuestra la punta inactiva de una lima rotatoria ProTaper® Universal.<sup>17</sup>

El sistema ProTaper® se basa en un concepto único y solo consta de seis instrumentos los cuales son tres limas de conformación (S-X, S-1 y S-2), estos instrumentos de conformación tienen la parte activa en forma de torre Eiffel, posibilitan buen ensanchamiento de la parte cervical y media del conducto radicular con la extremidad apical flexible, y tres limas de acabado (F-1, F-2, F-3). Además de estos instrumentos este juego se complementa con dos limas más de acabado (F-4 y F-5) y un juego diseñado para retratamientos.<sup>3,</sup>

Las limas de acabado presentan una forma de obelisco, actuarán más en la parte apical, esto disminuye la cantidad de superficie que estará en contacto con la dentina del conducto radicular así como la acción de trabamiento.<sup>3,9</sup>

La lima rotatoria ProTaper® Universal presenta una sección transversal triangular convexa, el área convexa tiene como finalidad reducir el contacto entre el instrumento y las paredes del conducto, con bordes cortantes afilados y sin apoyos radiales. La eficiencia de corte está dada por la relación entre el balance de la distancia entre cada espira (pitch) y el ángulo helicoidal. Tanto el pitch como el ángulo helicoidal son variables esto puede disminuir el atornillamiento en el conducto radicular y facilita el ascenso del material cortado (Fig. 8).<sup>6,10</sup>

El borde cortante afilado de las limas ProTaper®, en comparación con una superficie radial, se ha diseñado para reducir la superficie de contacto entre la lima y la pared dentinaria del conducto radicular mejorando así la eficiencia de corte del instrumento.<sup>5</sup>

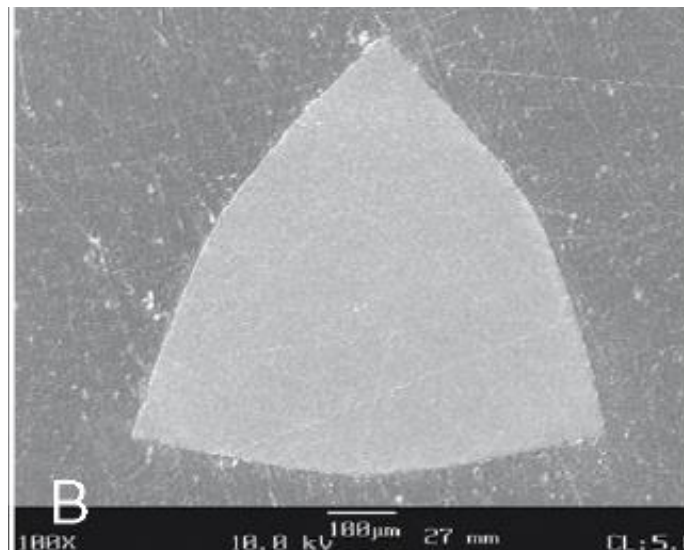


Fig. 8 Microscopio electrónico de barrido muestra la sección transversal triangular convexa de una lima rotatoria ProTaper® Universal.<sup>9</sup>

Los instrumentos ProTaper® tenían la característica de transportar el conducto y enderezarlo, para resolver este problema se buscó mejorar la rigidez del instrumento, la sección transversal de las limas F3, F4 y F5 de acabado está ligeramente aliviada para aumentar la flexibilidad. Con el fin de tener mayor masa metálica de soporte estas limas presentan unos surcos en cada lado de su sección transversal triangular con el fin de aumentar la flexibilidad (Fig. 9).<sup>3, 5</sup>

