



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

WAVEONE® GOLD Y RECIPROC® BLUE COMO
SISTEMAS RECIPROCANTES EN ENDODONCIA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

BERENICE VIVEROS CARMONA

TUTOR: Mtra. FÁTIMA ILIANA RÍOS GARCÍA

MÉXICO, Cd. Mx.

2022



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

A mis padres, José Luis Viveros y María Eugenia Carmona, por acompañarme a lo largo de este camino, por todo el apoyo incondicional que me han dado, por ser mis pilares en la vida y nunca dejarme caer, para que sientan este triunfo como suyo.

A mi hermano Gustavo que admiro y siempre está para mí, en las buenas y en las malas.

A todos los pacientes que atendí durante mi formación académica, que tuvieron la confianza y valentía de ser atendidos por mí.

A los doctores que conocí a lo largo de la carrera, por transmitirme sus conocimientos, tiempo y dedicación, convirtiéndose en ejemplo de inspiración de esta profesión.

A la UNAM y Facultad de Odontología, por brindarme la oportunidad de formar parte de su comunidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVO.....	7
CAPÍTULO 1. LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES	8
1.1. Objetivos del tratamiento de conductos.....	9
1.2. Secuencia del tratamiento de conductos no quirúrgico	11
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS INSTRUMENTOS EN ENDODONCIA.....	14
2.1. Inicio de los instrumentos en endodoncia.....	14
2.2. Instrumentos manuales	20
2.3. Instrumentos mecanizados.....	23
2.4. Tipos de aleaciones	25
CAPÍTULO 3. INSTRUMENTOS MECANIZADOS DE NI-TI.....	26
3.1. Aleación Ni-Ti en endodoncia.....	26
3.2. Tratamientos de la aleación.....	30
3.3. Tipo de movimiento rotatorio y reciprocante.....	34
3.4. Técnica de instrumentación mecanizada	36
CAPÍTULO 4. WAVEONE® GOLD	38
4.1. Propiedades brindadas por el tratamiento térmico	38
4.2. Características de diseño	39
4.3. Presentación comercial	41

4.4. Indicaciones	42
4.5. Contraindicaciones	42
4.6. Secuencia de uso	42
4.7. Movimiento reciprocante.....	45
4.8. Recomendación de motores.....	46
4.9. Frecuencia de uso	46
4.10. Ventajas	46
4.11. Desventajas	46
CAPÍTULO 5. RECIPROC® BLUE	47
5.1. Propiedades brindadas por el tratamiento térmico	47
5.2. Características de diseño	48
5.3. Presentación comercial	50
5.4. Indicaciones	51
5.5. Contraindicaciones	51
5.6. Secuencia de uso	51
5.7. Movimiento reciprocante.....	54
5.8. Recomendación de motores.....	55
5.9. Frecuencia de uso	55
5.10. Ventajas	55
5.11. Desventajas	55

**CAPÍTULO 6. COMPARACIÓN ENTRE WAVEONE® GOLD Y
RECIPROC® BLUE56**

DISCUSIÓN.....58

CONCLUSIÓN.....60

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....62

INTRODUCCIÓN

Una de las etapas fundamentales en el tratamiento endodóncico corresponde a la preparación del conducto radicular; la cual tiene como objetivo limpiar y conformar el espacio del conducto radicular sin generar errores y complicaciones, respetando siempre la anatomía interna original de éste, de tal manera que adquiriera una forma progresivamente cónica.

A lo largo del tiempo se ha buscado mejorar la preparación biomecánica de los conductos radiculares; dicha búsqueda ha llevado a varios avances en el área de la endodoncia, iniciando con los instrumentos manuales, fabricados a lo largo del tiempo con diferentes aleaciones como acero carbono, acero inoxidable y la innovadora aleación de Níquel-Titanio (Ni-Ti).

La aleación de Ni-Ti se ha consolidado especialmente en la fabricación de instrumentos accionados mecánicamente, ya sea a través de un movimiento rotatorio o recíprocante, brindando propiedades únicas como la superelasticidad, gran flexibilidad y efectos de memoria de forma. Actualmente los fabricantes someten la aleación de Ni-Ti a tratamientos térmicos, brindando propiedades mecánicas superiores a los instrumentos.

Recientemente, se introdujeron las limas WaveOne® Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y Reciproc® Blue (VDW, Munich, Alemania) como nuevos instrumentos resultantes de la tecnología térmica moderna; de la misma manera ambas limas utilizan movimiento recíprocante con el objetivo de que éstas tengan una mayor resistencia a la fractura en comparación con las limas convencionales.

OBJETIVO

Realizar una revisión bibliográfica sobre los sistemas reciprocantes WaveOne® Gold y Reciproc® Blue utilizados en endodoncia; dando a conocer cada una de sus propiedades y características generales y específicas.

CAPÍTULO 1. LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

El éxito del tratamiento endodóncico depende de la preparación del sistema de conductos radiculares, así como de la obturación; ya que en la mayoría de los casos las lesiones que se forman en la región periapical están asociadas al conducto radicular principal; por consiguiente, el conducto principal tiene la carga bacteriana más alta.¹

La preparación del conducto radicular incluye:

- **Limpieza:** con ayuda de soluciones químicas que actúan en el conducto durante todo el proceso de preparación, especialmente sobre los restos necróticos, microorganismos, material orgánico e inorgánico; sumando los efectos de desinfección y escombros de restos.
- **Conformación:** se realiza mediante la instrumentación que por medio de limas u otros instrumentos remueve detritos, da forma, esculpe y alisa las paredes dentinarias del conducto radicular.¹

Tanto la limpieza como la conformación se hacen de manera simultánea; por ese motivo, al proceso también se le conoce como preparación bio-químico-mecánica de los conductos radiculares.¹

1.1. Objetivos del tratamiento de conductos

Los principales objetivos de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares son:

- ✓ Eliminar tejidos blandos y duros infectados.
- ✓ Proporcionar acceso a las soluciones de irrigación y desinfección hasta la zona apical.
- ✓ Crear espacio para la colocación de medicamentos y la subsiguiente obturación.
- ✓ Conservar la integridad de las estructuras radiculares.¹

Estos objetivos se pueden clasificar en biológicos y mecánicos:

Objetivos biológicos:

- **Remoción de la dentina infectada** con instrumentos manuales o mecanizados, siguiendo la forma de preparación del conducto radicular.
- **Uso de irrigantes para obtener eficacia antimicrobiana.**¹

Cuando se trata de conductos apicales ensanchados, hay una mayor probabilidad que se pueda acceder más profundo al conducto y obtener una mejor desinfección y desbridamiento; sin embargo, es difícil la limpieza de la porción más apical de cualquier conducto, especialmente de los curvos y estrechos.¹

Objetivos mecánicos:

- **Incluir por completo los conductos originales en la preparación;** siguiendo el conducto original para preparar mecánicamente toda la superficie del conducto, tratando de evitar deformaciones y perforaciones.
- **Conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular;** con el objetivo de no debilitar la estructura de la raíz y prevenir fracturas verticales.
- **El calibre y límite apical de la preparación deben estar dados en relación con la anatomía apical;** es decir, la preparación del conducto debe terminar en el diámetro más pequeño del conducto (unión conducto-dentina-cemento / CDC). Sin embargo, la CDC no se puede localizar de manera precisa en una radiografía y su posición anatómica varía en cada diente; por esta razón se recomienda terminar la preparación a 0.5-1mm del ápice radiográfico.¹

1.2. Secuencia del tratamiento de conductos no quirúrgico

Diagnóstico

Es el fundamento principal para llevar a cabo un tratamiento endodóncico. En este paso se debe hacer una recopilación de datos sobre los signos y síntomas que presenta el paciente, haciendo pruebas de sensibilidad pulpar y sensibilidad periapical para determinar el estado periodontal del diente, así como la toma de radiografías diagnósticas.¹

También se debe valorar el estado de la corona del diente, es decir, que sea capaz de retener soluciones de irrigación y obtener un aislamiento absoluto; además, se debe valorar la viabilidad de la colocación de una restauración final.¹

Acceso

La forma de la cavidad del acceso es el prerrequisito que debe ser optimizado antes de proceder a cualquier preparación del conducto; ésta debe permitir la entrada de los instrumentos hasta el tercio medio del conducto sin ninguna interferencia.¹

El uso de puntas de ultrasonido y de magnificación como el microscopio facilita la eliminación de cualquier interferencia que impida la entrada al conducto radicular.¹

Instrumentación

Corresponde a la conformación del conducto radicular; la cual, va de la mano con la limpieza del mismo, considerándose a éstos pasos decisivos para la eficacia del tratamiento.¹

Durante la instrumentación se debe de llevar a cabo:

- Desbridamiento mecánico.
- Creación de espacio para la administración de medicamentos.
- Optimización de la geometría del conducto para una obturación adecuada.¹

En algunas ocasiones las variantes anatómicas hacen que la preparación del conducto radicular se vea afectada, especialmente cuando se trabaja con instrumentos manuales; en el caso de instrumentos mecanizados de Ni-Ti se reduce esa afectación.¹

Irrigación

La instrumentación manual y mecánica por sí sola no puede desinfectar en su totalidad los conductos radiculares; por lo tanto, se requiere de irrigantes y medicamentos intraconducto para eliminar los microorganismos presentes en dichos conductos y de esa manera aumentar la eficacia en el tratamiento endodónico.¹

Existen diversas sustancias químicas destinadas a este fin; que en general, deberían de cumplir con las siguientes características:

- Ser un desinfectante muy eficaz.
- No mostrar toxicidad local y no ser alergénico.
- Eliminar la capa de barrillo dentinario.