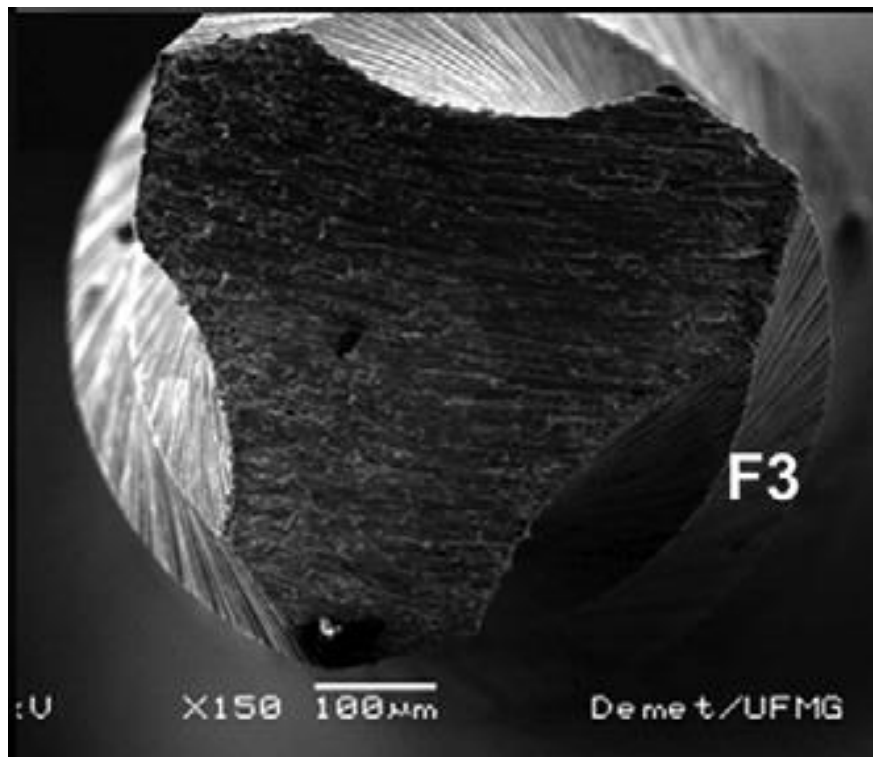


Fig. 9 Microscopio electrónico de barrido muestra la sección transversal de F-3 con núcleo reducido.<sup>12</sup>

La conicidad de los instrumentos ProTaper® es progresiva a lo largo del eje longitudinal a diferencia de las limas con conicidad 2%. Las tres limas de conformación tienen conicidades que aumentan en sentido coronal, y en las tres limas de acabado se observa el patrón inverso (Fig. 10).<sup>9</sup>



Fig. 10 Diferencia de conicidad limas FlexoFile conicidad 2% y limas rotatorias ProTaper® Universal conicidades F2 8% y F3 9%. Fuente Propia

## 4.2 LIMAS DE CONFORMACIÓN

### Shaper-X (S-X)

La lima de conformación S-X se usa en conductos con raíces cortas o para realizar la preparación cervical del conducto. Es similar a los instrumentos Gates-Glidden en cuanto a la función de favorecer la ampliación del tercio cervical del conducto logrando así que nuestros instrumentos posteriores entren con facilidad, en línea recta (Fig. 11).<sup>18</sup>

<b>Identificación:</b>	Sin anillos o franjas.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	14 mm.
<b>Longitud total:</b>	19 mm.
<b>D0:</b>	0,19 mm. Esto se eleva a 1,10 mm en D9.
<b>D14:</b>	La conicidad a partir de D10 se mantiene estable 2% terminando en calibre 1,19 mm.
<b>Sección transversal:</b>	Cordiforme en la porción final de su parte activa, triangular en su porción media y triangular cóncava en la base de su parte activa.
<b>Conicidad:</b>	Creciente de 3.5% a 19%.
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud del conducto radicular que corresponde al área de seguridad (tercio cervical y medio).



Fig. 11 Lima Sx. Fuente Propia

### Shaper-1 (S-1)

Este tipo de instrumento está diseñado para preparar el tercio cervical del conducto, también puede ser de ayuda para el ensanchamiento del tercio medio del conducto radicular (Fig. 12).

<b>Identificación:</b>	Un anillo o franja morada.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	14 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,17 mm.
<b>D14:</b>	1,2 mm.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular convexa.
<b>Conicidad:</b>	Creciente de 2% a 11%
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud de trabajo provisional (L.T.P.) o hasta la longitud del conducto radicular que corresponde al área de seguridad (tercio cervical y medio).



Fig. 12 Lima S1. Fuente Propia

### Shaper-2 (S-2)

Este tipo de instrumento está diseñado para la conformación del tercio cervical y medio del conducto radicular, además de la región crítica del tercio apical (Fig. 13).

<b>Identificación:</b>	Un anillo o franja blanca.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	14 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,20 mm.
<b>D14:</b>	1,20 mm.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular convexa.
<b>Conicidad:</b>	Creciente de 4% a 11.5%.
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud de trabajo provisional (L.T.P.).



Fig. 13 Lima S2. Fuente Propia



### 4.3 LIMAS DE TERMINACIÓN

#### Finisher F-1

Este tipo de instrumento está diseñado para la conformación del tercio apical del conducto (Fig. 14).

<b>Identificación:</b>	Un anillo o franja amarilla.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	16 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,20 mm.
<b>D14:</b>	1,125 mm.
<b>Más flexibilidad</b>	Al mostrar conicidades decrecientes a partir de D4.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular convexa.
<b>Reducción del efecto de trabado en el conducto radicular</b>	
<b>Presenta menos conicidad que los instrumentos de conformación.</b>	
<b>Conicidad:</b>	Inversa desde el diámetro D3 ( $D3 = 0,410$ mm y conicidad D0 a D3 de 7,0 %) en D16 este instrumento presenta una conicidad inversa ( $D16 = 1,125$ mm y conicidad D3 a D16 de 5,5%).
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud real de trabajo (L.R.T.).



Fig. 14 Lima F1. Fuente Propia

## Finisher F-2

Este tipo de instrumento está diseñado para la conformación del tercio apical del conducto (Fig. 15).

<b>Identificación:</b>	Un anillo o franja roja.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	16 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,25 mm.
<b>D14:</b>	1,200 mm.
<b>Más flexibilidad</b>	Al mostrar conicidades decrecientes a partir de D4.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular convexa.
<b>Reducción del efecto de trabado en el conducto radicular</b>	
<b>Presenta menos conicidad que los instrumentos de conformación.</b>	
<b>Conicidad:</b>	Inversa desde el diámetro D3 ( $D3 = 0,490$ mm y conicidad D0 a D3 de 8,0 %) en D16 este instrumento presenta una conicidad inversa ( $D16 = 1,20$ mm y conicidad D3 a D16 de 4,0%).
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud real de trabajo (L.R.T.).



Fig. 15 Lima F2. Fuente Propia

### Finisher F-3

Este tipo de instrumento está diseñado para la conformación del tercio apical del conducto (Fig. 16).

<b>Identificación:</b>	Un anillo o franja azul.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	16 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,30 mm.
<b>D14:</b>	1,20 mm.
<b>Más flexibilidad</b>	Al mostrar conicidades decrecientes a partir de D4.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular con surcos esto genera menos masa y más flexibilidad.
<b>Menos conicidad con relación a los instrumentos para conformación.</b>	
<b>Conicidad:</b>	Inversa desde el diámetro D3 ( $D3 = 0,570$ mm y conicidad D0 a D3 de 9,0 %) en D15 este instrumento presenta una conicidad inversa ( $D15 = 1,20$ mm y conicidad D3 a D15 de 5,0%).
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud real de trabajo (L.R.T.).



Fig. 16 Lima F3. Fuente Propia

#### 4.4 LIMAS DE TERMINACIÓN ACCESORIAS

La agregación de las limas accesorias inicialmente no se había pensado. Sin embargo, se decidió agregar estas limas ya que algunos autores sugieren las necesidades de una preparación apical a un tamaño N° 40 o 50 con el fin de limpiar con éxito a través de un mejor intercambio de irrigantes y hacer el foramen redondo. También se agregaron estos instrumentos con el fin de realizar una mejor preparación en conductos más amplios (Fig. 17).<sup>19</sup>



Fig. 17 Radiografía periapical que muestra un conducto radicular amplio de un segundo molar superior izquierdo.  
<sup>19</sup>

### Finisher F-4

Este tipo de instrumento está diseñado para la conformación del tercio apical del conducto (Fig. 18).