- Disolver tejido necrótico.
- Lubricar el conducto.
- Conservar su efectividad en presencia de tejido duro dental y cuando se mezcla con otros irrigantes.¹

Las sustancias utilizadas para irrigar y desinfectar los conductos radiculares tienen diferentes propiedades y objetivos, por consiguiente, ninguna cumple con las características de forma individual; por lo tanto, su combinación trata de alcanzar lo que se considera una irrigación ideal.⁵

Algunos de los irrigantes utilizados en endodoncia son la solución salina, el NaClO de 0.5% al 6%, la clorhexidina al 2% y 0.12%, el EDTA del 10% al 17%, entre otros. Su efectividad está relacionada con la capacidad de remoción de tejido orgánico e inorgánico, frecuencia, volumen utilizado, temperatura y cercanía a la constricción apical.^{1,5}

Es difícil realizar una limpieza mecánica cuando se trata de conductos de forma acintada, ovales, accesorios, así como áreas del tercio apical, lo que significa que los microorganismos (bacterias y hongos) presentes en esas áreas no alcanzadas pueden sobrevivir al igual que en los túbulos dentinarios; por tal motivo, la desinfección química es importante para el éxito del tratamiento.¹

Obturación

Corresponde al paso final del tratamiento endodóncico; este paso tiene relación con un objetivo mecánico: el calibre y límite apical de la preparación deben estar dados en relación con la anatomía apical.¹

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS INSTRUMENTOS EN ENDODONCIA

2.1. Inicio de los instrumentos en endodoncia

El primer registro que se tiene sobre la remoción de tejido pulpar con un instrumento, data del año 1746, descrito por Pierre Fauchard en su libro “*El cirujano dentista*”, en donde se utilizaban alfileres para extirpar la pulpa.²

No fue hasta el año de 1838 que Edward Maynard (Figura 1)²⁷ introduce el primer instrumento endodónico fabricado con la cuerda de un alambre de reloj (Figura 2);³ el cual, ayudaba a la ampliación y preparación del conducto radicular.²



Figura1. Edward Maynard.

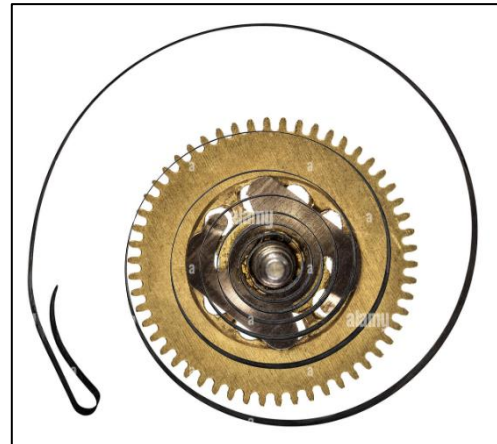


Figura 2. Muelle de un reloj.

En 1904, Kerr Manufacturing Company fabricó los que podrían considerarse los primeros instrumentos endodónicos: las limas y los escariadores tipo K.⁴

En 1940 la empresa sueca Sendoline en colaboración con G. Hedström fabricaron las limas H o limas Hedström.⁴

En un inicio las limas y escariadores se fabricaban en acero carbono y eran enumeradas del uno al seis; sin embargo, cada empresa tenía sus propios parámetros para producir los instrumentos, provocando que no hubiera una correlación entre las diferentes marcas.⁴ Lo que llevó a Ingle y Levine, en el año de 1958 a proponer normas para la estandarización de los instrumentos abarcando el diámetro, la conicidad y otros parámetros aceptados por la Asociación Dental Americana (ADA), y el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), así como por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Federación Dental Internacional (FDI); esto permitió que en adelante los instrumentos fueran uniformes independientemente de su fabricante.⁵

Estandarización y morfología

De acuerdo con la especificación de la ADA los instrumentos pueden ser comercializados siguiendo ciertos estándares. En general los instrumentos manuales están formados por un **mango** y una **parte operativa** disponible en longitudes de 21, 25 y 31mm, esta última se divide en el **vástago o tallo**, **parte activa** y **punta**.⁴ (Figura 3).⁴

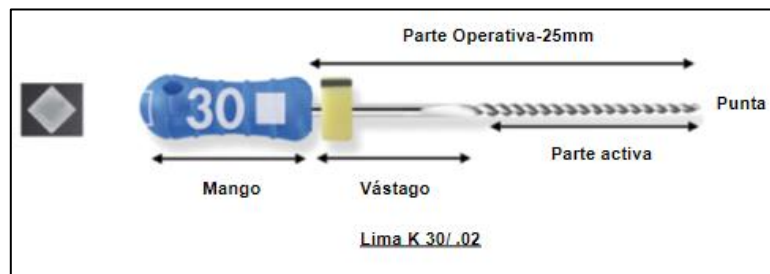


Figura 3. Partes de una lima K calibre 30.

El **mango** tiene un número que indica el calibre del instrumento en milímetros, que va de menor a mayor calibre siguiendo una secuencia obligatoria de seis colores (blanco, amarillo, rojo, azul, verde y negro), dando origen a la 1ª, 2ª y 3ª serie, así como series especiales (rosa, gris y lila).² (Figura 4).²

El mango también presenta un símbolo geométrico que indica como es la **sección transversal**; es decir, la forma que tiene la base de la parte operativa de cada instrumento, que varía según el fabricante.² (Figura 3).⁴

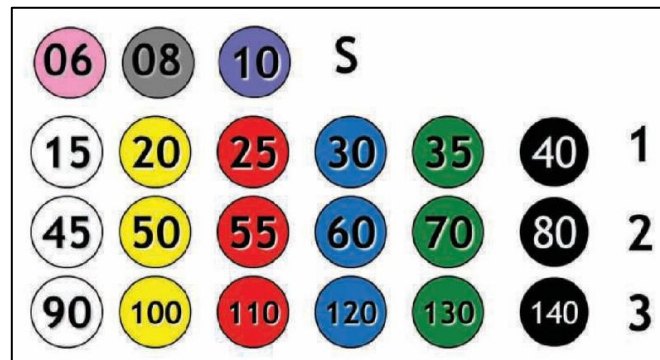


Figura 4. Estandarización de los instrumentos de endodoncia: 1ª, 2ª, 3ª y serie especial con su respectivo color y numeración de acuerdo al diámetro de cada lima.

La **parte activa** siempre tendrá una longitud fija de 16mm, a su vez posee cierta **conicidad** (aumenta 0.02mm en dirección al mango), la cual es denominada como “**índice de conicidad**”; en el caso de los instrumentos manuales está estandarizado en 2%.²

A cada región de milímetro de la parte activa se le conoce como **diámetro** y recibe el nombre de “**D**”; entonces, la punta de la lima corresponde a D0 y al ir avanzando 1mm (de la punta al mango) se encuentra el D1 y así

sucesivamente hasta llegar al D16, **por lo tanto, el D0 es equivalente a la conicidad de cada instrumento.**² (Figura 5).¹⁵

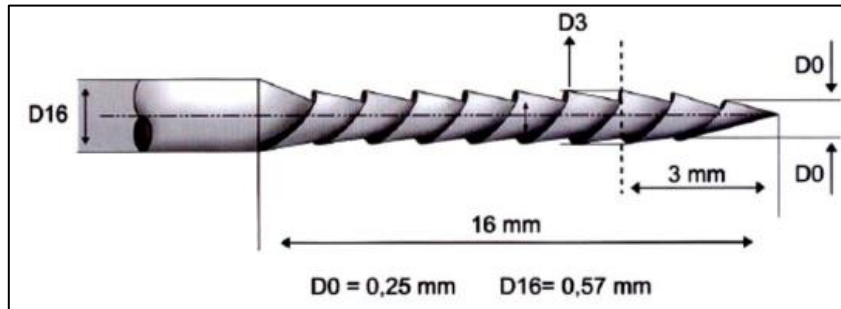


Figura 5. Longitud de la parte activa de un instrumento, en donde se observa el D0 en la punta y el D16 hacia el vástago.

Además, existen otros componentes en la **parte activa** de un instrumento de endodoncia:

- **Superficie radial:** corresponde al área del instrumento que entra en contacto con las paredes del conducto.
- **Área de escape:** depresiones o surcos, cuya función es recolectar virutas de dentina.
- **Ángulo helicoidal:** formado por el filo de las estrías y el eje longitudinal del instrumento, puede ser fijo o cambiar a lo largo de la parte activa.
- **Pitch:** distancia entre un borde cortante a otro borde adyacente a lo largo de la superficie de trabajo. Cuanto menor sea el pitch, más estrechas serán las espirales y mayor será el ángulo de la hélice. El pitch puede variar a lo largo de la superficie activa.⁴ (Figura 6).⁴

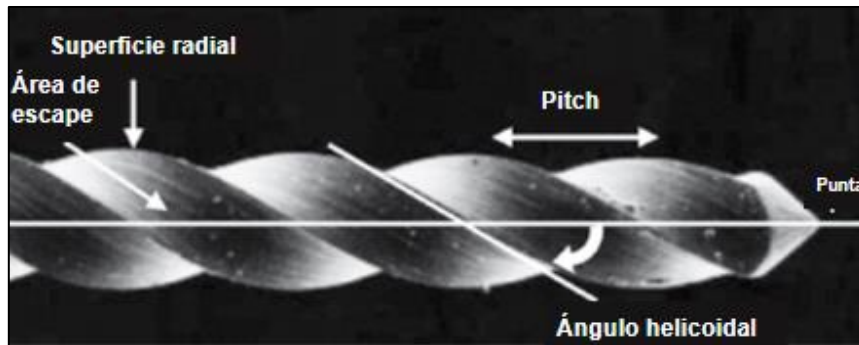


Figura 6. Representación del área de escape, superficie radial, ángulo helicoidal y distancia del Pitch.

- **Ángulo de corte:** formado por las aristas o bordes de corte y el radio de la lima en un corte transversal; puede ser **positivo, negativo o neutro**.⁵

El ángulo de corte **positivo**, tiene como ventaja una mayor capacidad de corte, ya que las aristas ejercen su acción en el mismo sentido en el que se aplica la fuerza. Un ángulo de corte **negativo** requiere mayor fuerza haciéndolo menos eficaz, en este caso el borde cortante se dispone sobre la superficie que se va a cortar en sentido opuesto al de la fuerza ejercida. El ángulo de corte **neutro** tiene sus bordes cortantes perpendiculares a la superficie que se va a cortar.⁵ (Figura 7).⁵

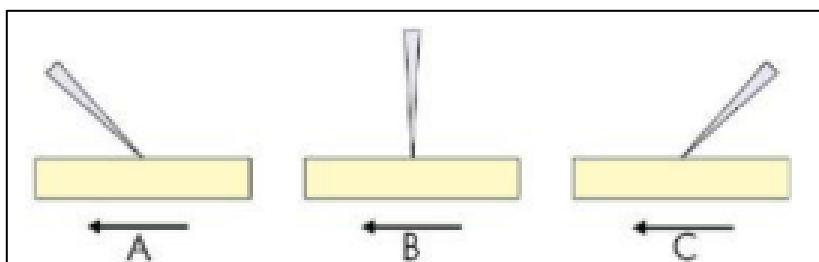


Figura 7. Demostración del ángulo que forma el borde cortante de un instrumento con la superficie que va a cortar. A) Negativo. B) Neutro. C) Positivo.

Finalmente, la **punta** de un instrumento puede ser **activa** o **inactiva**.