<b>Identificación:</b>	Dos anillos o franjas negras.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	16 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,40 mm.
<b>D14:</b>	1,14 mm.
<b>Más flexibilidad</b>	Al mostrar conicidades decrecientes a partir de D4.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular con surcos esto genera menos masa y más flexibilidad.
<b>Menos conicidad con relación a los instrumentos para conformación.</b>	
<b>Conicidad:</b>	Conicidad fija de 6.0% hasta D3, de D4 hasta el final la conicidad se reduce hasta 3.0%.
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud real de trabajo (L.R.T.).



Fig. 18 Lima F4. <sup>23</sup>

## Finisher F-5

Este tipo de instrumento está diseñado para la conformación del tercio apical del conducto (Fig. 19).

<b>Identificación:</b>	Dos anillos o franjas amarillas.
<b>Longitud de la parte activa:</b>	16 mm.
<b>Longitud total:</b>	21, 25 o 31 mm.
<b>D0:</b>	0,50 mm.
<b>D14:</b>	1,13 mm.
<b>Más flexibilidad</b>	Al mostrar conicidades decrecientes a partir de D4.
<b>Sección transversal:</b>	Triangular con surcos esto genera menos masa y más flexibilidad.
<b>Menos conicidad con relación a los instrumentos para conformación.</b>	
<b>Conicidad:</b>	Conicidad fija de 5.0% hasta D3, de D4 hasta el final la conicidad se reduce hasta 3.5%.
<b>Área de acción:</b>	Hasta la longitud real de trabajo (L.R.T.).



Fig. 19 Lima F5. <sup>23</sup>



## 4.5 VENTAJAS

- La conicidad (múltiple) progresiva de estos instrumentos mejora la flexibilidad y facilita la preparación biomecánica de los conductos radiculares curvos y estrechos.
- La conformación de los ángulos helicoidales del instrumento evitan el enroscado y optimizan la acción de corte conforme desaloja el detritus coronalmente de manera eficaz.
- Tanto los instrumentos de conformación como de terminado remueven el detritus y el tejido blando del conducto radicular, la preparación termina en una conicidad continua lisa.
- La sección transversal triangular de los instrumentos aumenta la seguridad, la sensación táctil y la acción de corte.
- La punta guía modificada permite seguir fácilmente la trayectoria de descenso preparada sin trabarse en las paredes laterales.
- Se puede realizar tratamientos tanto en biopulpectomías como en necropulpectomías.<sup>7</sup>

## 4.6 DESVENTAJAS

En estudios previos, el sistema ProTaper® Universal se asoció con más grietas que otros instrumentos de NiTi. Las limas cónicas causan un aumento en la tensión en las paredes del canal. En la parte apical, las limas ProTaper® Universal de acabado (F1, F2, y F3) tienen más conicidad (0,07, 0,08, y 0,09, respectivamente) que otros instrumentos lo que puede explicar la mayor incidencia de grietas.<sup>20</sup>



---

## **5. ESPECIFICACIONES PARA USAR PROTAPER® UNIVERSAL**

### **5.1 TÉCNICA DE PREPARACIÓN**

Con el sistema ProTaper® Universal la técnica de preparación de conductos debe ser corono apical sin presión (“Crown-Down Pressureless Technique”).

18

### **5.2 CINEMÁTICA DE EMPLEO**

Movimiento rotatorio horario continuo (360°) este movimiento brinda una mayor y veloz capacidad de movilizar, recoger y eliminar contenidos y residuos, como producto de la preparación del conducto radicular, en dirección coronaria. <sup>6</sup>

### **5.3 VELOCIDAD RECOMENDADA**

Esta técnica rotatoria recomienda 250 a 300 r.p.m. El fabricante recomienda una velocidad constante y estable entre 150 y 350 r.p.m (Fig. 20). <sup>18, 23</sup>

### **5.4 TORQUE**

En instrumentación el torque es la cantidad de fuerza ejercida durante la rotación del instrumento dentro del conducto, el torque recomendado 1,5 Ncm para S2; 2,0 Ncm para F1; 3,0 Ncm para SX, S1, F2, y F3 (Fig. 20). <sup>6, 8</sup>



## 5.5 MOTOR INDICADO

En el mercado existe un motor el cual ya tiene programada la velocidad y el torque, este motor es el Tecnika de Dentsply/Maillefer, esta misma casa comercial ha lanzado al mercado otro motor el X-Smart viene con una tarjeta que indica los torques con velocidad constante y diferentes torques para los diferentes instrumentos. <sup>18</sup>

## 5.6 TIEMPO DE USO DE CADA INSTRUMENTO

2 a 5 segundos. <sup>18</sup>

Instrumento	Codificación	Longitud (mm)	Calibre de la punta	Conicidad (%) 3mm apicales	Sección	Velocidad (rpm)	Torque (Ncm)
SX		18	19	3,5		300	2
S1		21; 25; 31	18	2		350	3,5
S2		21; 25; 31	20	4		300	1
F1		21; 25; 31	20	7		250	2
F2		21; 25; 31	25	8		250	2,6
F3		21; 25; 31	30	9		250	2,6
F4		21; 25; 31	40	6		250	2,6
F5		21; 25; 31	50	5		250	2,6

Fig. 20 Características morfológicas y cinemáticas de los instrumentos ProTaper® Universal con las velocidades y torques recomendados. <sup>6</sup>



## 5.7 CONSIDERACIONES AL USAR PROTAPER® UNIVERSAL.

Existen algunos lineamientos que cuando se toman en cuenta promueven el rendimiento eficiente y excelente seguridad al usar instrumentos rotatorios de NiTi. Los instrumentos deberán ser introducidos al conducto radicular cuando se ha confirmado un glide path. Los instrumentos de acabado solo serán utilizados cuando ya se ha establecido la longitud de trabajo. <sup>16</sup>

**Acceso en línea recta:** las paredes internas deberán estar divergentes hacia oclusal para eliminar cualquier interferencia durante la instrumentación, el acceso se confirma cuando se observa completamente la entrada de los conductos desde una vista oclusal, en caso necesario deberá realizarse un desgaste compensatorio en la entrada del conducto eliminando los rebordes de dentina cervical. Un acceso en línea recta puede disminuir la posibilidad de fractura de los instrumentos y puede mejorar la eficacia de irrigación, conformación, limpieza y obturación. <sup>9, 16</sup>

**Irrigación y lubricación:** deberán irrigarse los conductos antes de introducir cualquier lima ya que tendrá una función como lubricante para mejorar el deslizamiento del instrumento con facilidad a través del conducto. <sup>16</sup>

**Glide path:** para confirmar una vía de deslizamiento desde la entrada del conducto hasta la longitud aparente se deberá utilizar una lima manual 10 o 15 en presencia de irrigación. <sup>16</sup>



**Lima de pasaje:** Buchanan definió la lima de pasaje como “un instrumento de pequeño diámetro, como una lima tipo K flexible, número 10, 15 y/o 20, que pasa a través de la constricción apical del conducto radicular (Límite CDC) pasivamente sin ampliarla”. La lima de pasaje nos sirve para conocer mediante la sensibilidad táctil el trayecto que sigue el conducto radicular. <sup>3</sup>

**Límite de uso:** una de las causas más frecuentes por la que se fracturan los instrumentos son el límite de uso, durante el uso de las limas estas deberán limpiarse y visualizarse con aumentos en busca de desgaste que conlleven a una fractura del instrumento. El fabricante recomienda un solo uso para las limas ProTaper® Universal debido a la fatiga que adquiere el metal, la pérdida de eficiencia de corte, y la gran variación de longitud, diámetro y curvatura del conducto que se conformó previamente. De acuerdo con los estudios de Wolcott et al. determinaron que la fractura de los instrumentos ProTaper® se hacía evidente al quinto uso en conductos curvos. En una reciente investigación realizada por Patiño et al. sugieren realizar la preparación del conducto del tercio apical, en conductos curvos, con limas manuales de acero inoxidable y posteriormente terminar la preparación con instrumentos rotatorios con el propósito de disminuir el riesgo de fractura de estos instrumentos. <sup>16, 21</sup>