La **punta activa** suele terminar en pirámide con un ángulo; en el caso de los instrumentos estándar, la angulación de la punta es de $75 \pm 15^\circ$. (Figura 8).⁴

La **punta inactiva** es una punta roma (redondeada), obteniendo una punta más segura para evitar alteraciones en la conformación del conducto.² (Figura 9).⁴

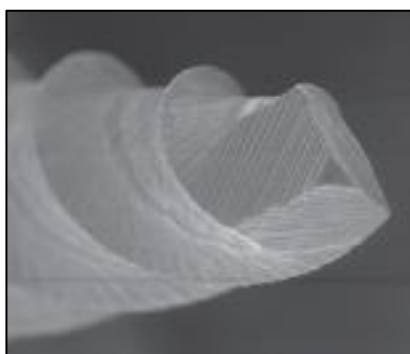


Figura 8. Punta activa de una lima K.



Figura 9. Punta inactiva de una K-Flex.

2.2. Instrumentos manuales

Escofinas y Tiranervios:

Las escofinas son elaboradas a partir de un vástago metálico cilíndrico de acero blando y fino con muescas poco profundas a lo largo del mismo con los salientes cortantes en la misma disposición. Utilizados para **agrandar el conducto radicular** por medio de raspado longitudinal sobre las paredes del conducto, actualmente han caído en desuso.⁵

Al igual que las escofinas, los tiranervios son elaborados a partir de un vástago metálico cilíndrico de acero blando y fino con muescas más profundas oblicuas al eje del vástago y los salientes dispuestos en forma oblicua, dirigidos hacia el mango del instrumento. Utilizados para **eliminar el tejido pulpar de los dos tercios coronales de conductos muy amplios y rectos** girando la lima para enganchar la pulpa y luego retirarla en una sola pieza.⁵ (Figura 10).²



Figura 10. Morfología de un tiranervio.

Limas K / K-files:

Utilizadas principalmente para **establecer la negociación inicial de conductos estrechos y/o calcificados**. Son limas torsionadas muy

resistentes de acero inoxidable que presentan una sección transversal cuadrada, desde el calibre 6 hasta el 140, en longitudes de 21, 25 y 31mm.⁴ (Figura 11).⁴

Limas Flexofile (Maillefer):

Limas de acero inoxidable con punta inactiva, ideales para la **limpieza y conformación del conducto radicular**. Corresponden a una modificación de las Limas K, ya que la sección transversal cuadrada de la lima K cambia a una triangular, con el objetivo de mejorar la flexibilidad y eficiencia de corte. Desde el calibre 6 hasta el 140, en longitudes de 21 y 25mm.⁴ (Figura 11).⁴

Limas K-Flex / K-Flex Files (Kerr):

Instrumentos de acero inoxidable. Al igual que las Limas Flexofile, corresponden a una modificación de las Limas K, cambiando la sección transversal cuadrada de la lima K a una romboidal para **mejorar la flexibilidad y eficiencia de corte**. Desde el calibre 6 hasta el 80.⁴ (Figura 11).⁴

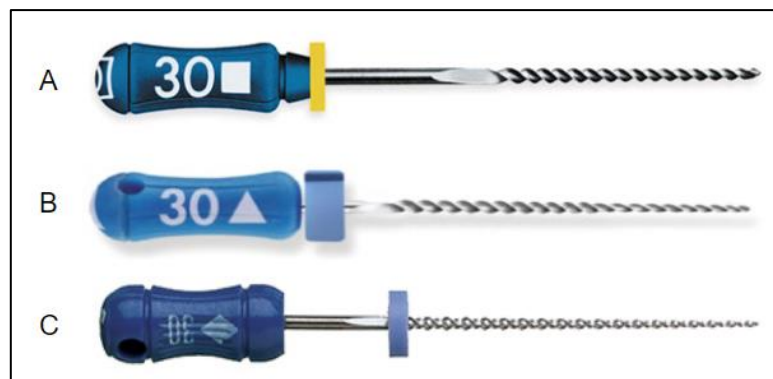


Figura 11. A) Lima K. B) Lima Flexofile. C) Lima K-Flex.

Limas H / H-files o Hedström (Maillefer):

Fabricadas de acero inoxidable; cuya sección transversal es en forma de lágrima con una sola hélice (aspecto de coma). Se utilizan para **alisar las paredes del conducto y para la extracción de restos pulpares o de materiales ajenos al conducto**. Las limas H cortan en un solo sentido por lo tanto deben usarse con movimientos de tracción (raspado), nunca deben girarse, ya que se corre el riesgo de bloqueo o fractura del instrumento.⁴ (Figura 12).⁴



Figura 12. Lima H.

Limas C+ (C+ Files):

Utilizadas para **localizar la entrada del conducto radicular y negociación de conductos calcificados**. Disponibles en calibres 06, 08, 10 y 15. Su punta activa le brinda una mayor resistencia ya que tiene una conicidad del 4% en los últimos 3mm.⁴

Limas de Ni-Ti:

Las limas manuales de Ni-Ti tienen una sección triangular modificada. Son más flexibles que las limas K-Flex gracias a la propiedad de superelasticidad de la aleación, por el contrario, tiene la desventaja de que su corte sea inferior al de las limas de acero inoxidable. Son utilizadas para la **instrumentación de conductos con curvaturas acentuadas**.²

2.3. Instrumentos mecanizados

Con el fin de mejorar y facilitar la eficiencia de la instrumentación realizada con limas manuales y gracias a la implementación de la aleación de Ni-Ti en endodoncia, durante la década de los 90's se introdujo la instrumentación mecanizada, utilizando una rotación horaria continua.⁴

Uno de los primeros instrumentos rotatorios de Ni-Ti fue el sistema Quantec (Figura 13),⁹ desarrollado por McSpadden seguido del sistema ProFile (Figura 14)⁹ introducido por Ben Johnson;⁴ convirtiéndose este último en una referencia para el desarrollo de instrumentos accionados de forma mecanizada con ayuda de motores especiales que ayudan a tener un control de velocidad y torques precisos.⁶



Figura 13. Sistema Quantec.



Figura 14. Sistema ProFile.

En la actualidad existe una amplia variedad de sistemas rotatorios para la preparación biomecánica de conductos radiculares, especialmente curvos; donde cada fabricante tiene su propio diseño de limas con características

específicas; por ejemplo, el sistema K3 File, Twisted Files, ProTaper Universal, etc.⁴

Por otro lado, el desarrollo de los sistemas reciprocantes está basado en una “*técnica de instrumento único*”; dicha técnica fue publicada en el 2007 por el Dr. Gahssan Yared en la Revista Internacional de Endodoncia, mostrando un caso en donde hace uso de un solo instrumento manual de tamaño 08 y un instrumento rotatorio F2 ProTaper Universal de Ni-Ti con un movimiento en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario.⁶

En 2008, Dentsply International adoptó el concepto de “*técnica de lima única*”; con el objetivo de desarrollar una lima única, recíproca, más óptima, segura y con un sistema motor para generar este movimiento;⁷ dando como resultado los primeros instrumentos reciprocantes: el sistema Reciproc® (VDW, Alemania) (Figura 15)¹⁰ en 2010 y WaveOne® (Dentsply, EE. UU.) (Figura 16)¹¹ en 2011. Estos instrumentos fueron fabricados con una nueva aleación Ni-Ti M-Wire; proporcionando propiedades mecánicas considerablemente mejoradas, mayor flexibilidad y resistencia a la fractura, en comparación con los instrumentos convencionales de Ni-Ti.⁸



Figura 15. Sistema Reciproc®, desarrollado por la casa comercial VDW.

Figura 16. WaveOne®, desarrollado por la casa comercial Dentsply Sirona.



2.4. Tipos de aleaciones

Acero carbono:

Se considera como la primera aleación utilizada en la fabricación de limas K y escariadores. Este tipo de aleación tiene mayor cantidad de carbono en su composición haciendo que los instrumentos presenten más resistencia y dureza; sin embargo, tienen la gran desventaja de ser menos maleables y susceptibles a la corrosión.⁴

Acero inoxidable:

En la actualidad, esta aleación es utilizada para fabricar la mayoría de los instrumentos manuales ya que tienen mejores propiedades físicas: mayor ductilidad y resistencia a la rotura. Contiene una gran cantidad de cromo evitando la corrosión del instrumento.⁴

Ni-Ti:

Algunos instrumentos manuales son fabricados con este tipo de aleación, sin embargo, se ha demostrado que esta aleación es la más indicada para la fabricación de instrumentos mecanizados. Está compuesta alrededor del 55 % en peso de Níquel y el 45 % en peso de Titanio.⁴

CAPÍTULO 3. INSTRUMENTOS MECANIZADOS DE NI-TI

3.1. Aleación Ni-Ti en endodoncia

El primer desarrollo de la aleación de Ni-Ti fue en el año de 1963 en un laboratorio de Artillería Naval de Estados Unidos, recibiendo el nombre de “*Nitinol*”; gracias al bajo módulo de elasticidad, efecto memoria de forma y superelasticidad, la aleación Ni-Ti fue introducida en odontología en el año de 1971 por Andreasen y Hilleman, específicamente para la fabricación de alambres en el área de ortodoncia.¹²

Con el objetivo de sustituir el acero inoxidable de los instrumentos de endodoncia, Walia, Brantley y Gerstein desarrollaron las primeras limas manuales de Ni-Ti a finales de la década de 1980; sin embargo, estos nuevos instrumentos resultaron cortar mucho menos y tener tendencia a la fractura; ya que la suma de la flexibilidad de la aleación, limado tradicional y estandarización promovían el bloqueo del instrumento.¹²

Actualmente los instrumentos fabricados con la aleación de Ni-Ti están diseñados para ser accionados por un motor, presentando en su composición química aproximadamente un 56% de Níquel y un 44% de Titanio;¹² brindándole a los instrumentos propiedades mecánicas únicas como la superelasticidad y memoria de forma lo que les otorga una gran flexibilidad.⁴

La aleación de Ni-Ti pasa por tres fases microestructurales; es decir tiene la capacidad de alterar su enlace atómico provocando cambios en sus propiedades mecánicas:

1. **Fase austenítica/ fase de alta temperatura/ fase madre:** la aleación de Ni-Ti tiene una estructura cúbica y presenta un comportamiento elástico ya que se encuentra a temperatura ambiente.¹³ (Figura 17).¹⁴

2. **Fase R/ fase de temperaturas intermedias/ fase premartensítica:** la aleación de Ni-Ti tiene una estructura romboidea y presenta un comportamiento termo elástico; es decir, que puede volver a la fase austenítica en caso de que se le aplique calor.¹³ (Figura 17).¹⁴
3. **Fase martensítica/ fase de baja temperatura:** la aleación de Ni-Ti tiene una estructura monolítica y presenta un comportamiento plástico ya que se encuentra con una temperatura baja.¹³ (Figura 17).¹⁴