## 5.8 SECUENCIA CLÍNICA (DE ACUERDO AL FABRICANTE DENTSPLY MAILLEFER)

1. Crear un acceso recto a la entrada del conducto (Fig. 21).



Fig. 21 Acceso en línea recta para una fácil inserción de los instrumentos. Fuente Propia

2. En presencia de un quelante viscoso explorar pasivamente dos tercios del conducto con una lima manual # 10 y/o # 15 (Fig. 22).



Fig. 22 Exploración con lima 10 tipo K. Fuente Propia

3. En presencia de NaOCl, introducir en el conducto el S1 y seguir pasivamente la trayectoria del mismo. Antes de encontrar resistencia en la luz del conducto realizar movimientos de cepillado lateralmente para cortar la dentina y mejorar el acceso en línea recta en dirección apical (Fig. 23).



Fig. 23 Introducción de S1 y movimiento de cepillado para mejorar acceso en línea recta.  
Fuente Propia

4. Siempre realizar el movimiento de cepillado lejos de la furca.
5. Irrigar, recapitular y volver a irrigar después de cada instrumento rotatorio (Fig. 24).

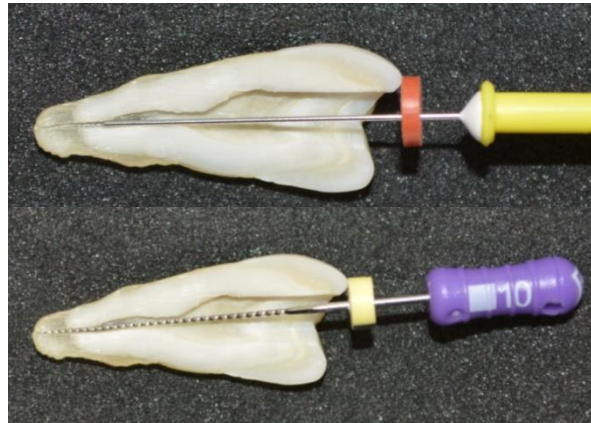


Fig. 24 Irrigación y recapitulación con lima 10 tipo K. Fuente Propia

6. No forzar los instrumentos

7. Continuar la conformación con el S1 hasta la profundidad que se alcanzó con la lima # 10 y/o 15 (Fig. 25).



Fig. 25 S1 a dos tercios del conducto. Fuente Propia

8. Usar el S2, exactamente como se describe para el S1, hasta la profundidad que se alcanzó con la lima # 10 y/o 15 (Fig. 26).



Fig. 26 S2 a dos tercios del conducto. Fuente Propia

9. En presencia de NaOCl o un quelante viscoso, explorar el tercio apical con una lima manual # 10 y/o # 15 (Fig. 27).



Fig. 27 Exploración del tercio apical con lima 10 tipo k. Fuente Propia

10. Establecer longitud de trabajo, confirmar la permeabilidad y verificar la presencia de una superficie lisa, para llegar al tercio apical (Fig. 28).