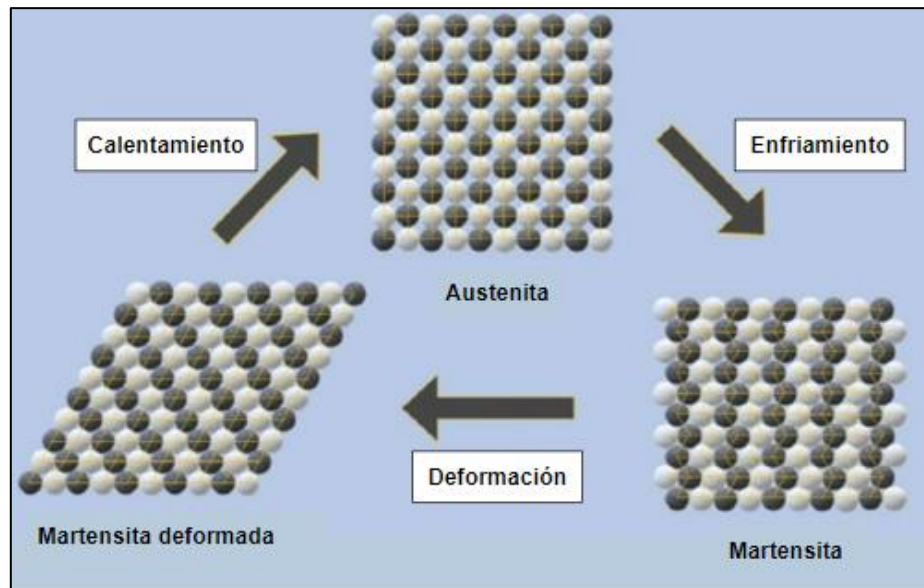


Figura 17. Comportamiento del Ni-Ti de acuerdo al cambio de temperatura que presenta cada fase microestructural.

Cada una de las fases son inducidas por un cambio de temperatura, estrés del instrumento o la combinación de ambos; por consiguiente, es importante conocer las diferentes propiedades mecánicas que otorga cada una de las fases por las que pasa la aleación de Ni-Ti.¹³

Características de la aleación

✓ Superelasticidad:

Corresponde a la capacidad que tienen ciertas aleaciones de retornar a su forma original después de liberarse de una fuerza de deformación hasta cierto rango. A nivel microestructural, esta propiedad está dada por la transformación de una fase austenítica a una fase martensítica; en este caso, la deformación del instrumento permanece constante hasta que toda la masa del Ni-Ti pasa a la forma de martensita, indicando el final de la superelasticidad.¹⁴ (Figura 18).¹⁶

✓ Efecto de memoria de forma:

Se define como la capacidad de una aleación de recuperarse de grandes deformaciones por medio del calentamiento moderado del instrumento. A nivel microestructural, por encima de la temperatura de transformación de martensita a austenita.¹² (Figura 18).¹⁶

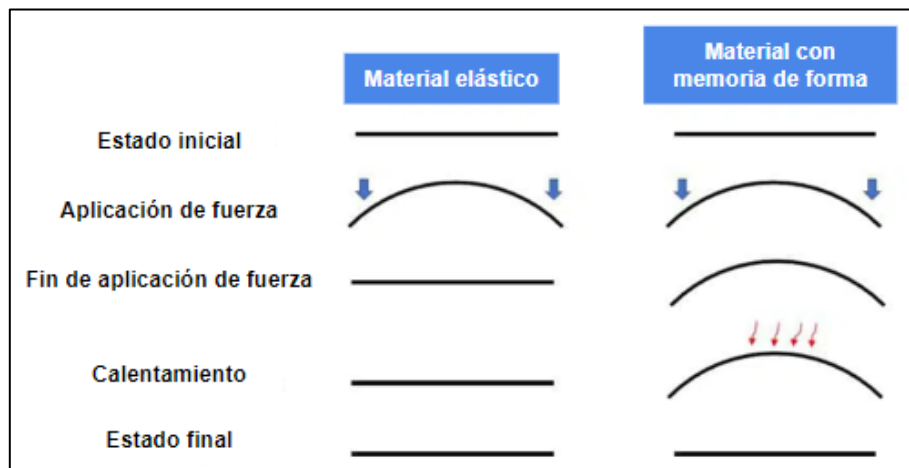


Figura 18. Se muestra el estado inicial y final de una aleación, tras aplicarle fuerza y someterse a un cambio de temperatura.

✓ **Resistencia a la deformación plástica:**

Es la capacidad de ciertas aleaciones de sufrir una deformación permanente sin fracturarse. La aleación Ni-Ti puede deformarse elásticamente hasta un 8% más allá de su límite elástico sin mostrar ninguna deformación residual. A nivel microestructural, la fase martensítica tiene un comportamiento plástico; es decir, tras el cese de la fuerza que provoca la deformación, la aleación mantiene dicha deformación.¹²

✓ **Flexibilidad:**

Capacidad de los instrumentos de volver a su forma original (incluso cuando se deforman más allá de su límite elástico) después de aplicarle una carga al instrumento para seguir la forma del conducto radicular.¹²

3.2. Tratamientos de la aleación

Como se ha visto anteriormente, los instrumentos fabricados con Ni-Ti brindan ventajas como la superelasticidad y el efecto de memoria de forma; sin embargo, debido a la rigidez y baja resistencia a la fatiga cíclica y torsional, se limita su uso en conductos severamente curvos o en situaciones más graves se corre el riesgo de que los instrumentos se fracturen.^{12,17} Por consiguiente, se han desarrollado estrategias para mejorar las propiedades mecánicas de las limas rotatorias de Ni-Ti.¹³

Para eso la aleación se somete a tratamientos térmicos y mecánicos patentados durante la fase R en su transición a martensita, manteniendo una estructura cristalográfica para brindarle mayor resistencia a la fractura y mayor flexibilidad a las limas en comparación con las limas de Ni-Ti convencionales.¹⁴

Actualmente existen diferentes tratamientos térmico-mecánicos que se han desarrollado a lo largo del tiempo, y las propiedades mecánicas de cada sistema estarán dadas por el tipo de tratamiento al que se han sometido dichos instrumentos.¹³

M-Wire

Desarrollada en el 2007 por Tulsa Dental; químicamente está compuesta de Nitinol 508 (55.8 % de Ni y 44. 2% de Ti). El alambre de Ni-Ti en bruto es procesado termo-mecánicamente; es decir, durante la fase martensítica hay un estiramiento en frío del alambre hasta el diámetro final y se somete a una serie de tratamientos térmicos y ciclos de recocido bajo tensión para luego moldearse en la forma deseada.¹⁷

El alambre M no está completamente compuesto por una fase de austenita, sino que contiene pequeñas cantidades de martensita y fase R en comparación con el Ni-Ti austenítico convencional, haciéndolo un alambre superelástico brindando mayor resistencia a la fatiga torsional.^{13,17} (Figura 19).¹⁸

Algunos ejemplos de sistemas que están fabricados con el tratamiento térmico de premaquinado M-Wire son los siguientes:

- ✓ ProFile Vortex.
- ✓ ProTaper Next.
- ✓ PathFile.
- ✓ WaveOne®.
- ✓ Reciproc®.¹⁷

Gold-Wire

Desarrollada en 2012 por Dentsply Sirona; la base de fabricación utilizada en instrumentos de Ni-Ti con tratamiento térmico Gold-Wire es M-Wire, en donde el alambre en bruto tiene un calentamiento y enfriamiento repetido; al finalizar el proceso queda una capa de óxido de titanio con un grosor de 100 a 140 nm cubriendo la superficie del instrumento, este proceso le dará la apariencia distintiva dorada en la superficie.^{13,17} (Figura 19).¹⁸

Los instrumentos fabricados con tratamiento térmico Gold-Wire pasan por un proceso principalmente de martensita o una fase R, dándole a las limas mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los instrumentos convencionales de Ni-Ti y los modificados con M-Wire.¹⁷

Algunos ejemplos de sistemas fabricados con el tratamiento térmico Gold-Wire son los siguientes:

- ✓ ProTaper Gold.
- ✓ WaveOne® Gold.
- ✓ Moldeadores y finalizadores ProTaper Ultimate.¹⁷

Blue-Wire

La base de fabricación de los instrumentos de Ni-Ti con tratamiento térmico Blue-Wire es M-Wire, pasando por un tratamiento patentado de calentamiento y enfriamiento; al terminar ese proceso se logra obtener una capa de óxido de titanio cubriendo la superficie del instrumento con un grosor de 60 a 80 nm, de esta manera se obtendrá un color azul distintivo en la lima.¹⁷ (Figura 19).¹⁸

Al igual que las limas tratadas con Gold-Wire, los instrumentos tratados con Blue-Wire pasan por un proceso de martensita estable o una fase R, proporcionando al instrumento mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los instrumentos convencionales de Ni-Ti y los modificados con M-Wire.¹⁷

Algunos ejemplos de sistemas fabricados con el tratamiento térmico Blue-Wire son los siguientes:

- ✓ ProFile Vortex Blue.
- ✓ Reciproc® Blue.
- ✓ Aurum Blue.
- ✓ Blueshaper.
- ✓ Super Files Blue.¹⁷

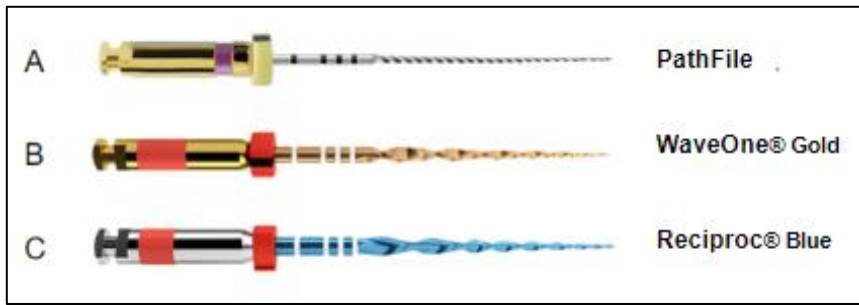


Figura 19. A) Lima PathFile con tratamiento térmico M-Wire. B) Lima WaveOne® Gold con tratamiento térmico Gold-Wire. C) Lima Reciproc® Blue con tratamiento térmico Blue-Wire.