Fig. 28 Establecer longitud de trabajo lima 15. Fuente Propia

11. Use la S1, como se ha descrito, hasta alcanzar la longitud de trabajo (Fig. 29).



Fig. 29 S1 a longitud de trabajo. Fuente Propia

12. Use el S2, como se ha descrito, hasta alcanzar la longitud de trabajo (Fig. 30).



Fig. 30 S2 a longitud de trabajo. Fuente Propia

13. Volver a confirmar la longitud de trabajo, sobre todo en los conductos radiculares más curvos (Fig. 31).

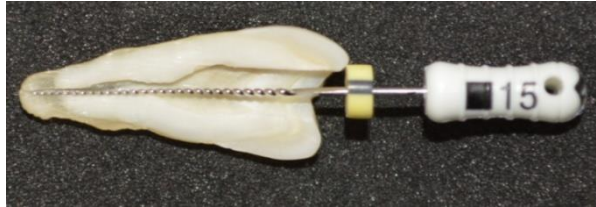


Fig. 31 Confirmar longitud de trabajo lima 15. Fuente Propia

14. Use la F1 en una acción sin cepillado hasta alcanzar, en forma pasiva, la longitud de trabajo y una vez alcanzada retirarlo (Fig. 32).



Fig. 32 F1 a longitud de trabajo. Fuente Propia

15. Medir el foramen con una lima manual # 20. Si este instrumento está ajustado en longitud de trabajo el conducto está conformado y listo para obturar.



16. Si la lima manual # 20 está holgada, proceder a la F2 y, cuando sea necesario, la F3, F4 y F5 medir después de cada lima rotatoria con una lima manual para verificar el ajuste en longitud de trabajo (Fig. 33).

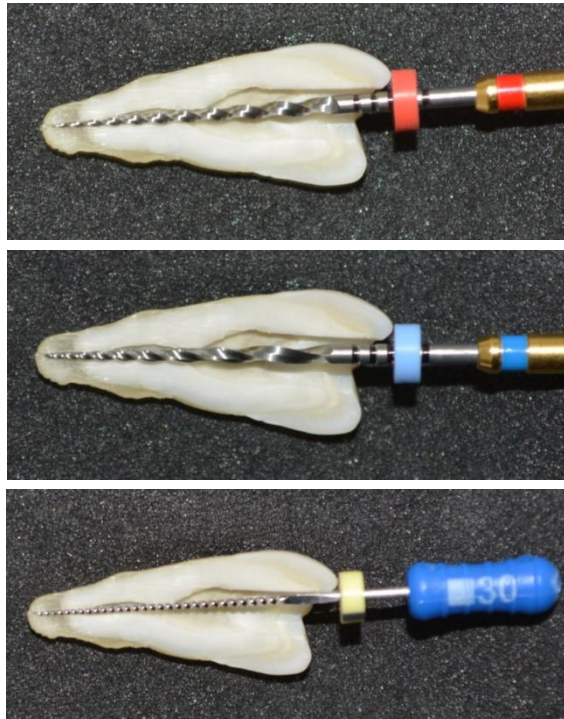


Fig. 33 F2 y F3 a longitud de trabajo y confirmación de ajuste con lima 30. Fuente Propia

17. Nota: Use la SX después de la S1 y S2 para dar forma óptima en conductos con las raíces más cortas, crear una entrada del conducto en línea recta al eliminar concavidades o ampliar el tercio cervical del conducto.



---

## CONCLUSIONES

Debido a las propiedades que caracterizan a la aleación de Níquel Titanio, como la memoria de forma y súper-elasticidad, esta aleación sigue teniendo un amplio uso en la fabricación de instrumentos rotatorios para la conformación del conducto radicular entre ellos el sistema rotatorio ProTaper® Universal el cual tiene como ventaja en comparación a otros sistemas su conicidad progresiva.

La utilización del sistema ProTaper® Universal permite al cirujano dentista realizar tratamientos en tiempos más cortos en comparación con la instrumentación manual reduciendo la cantidad de instrumentos empleados para la realización de un tratamiento de conductos.

Es de suma importancia seguir siempre las indicaciones que nos da el fabricante para evitar errores durante el tratamiento como transporte del conducto o sobre todo la fractura del instrumento.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000 July; 33: 297-310.
2. Gao JLG&Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J.* 2012 February; 45: 113-128.
3. Leonardo MR, Leonardo RdT. *Endodoncia: Conceptos Biológicos y Recursos Tecnológicos* Sao Paulo: Artes Médicas; 2009. Pp. 163-165, 255-297,315-344.
4. James M. Gambill MACEdR. Comparison of Nickel-Titanium and Stainless Steel Hand-File Instrumentation Using Computed Tomography. *J Endod.* 1996 July; 22: 369-375.
5. Kim TO, Cheung G. SP, Lee JM, Kim BM, Hur B, Kim HC. Stress distribution of three NiTi rotary files under bending and torsional conditions using a mathematic analysis. *Int Endod J.* 2009 January; 42: 14-21.
6. Lopreite G, Basilaki J. *Claves de la Endodoncia Mecanizada: Conceptos, recursos y conductas clínicas.* 1ª ed. Buenos Aires : Grupo Guía; 2015. Pp. 84-196
7. Rao RN. *Endodoncia Avanzada.* 1ª ed. Venezuela: Amolca; 2011. Pp. 152-169
8. Wu J, Lei G. Instrument Separation Analysis of Multi-used ProTaper Universal Rotary System during Root Canal Therapy. *J Endod.* 2011 June; 37: 758-763.
9. Cohen S, Hargreaves KM, Berman LH. *Vías de la pulpa.* 10ª ed. Barcelona: Elsevier; 2011. Pp. 299-329



10. Aleluia Drago M, de Souza Pereira R. Instrumentos Rotatórios Protaper Universal. RBPS. 2012; 14: 78-82.
11. Baumann MA. Nickel–titanium: options and challenges. Dent Clin North Am. 2004 January; 48: 55-67.
12. Sandri A, de Castro R, Diniz AC. Flexibility and Torsional Strength of ProTaper and ProTaper Universal Rotary Instruments Assessed by Mechanical Tests. J Endod. 2009 January; 35: 113-116.
13. Lopes H, Britto IMO, Elias CN. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Universal instruments when subjected to static and dynamic tests. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010 September; 110: 401-404.
14. Golgo G, Camargo VR. Analysis of Apical Root Transportation Associated with Protaper Universal F3 and F4 Instruments by Using Digital Subtraction Radiography. J Endod. 2010 June; 36: 1052-1055.
15. González Sánchez JA, Duran-Sindreu F, de Noé S, Mercadé M, Roing M. Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. Int Endod J. 2012 June; 45: 542-551.
16. Castellucci A. Endodontics. 2ª ed. Florencia: IL Tridente; 2005. Pp. 548-563
17. Clauder T, Baumann M. ProTaper NT system. Dent Clin North Am. 2004 January; 48: 87-111.
18. Leonardo MR. Endodoncia Tratamiento de Conductos Radiculares Principios Técnicos y Biológicos. 1ª ed. Sao Paulo : Artes Médicas; 2005. Pp. 717-729
19. West J. Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper universal system. Dent Today. 2006 December; 25: 64-69.



20. Davut Capar I, Arslan H, Arcay M, Uysal B. Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex Instruments on Crack Formation in Dentin. J Endod. 2014 September; 40: 1482-1484.
21. Wolcott S, Wolcott J, Kennedy W, Ishley D, Johnson S, Minnich S, et al. Separation Incidence of Protaper Rotary Instruments: A Large Cohort Clinical Evaluation. J Endod. 2006 December; 32: 1139-1141.
22. Dane A, Davut C. I, Arslan H, Akcay M, Uysal B. Effect of Different Torque Settings on Crack Formation in Root Dentin. J Endod. 2016 February; 42: 304-306.
23. [https://www.dentsply.com/en-us/endodontics/glide-path-shaping.dir.html/Endodontics/Glide-Path-&-Shaping/Rotary-&-Reciprocating-Files/Shaping/ProTaper-Universal-Rotary-Files/p/TUL-PTURAS21/c/1000671.html#.V\\_dG\\_uXhC1s&tabs=Features%20and%20Benefits](https://www.dentsply.com/en-us/endodontics/glide-path-shaping.dir.html/Endodontics/Glide-Path-&-Shaping/Rotary-&-Reciprocating-Files/Shaping/ProTaper-Universal-Rotary-Files/p/TUL-PTURAS21/c/1000671.html#.V_dG_uXhC1s&tabs=Features%20and%20Benefits)