3.3. Tipo de movimiento rotatorio y reciprocante

Movimiento rotatorio

Introducido a finales de 1980; se trata del movimiento realizado por una lima de Ni-Ti dentro del conducto radicular, haciendo una rotación completa de 360° con ayuda de un motor eléctrico y un contra ángulo.

Actualmente se sigue empleando el movimiento rotatorio en la mayoría de los sistemas de preparación mecánica.¹² (Figura 20).³²

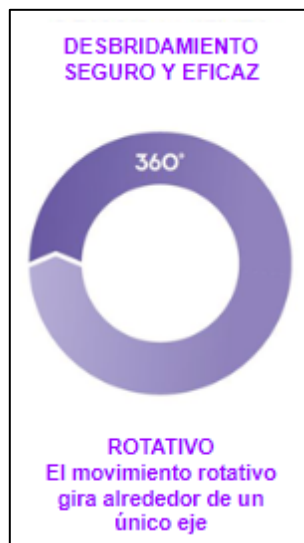


Figura 20. Representación de un movimiento rotatorio.

Movimiento reciprocante

En 2008 Yared utilizó un solo instrumento de Ni-Ti con movimiento alternativo (reciprocante);¹⁷ cuya lima de Ni-Ti gira en sentido antihorario (120° a 270°)

seguido de un giro horario (60° a 90°),¹² en donde los grados varían dependiendo de cada sistema.

El objetivo de este movimiento es proporcionar una mayor resistencia a la fatiga cíclica alargando la vida de los instrumentos.¹² (Figura 21).³²



Figura 21. Representación de un movimiento recíprocante.

3.4. Técnica de instrumentación mecanizada

Algunos clínicos opinan que al utilizar sistemas mecanizados no hace falta permeabilizar previamente los conductos radiculares; sin embargo, se ha demostrado que la combinación de instrumentos manuales y mecanizados favorecen hasta un 95% la instrumentación total del conducto radicular, ya que la mayoría de los conductos radiculares presentan variaciones anatómicas que impiden una conformación favorable con un sólo instrumento y por ende una eliminación deficiente de tejido contaminado, bacterias y detritos.⁵

Algunos beneficios que ofrece la combinación de instrumentos manuales y mecanizados son los siguientes:

- ✓ Los instrumentos pueden usarse de una forma que favorezca sus ventajas individuales y evite sus desventajas.
- ✓ Los instrumentos manuales aseguran un camino liso y permeable.
- ✓ Los instrumentos mecanizados cónicos enganchan con eficacia las áreas coronales de los conductos.
- ✓ Los instrumentos mecanizados menos cónicos proporcionan un ensanchamiento apical adicional.¹

La técnica de instrumentación requiere del uso de fresas Gates Glidden, limas tipo K y sistemas mecanizados; esta técnica consiste en los siguientes pasos:

1. Utilizar una Gates Glidden (del número 2, 3 o 4, dependiendo las necesidades clínicas) para crear una abertura en el tercio coronal.
2. Con una lima K 10, crear una vía de deslizamiento (Path Glide).
3. Para ensanchar ligeramente la zona apical se puede hacer uso de limas manuales K de calibre 15 o 20, o bien limas rotatorias de permeabilización.
4. Elegir el calibre del sistema mecanizado, en función de la curvatura y calibre del conducto inicial.

5. El sistema mecanizado debe entrar en el conducto girando a la velocidad predeterminada en el motor y avanzando hacia apical con movimientos de picoteo hasta hallar resistencia. Luego se retira y se limpia la lima.
6. Entre cada ciclo se irriga profusamente y se permeabiliza con una lima K 10 hasta llegar a la longitud de trabajo.

En caso de que el radio de la curvatura apical sea pequeño, existan curvaturas abruptas o conductos muy estrechos se puede terminar la zona apical con limas manuales o con rotatorias más flexibles y de menor conicidad (4% o 2%).⁵

CAPÍTULO 4. WAVEONE® GOLD

Al tomar en cuenta el enfoque actual en la endodoncia mínimamente invasiva y los comentarios obtenidos por los odontólogos que usan el sistema WaveOne® desde su lanzamiento en 2011, un grupo de doctores junto con el equipo de investigación y desarrollo de Dentsply en Ballaigues, Suiza; se dieron a la tarea de colaborar para mejorar aún más la eficacia de corte y las propiedades mecánicas del sistema, dando como resultado el lanzamiento en el año 2014 de WaveOne® Gold, una nueva generación de limas recíprocas que ofrecen sencillez, seguridad y un uso único en la conformación de conductos.⁷

4.1. Propiedades brindadas por el tratamiento térmico

Gracias a la ingeniería y pruebas realizadas por Dentsply, los instrumentos WaveOne® Gold son fabricados con un tratamiento térmico de metalurgia de oro, produciendo una lima de Ni-Ti súper elástica con un distintivo acabado dorado.¹⁷

El hecho de que las limas de Ni-Ti se calienten y se dejen enfriar lentamente provoca una serie de ventajas en las propiedades de los instrumentos WaveOne® Gold en comparación con el sistema WaveOne®.¹⁷

- **Fatiga cíclica:** 50% más resistente.
- **Flexibilidad:** 80% más flexible.
- **Tiempo de modelado:** 23% menos tiempo de modelado.¹⁷

4.2. Características de diseño

El sistema WaveOne® Gold cuenta con cuatro limas de diámetro y conicidad variable en su punta: Small, Primary, Medium y Large; las cuales pueden ser identificadas por un código de color ISO (Figura 22),¹⁹ disponibles en longitudes de 21, 25 y 31mm. Tiene un mango corto de 11mm para mejorar el acceso en zonas posteriores.²⁰

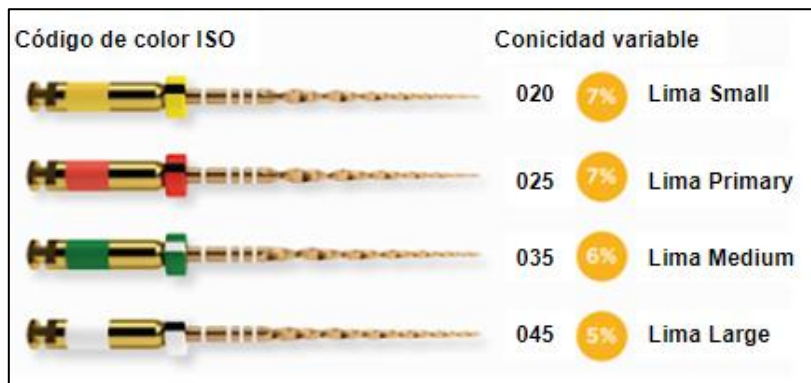


Figura 22. Limas Small (Amarilla, 20.07 en su punta), Primary (Roja, 25.07 en su punta), Medium (Verde, 35.06 en su punta) y Large (Blanca, 45.05 en su punta).

Cada una de las cuatro limas presenta una conicidad decreciente, en donde los primeros 3mm del instrumento se mantienen con una conicidad fija, disminuyendo a partir de este punto el porcentaje sobre el resto de la parte activa. Por ejemplo, los primeros 3mm de la lima Primary presenta una conicidad de 7.0%; a partir de esto el porcentaje disminuye sobre el resto de la parte activa a 6.0%, 5.0%, 4.0% y 3.0%; haciendo que la conformación del conducto sea más pequeña y se tenga una mayor conservación de dentina cervical.²¹ (Figura 23).²¹

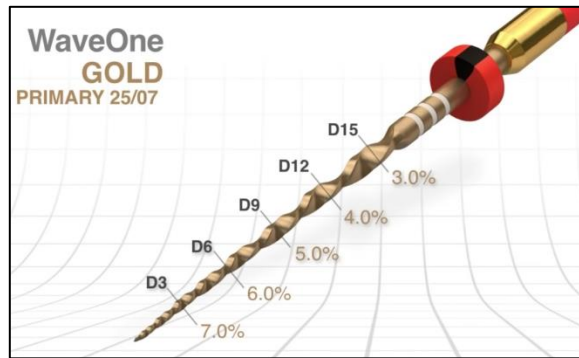


Figura 23. Conicidad decreciente de una lima Primary 25.07, disminuyendo desde la punta hacia el mango.

La sección transversal del instrumento tiene la forma de un paralelogramo descentrado con uno o dos puntos de contacto alternados, diseñado con el objetivo de facilitar la salida de detritos, tener menor riesgo de enroscamiento, mayor resistencia torsional, más flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica.²⁰ (Figura 24).²¹

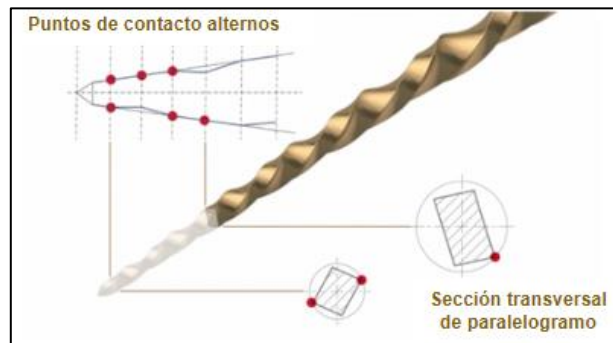


Figura 24. Sección transversal de paralelogramo y puntos de contacto alternos.

Su punta es semiactiva, por lo tanto, se debe realizar menos presión para ingresar al conducto con la lima.²⁰

4.3. Presentación comercial

- ✓ **Limas WaveOne® Gold:** vienen en blisters con 3 o 6 limas del mismo tamaño (Small, Primary, Medium o Large), o bien en un blíster surtido con los cuatro tamaños disponibles (Small, Primary, Medium y Large).¹⁹ (Figura 25).¹⁹
- ✓ **WaveOne® Gold Glider:** paquete con 3 o 6 Gliders, usada para la conformación de la permeabilización del conducto.¹⁹ (Figura 25).¹⁹
- ✓ **WaveOne® Gold blíster sequence:** contiene una lima K 10, una Glider y una lima Primary.¹⁹ (Figura 25).¹⁹
- ✓ **Puntas de papel:** caja con 180 puntas de papel.¹⁹ (Figura 25).¹⁹
- ✓ **Puntas de gutapercha:** caja con 60 puntas de gutapercha de tamaños equivalentes a las cuatro limas.¹⁹ (Figura 25).¹⁹
- ✓ **GuttaCore®:** vienen en un blíster con 6 obturadores o bien en una caja con 30 obturadores.¹⁹ (Figura 25).¹⁹



Figura 25. Familia de productos WaveOne® Gold de la casa comercial Dentsply Sirona.

4.4. Indicaciones

- Tratamientos endodóncicos, para la limpieza y conformación del sistema del conducto radicular.²²

4.5. Contraindicaciones

- En caso de dilaceración severa y brusca de la raíz.²²

4.6. Secuencia de uso

- 1) Realizar un acceso coronal y radicular en línea recta.
- 2) Explorar y verificar la permeabilidad del conducto en toda su longitud con una lima K de calibre 10 en presencia de un agente quelante como el EDTA.
- 3) Expandir la vía de permeabilidad con una lima mecánica Glide Path o con una lima manual K de calibre 15 o calibre 20.
- 4) Utilizar la lima Primary (Roja, 25.07), aplicando una leve presión hacia apical.²⁰ (Figura 26).¹⁹



Figura 26. Secuencia de limas utilizadas desde la exploración de la permeabilidad del conducto hasta llegar a una lima Primary.

- 5) Con movimiento de picoteo, la lima Primary debe avanzar de 2-3mm en el tercio cervical del conducto; se retira y limpia la lima para después irrigar el conducto.
- 6) Recapitular con una lima K 10 y volver a irrigar.
- 7) Cada dos o tres movimientos, limpiar la lima, irrigar, recapitular con la lima K 10 y volver a irrigar hasta llegar a la longitud de trabajo.
- 8) Finalizar con el protocolo de desinfección final.²⁰ (Figura 27).²⁰



Figura 27. Secuencia para conductos estándar.

La mayoría de conductos radiculares pueden ser conformados de primera instancia con una lima Primary, sin embargo, cuando los conductos son muy finos (p.e. Conducto MV2) la secuencia de uso puede cambiar. En caso de que sea difícil que la lima Primary (Roja, 25.07) progrese más allá de los primeros milímetros del tercio coronario y medio del conducto, se debe cambiar a la lima Small (Amarilla, 20.07); siguiendo los mismos pasos de movimiento, avance, limpieza, recapitulación e irrigación hasta llegar a la longitud de trabajo y de esta manera terminar de Instrumentar con la lima Primary y llevar a cabo el protocolo de desinfección final.²⁰ (Figura 28).²⁰

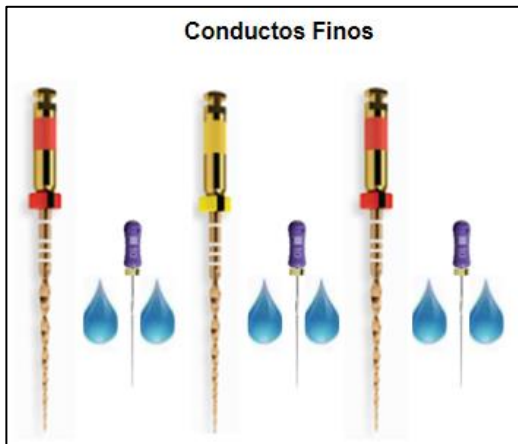


Figura 28. Secuencia para conductos finos.

En caso de que los conductos sean amplios (p.e. Conductos Palatinos) y la lima Primary no tenga ajuste, se continúa con la lima Medium (Verde, 35.06) hasta la longitud de trabajo, y de ser necesario se continúa con la lima Large (Blanca, 45.05); siempre siguiendo los pasos de movimiento, avance, limpieza, recapitulación, irrigación y desinfección final.²⁰ (Figura 29).²⁰

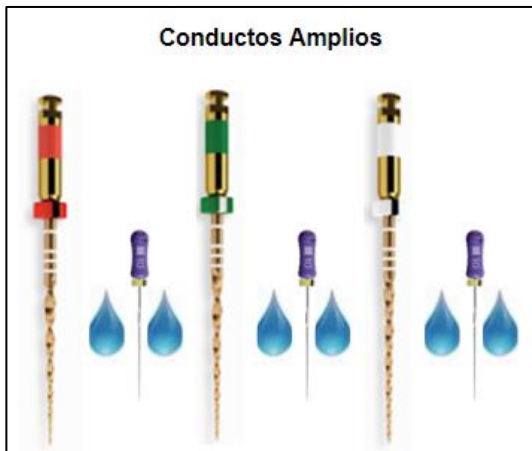


Figura 29. Secuencia para conductos amplios.

4.7. Movimiento recíprocante

El sistema utiliza movimientos de ángulos bidireccionales desiguales; es decir, el ángulo de enganche corta la dentina en sentido contrario a las manecillas del reloj (CCW) a 150° , mientras que el ángulo de desenganche antes de que el instrumento tenga la oportunidad de bloquearse, va en dirección a las manecillas del reloj (CW) a 30° . Al cabo de tres ciclos de corte el instrumento habrá dado un giro inverso de 360° .²¹ (Figura 30).²¹

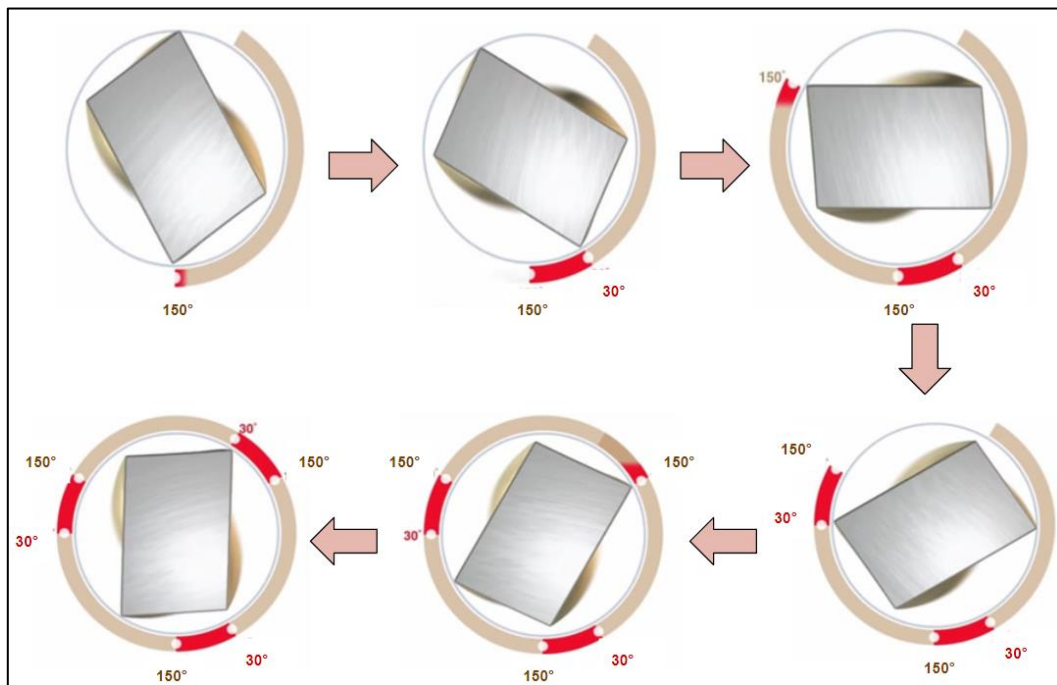


Figura 30. Vista del extremo distal de la lima hacia el mango, mostrando 3 ciclos de corte (360°) del ángulo de enganche (150°) y ángulo de desenganche (30°).

4.8. Recomendación de motores

Los motores X-SMART® Plus y X-SMART IQTM son compatibles con las limas WaveOne® Gold.¹⁹

4.9. Frecuencia de uso

Tanto las limas WaveOne® Gold Glider como las limas de conformación WaveOne® Gold son instrumentos que se venden estériles, que de acuerdo con la casa comercial Dentsply Sirona son de un solo uso; por lo tanto, no se deben reutilizar ni esterilizar en autoclave, ya que aumentaría el riesgo de contaminación cruzada o fractura del instrumento.²²

4.10. Ventajas

- ✓ Ahorro en el tiempo de esterilización.
- ✓ Menor riesgo de contaminación cruzada.
- ✓ Mayor eficacia de corte.
- ✓ Resistencia a la fatiga cíclica.
- ✓ Menor riesgo de fractura.¹⁹

4.11. Desventajas

- ✓ No deben ser utilizadas más de una vez.²²

CAPÍTULO 5. RECIPROC® BLUE

Gracias al nuevo concepto de Reciproc®, creado por el Dr. Ghassan Yared (VDW, München, Alemania) en el año 2010,²⁰ utilizando un único instrumento mecánico para la preparación del conducto radicular con movimientos reciprocantes, sin la necesidad de explorar la permeabilidad y permitiendo la optimización de los tiempos de trabajo clínico; la casa comercial VDW buscó mejorar el sistema, creando un instrumento universal con mayor resistencia a la fatiga cíclica así como una mayor flexibilidad para la mayoría de los casos, lanzando en el año 2016 el sistema Reciproc® Blue.²³

5.1. Propiedades brindadas por el tratamiento térmico

Los instrumentos Reciproc® Blue son fabricados con un alambre de Ni-Ti, el cual es sometido a un tratamiento térmico-mecánico de metalurgia azul, dándole a la lima un característico acabado azul; esto ocasiona que la estructura molecular del sistema Reciproc® Blue cambie, minimizando el riesgo de fractura del instrumento y otorgándole las siguientes ventajas en comparación con el sistema Reciproc®:

- **Fatiga cíclica:** 2.3 veces más resistente a la fatiga cíclica.
- **Flexibilidad:** 40% mayor flexibilidad.²³
- **Mejor control de memoria.**²⁰

5.2. Características de diseño

Reciproc® Blue presenta, en cuanto a diseño, características iguales a su antecesor, el sistema Reciproc®; contando con tres limas de diámetro y conicidad variable en su punta: R25, R40 y R50; las cuales pueden ser identificadas fácilmente por un código de color ISO (Figura 31),²⁴ disponibles en longitudes de trabajo de 21, 25 y 31mm. Las limas tienen un mango corto de 11mm que permite un mejor acceso a los molares.²⁴

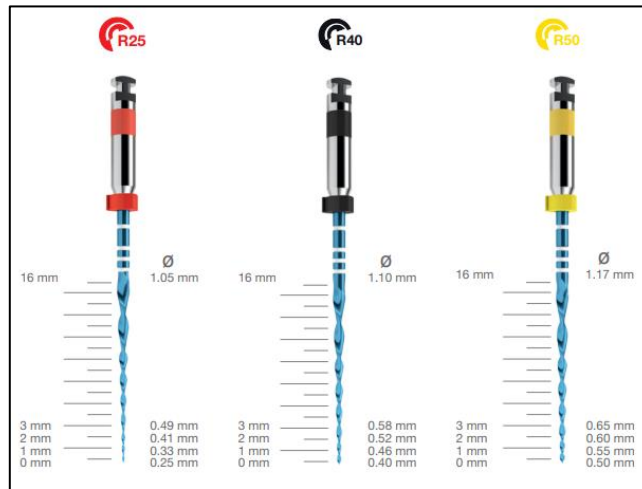


Figura 31. Limas R25 (Roja, 25.08 en su punta), R40 (Negra, 40.06 en su punta) y R50 (Amarilla, 50.05 en su punta).

Cada una de las tres limas presenta una conicidad regresiva, en donde los primeros 3mm del instrumento se mantiene con una conicidad fija, disminuyendo a partir de este punto el porcentaje sobre el resto de la parte activa, evitando la remoción innecesaria de dentina.²⁴ (Figura 32).²⁶



Figura 32. Conicidad regresiva de una lima R25 (Roja, 25.08) del sistema Reciproc®, disminuyendo desde la punta hacia el mango.

La sección transversal de Reciproc® Blue tiene la forma de **S** con un núcleo pequeño y dos puntos de corte, haciendo que la lima sea más flexible y eficaz al mismo tiempo, ya que sigue la forma del conducto removiendo eficientemente la dentina.²⁶ (Figura 33).²⁶ Su punta no cortante permite que el tratamiento sea suave estando cerca del ápice.²⁴ (Figura 34).²⁴

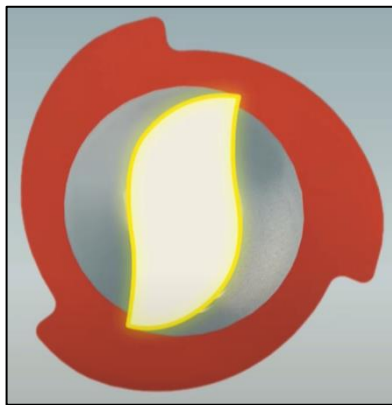


Figura 33. Sección transversal en forma de **S**.

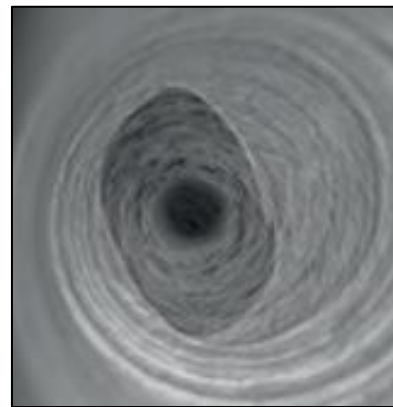


Figura 34. Punta no cortante.

5.3. Presentación comercial

- ✓ **Limas Reciproc® Blue:** vienen en blísteres con 4 o 6 limas del mismo tamaño (R25, R40 o R50) o bien en un blíster surtido con los tres tamaños disponibles (2 limas R25, 1 lima R40 y 1 lima R50). (Figura 35).²⁵
- ✓ **Puntas de papel:** caja con 180 puntas de papel, correspondientes a los tamaños del instrumento R25, R40 y R50. (Figura 35).²⁵
- ✓ **Puntas de gutapercha:** caja con 60 puntas de gutapercha de tamaños equivalentes a las tres limas. (Figura 35).²⁵
- ✓ **GUTTAFUSION®:** vienen en un blíster con 6 obturadores o bien en una caja con 30 obturadores, disponibles en los tamaños R25, R40 y R50.²⁴ (Figura 35).²⁵



Figura 35. Familia de productos Reciproc® Blue de la casa comercial VDW.

5.4. Indicaciones

- Tratamiento de conductos, limpieza y conformación del conducto radicular.
- Retratamiento de conductos.²⁴

5.5. Contraindicaciones

- No utilizar Reciproc® Blue si el conducto radicular tiene una curvatura abrupta en la sección apical.²⁴

5.6. Secuencia de uso

- 1) Tomar una radiografía preoperatoria para determinar la longitud de trabajo aparente.
- 2) Realizar un acceso coronal y radicular en línea recta.
- 3) Explorar y verificar la permeabilidad del conducto en toda su longitud con una lima K de calibre 10 en presencia de un agente quelante como el EDTA.²⁰
- 4) Seleccionar el instrumento correcto:
 - R25: para conductos estrechos que son parcial o completamente invisibles radiográficamente.²⁴ (Figura 36).²⁴
 - R40: para conductos medios que son completamente visibles radiográficamente y en donde una lima manual K de calibre 20 pasa pasivamente a la longitud de trabajo aparente.²⁴ (Figura 37).²⁰
 - R50: para conductos anchos que son completamente visibles radiográficamente y en donde una lima manual K de calibre 30 pasa pasivamente a la longitud de trabajo aparente.²⁴ (Figura 38).²⁴



Figura 36. Conducto visiblemente estrecho, trabajado con una lima R25.



Figura 37. Conducto medio, trabajado con una lima R40.



Figura 38. Conducto ancho, claramente visible desde la cavidad de acceso hasta el ápice, trabajado con una lima R50.

- 5) Colocar el tope de silicón en la lima seleccionada a $2/3$ de la longitud de trabajo aparente.
- 6) Colocar irrigante en la entrada del conducto.

- 7) Introducir en el conducto la lima seleccionada.
- 8) Lentamente se hacen movimientos de picoteo (Un movimiento de entrada y salida = 1 picoteo) hacia adentro y hacia afuera del conducto sin sacar por completo la lima, siempre aplicando una presión muy ligera sin exceder de 3-4mm.
- 9) Después de 3 picoteos se retira y limpia el instrumento para después irrigar el conducto.
- 10) Recapitular con una lima K calibre 10 para verificar la permeabilidad del conducto a 2/3 de la longitud de trabajo aparente y volver a irrigar.
- 11) Se repite el procedimiento hasta alcanzar los 2/3 de la longitud de trabajo aparente.
- 12) Comprobar que el resto del conducto esté libre con ayuda de una lima C-Pilot o una lima K calibre 10 y así determinar la longitud de trabajo real con ayuda del localizador de conductos.
- 13) Cambiar al instrumento Reciproc® Blue seleccionado al inicio del tratamiento hasta alcanzar toda la longitud del tercio apical.
- 14) Finalizar con el protocolo de desinfección final.²⁵ (Figura 39).²⁴

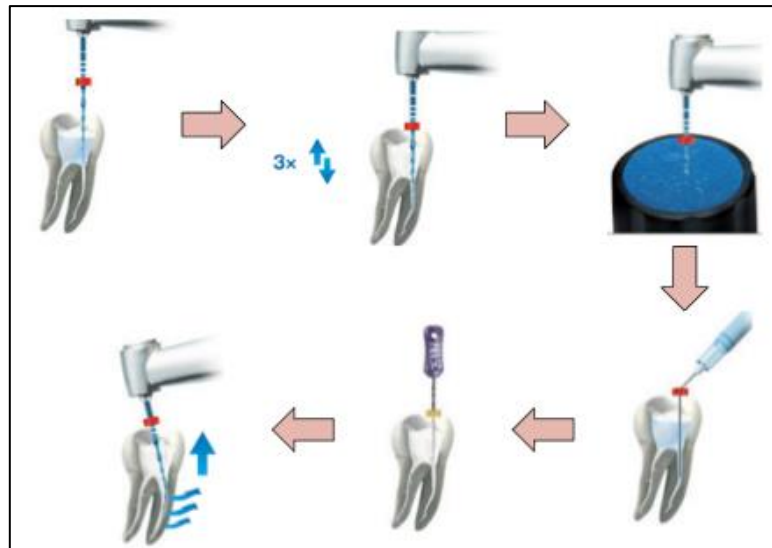


Figura 39. Secuencia de uso del sistema Reciproc® Blue.

5.7. Movimiento recíprocante

El sistema Reciproc® Blue está basado en el concepto de “fuerzas balanceadas”; es decir, trabaja con movimientos de rotación en sentido horario y antihorario. El primer movimiento del instrumento es hacia la dirección de corte, este movimiento se invierte para liberar el instrumento, haciendo que el ángulo en la dirección de corte sea mayor que el ángulo en la dirección inversa provocando que el instrumento avance continuamente hacia el ápice.²⁴

Se necesita de tres movimientos (sentido horario y antihorario) para una rotación completa de 360°.²⁴ (Figura 40).²⁴

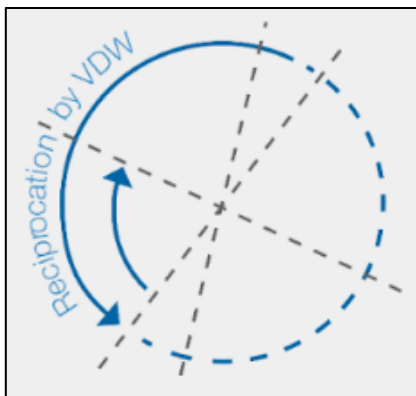


Figura 40. Representación de un movimiento recíprocante (sentido horario y antihorario) del sistema Reciproc® Blue.

5.8. Recomendación de motores

Los motores VDW.CONNECT Drive®, VDW.GOLD®RECIPROC® y VDW.SILVER®RECIPROC® son compatibles con las limas Reciproc Blue. En general todos los motores VDW son totalmente compatibles con el sistema.²⁴

5.9. Frecuencia de uso

Las limas de conformación Reciproc® Blue son instrumentos que se venden estériles, por lo que están diseñadas para un único uso en un molar como máximo; por lo tanto, no se deben reutilizar ni esterilizar en autoclave ya que el mango se expande; de esta manera la lima no puede volver a ser ajustada en el contra ángulo, impidiendo su reutilización para evitar la fatiga del instrumento, así como el riesgo de contaminación cruzada entre pacientes.²⁰

5.10. Ventajas

- ✓ No es necesario crear una vía de permeabilidad.
- ✓ Ahorro de tiempo.
- ✓ Se reduce el riesgo de contaminación cruzada entre pacientes.
- ✓ No es necesario cambiar los instrumentos en el contra ángulo durante la preparación.
- ✓ Se reduce el riesgo de fractura del instrumento.²⁴

5.11. Desventajas

- ✓ Uso único en un tratamiento de conductos.
- ✓ Se deben utilizar motores específicos.²⁴

CAPÍTULO 6. COMPARACIÓN ENTRE WAVEONE® GOLD Y RECIPROC® BLUE

En el artículo “*La eficacia de tres sistemas rotatorios (Reciproc Blue, WaveOne Gold y AF Blue R3) en la preparación de conductos radiculares altamente curvos simulados: un estudio in vitro*”, el autor AL-labed H. et al²⁸ realizan una **comparación del tiempo de preparación y la centralidad del conducto** de tres sistemas rotatorios con 45 conductos simulados de gran curvatura apical. En el **caso de la centralidad general del conducto**, Reciproc® Blue y WaveOne® Gold no mostraron alguna diferencia significativa; sin embargo, en el área del tercio coronal el sistema WaveOne® Gold arrojó mejores valores, seguido del sistema Reciproc® Blue. En el **tiempo de preparación**, el sistema WaveOne® Gold requirió un tiempo de preparación más corto en comparación con Reciproc® Blue.²⁸

La autora Prados M. et al²⁹, en su artículo “*Análisis de elementos finitos que compara las respuestas de WaveOne, WaveOne Gold, Reciproc y Reciproc Blue con pruebas de flexión y torsión*”, realizan una comparación entre cuatro sistemas reciprocantes, para analizar la **resistencia a la flexión y torsión** mediante modelos tridimensionales. Los resultados arrojaron que WaveOne® Gold es un 86% más **flexible** en comparación con su sistema estándar, mientras que Reciproc® Blue es un 42.31% más **flexible** que su respectivo sistema estándar. Al comparar WaveOne® Gold con Reciproc® Blue, WaveOne® Gold demostró tener mejor comportamiento clínico que Reciproc® Blue.²⁹

Por otro lado, en el artículo “*Evaluación comparativa de la capacidad de modelado de Reciproc Blue, WaveOne Gold y ProTaper Gold en conductos radiculares simulados*”, el autor Orel L. et al³⁰ hacen un estudio en 36 cubos de acrílico con conductos radiculares curvos para practica de endodoncia, donde

comparan 3 sistemas recíprocos para evaluar la **eficiencia de modelado** de cada sistema. En general WaveOne® Gold demostró tener una mejor **capacidad de centrado** de sus instrumentos en comparación con Reciproc® Blue; ya que Reciproc® Blue eliminó una menor cantidad de resina de la pared interna de los conductos radiculares simulados; mientras que la pared externa se agrandó más usando Reciproc® Blue en comparación con WaveOne® Gold.³⁰

Finalmente, en el artículo *“Comportamiento mecánico de los nuevos instrumentos de endodoncia”*, el autor Lugo C. et al³¹ hacen una recopilación bibliográfica de diferentes sistemas mecanizados, donde mencionan sus características generales y hacen una comparación entre ellos; llegando a la conclusión de que el sistema Reciproc® Blue tiene una mejor **resistencia a la fatiga cíclica** que los instrumentos WaveOne® Gold.³¹

DISCUSIÓN

En el año 2014, Peters O. et al¹⁴ comentan que todos los sistemas de limas (manuales y mecanizadas) tienen puntos fuertes y puntos débiles, los cuales el clínico siempre debe tener en cuenta. A su vez, hacen mención de que la instrumentación no puede proporcionar suficiente desinfección de los conductos radiculares, por lo que se necesitan irrigantes para eliminar los microorganismos, disolver tejido, eliminar barrillo dentinario, etc.

Tabassum S. et al¹⁴ en el año 2019, mencionan que, gracias a los tratamientos térmicos empleados en la fabricación de instrumentos mecanizados, se ha logrado que las limas con fase austenita tengan propiedades superelásticas, recomendadas para conductos rectos o levemente curvos; mientras que los instrumentos con fase martensita poseen gran flexibilidad y mayor resistencia a la fatiga cíclica, recomendadas en la preparación de conductos con curvaturas complejas.

En el año 2018, Galvani G. et al¹² afirman que la incorporación del movimiento reciprocante durante la preparación de conductos reduce el riesgo de separación de instrumentos; sin embargo, durante dicha preparación existe un porcentaje considerable de que algunas áreas de las paredes del conducto radicular nunca sean tocadas.

El autor AL-labed H. et al²⁸ en el año 2022 nos dicen que la centralidad de WaveOne® Gold y Reciproc® Blue está dada por su sección transversal, en forma de paralelogramo y S respectivamente; provocando que la lima permanezca centrada dentro del eje longitudinal de la raíz, distribuyendo la tensión por toda la curvatura del conducto permitiendo un corte uniforme.

En el año 2018, Lugo C. et al³¹ comentan que los grados del movimiento recíprocante que realiza WaveOne® Gold y Reciproc® Blue, así como la velocidad influyen en la resistencia a la fatiga cíclica; lo que hace pensar que Reciproc® Blue tiene mejores resultados por alcanzar 2875.89 ciclos de trabajo hasta la fractura de las limas.

CONCLUSIÓN

Con la investigación realizada en este trabajo puedo concluir que en los últimos años hay una tendencia en la fabricación de limas con aleación Ni-Ti sometidas a tratamientos térmicos y accionadas de forma mecánica. Los diferentes tratamientos térmicos de los sistemas WaveOne® Gold y Reciproc® Blue les confieren mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica dando mayor seguridad clínica. En el caso de Reciproc® Blue, tiene mejor control en su memoria de forma.

Tanto WaveOne® Gold y Reciproc® Blue utilizan un movimiento reciprocante, esto ayuda a reducir considerablemente el riesgo de separación de los instrumentos; sin embargo, una gran desventaja para ambos sistemas es la limitación en su uso, ya que los fabricantes indican un sólo uso para cada sistema.

Ambos sistemas son fáciles de utilizar, siempre y cuando se cuente con un estudio y práctica previos y aunque el fabricante sugiere que en la mayoría de los casos se requiere de una lima única para conformar el conducto sin necesidad de cambiar a un instrumento de conicidad mayor, esto no es factible; ya que a nivel radicular hay diversas variaciones anatómicas; por lo tanto, independientemente del sistema a utilizar, la limpieza y conformación de un conducto radicular van siempre de la mano con el uso de irrigantes y diversos instrumentos que nos ayuden a disminuir la carga bacteriana, principalmente de la porción apical.

Por último, hay que tener presente que, dentro del área de endodoncia, especialmente en el área de instrumentación de los conductos radiculares, siempre habrá cambios constantes en el desarrollo de nuevos instrumentos con aleaciones tratadas de diversas formas; por lo tanto, el clínico tiene la

responsabilidad de conocer y comprender cada una de las características que ofrecen los sistemas que desee utilizar en su práctica clínica para brindar eficiencia y seguridad durante la instrumentación en endodoncia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. Vías de la Pulpa. [Internet]. España: Elsevier; 2014 [Consultado el 14 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unam/reader.action?docID=1722929>
2. Lima L. Endodoncia: ciencia y tecnología [Internet]. Colombia: Amolca; 2016 [Consultado el 8 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://ebooks-amolca-com.pbidi.unam.mx:2443/reader/endodoncia-ciencia-y-tecnologia?location=110>
3. Alamy. Reloj con muelle de resorte, aislado en blanco [Internet]. London: Alamy Ltd; 2022 [Consultado el 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.alamy.es/foto-reloj-con-muelle-de-resorte-aislado-en-blanco-85806591.html>
4. Jordan L, Bronnec F, Machtou P. Endodontic Instruments and Canal Preparation Techniques. In Endodontic Materials in Clinical Practice [Internet]. USA: Wiley Online Library; 2021 [Consultado el 3 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/epdf/10.1002/9781119513568.ch4>
5. Canalda C, Brau E. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. 4ª edición. España: Elsevier; 2019.
6. Bonaccorso A, Tripi TR. Manual de endodoncia [Internet]. Caracas, Venezuela: Berutti E; 2017 [Consultado el 14 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://ebooks-amolca->

com.pbidi.unam.mx:2443/reader/berutti-manual-de-endodoncia-1589567614?location=3

7. Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. Intl Dent Af Ed [Internet] 2016 [Consultado el 15 de octubre de 2022];6(3):6-17. Disponible en:
http://www.moderndentistrymedia.com/june_july2016/webber.pdf
8. Sousa BC, Castelo RMT. Uso dos sistemas reciprocantes ReciproC® e WaveOne® em Endodontia: revisão de literatura. Dental Press Endod [Internet] 2017 [Consultado el 14 de octubre de 2022];7(1):50-9. Disponible en: <https://eds-s-ebscobhost-com.pbidi.unam.mx:2443/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=48397e29-e5e4-4244-9c59-d54135fc703e%40redis>
9. Rivas R. Unidad 4. Instrumental especializado en endodoncia [Internet]. México: FES IZTACALA; 2021 [Consultado el 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas4Instrumentos/5.8ro_taquantec.html
10. Distrito dental. Limas Reciprocante ReciproC VDW [Internet]. México: Distrito dental; 2020 [Consultado el 6 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://distrito-dental.com.mx/product/limas-reciprocante-recipro-c-vdw/>
11. Medical Expo. Lima endodóntica reciprocante WAVEONE® [Internet]. México: Medical Expo; 2022 [Consultado el 6 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.medicalexpo.es/prod/dentsply-maillefer/product-72098-464714.html>

12. Galvani G, Santos M, Caldeira C, Machado M, Freire, Iglecias E, Peters O, Candeiro G. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. Braz. Oral Res. [Internet] 2018 [Consultado el 14 de noviembre de 2022];32(1):44-65. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/DDVdbgHDPwFkn5QQLWZVk7y/?format=pdf&lang=en>
13. Dablanca A, Castelo P, Miguéns R, Álvarez P, Martín B. Endodontic Rotary Files, What Should an Endodontist Know?. Medicina [Internet] 2022 [Consultado el 18 de noviembre de 2022];58(6):719-731. Disponible en: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC9230915/pdf/medicina-58-00719.pdf>
14. Tabassum S, Zafar K, Umer F. Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New?. Eur Endod J. [Internet] 2019 [Consultado el 14 de noviembre de 2022];4(3):111-117. Disponible en: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC7006588/pdf/EEJ-4-111.pdf>
15. JJSE. Orientaciones para las practicas preclínica y clínicas de endodoncia [Internet].: JJSE; 2021 [Consultado el 8 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://personal.us.es/segurajj/documentos/PTD-III/Cuaderno%20de%20Practicas%20-%20PTD-III.pdf>
16. ATRIA Innovation. ¿Qué son los materiales con memoria de forma? [Internet]. España: ATRIA Innovation; 2020 [Consultado el 23 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.atriainnovation.com/que-son-los-materiales-con-memoria-de-forma/>

17. Wai C, Gulati K, Peters O. Advancing Nitinol: From heat treatment to surface functionalization for nickel–titanium (NiTi) instruments in endodontics. *Bioact Mater.* [Internet] 2022 [Consultado el 18 de noviembre de 2022];22(1):91-111. Disponible en: <https://www.ncbi-nlm.nih.gov/pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC9520078/pdf/main.pdf>
18. Medical Expo. Lima endodóntica rotativa PATHFILE® [Internet]. México: Medical Expo; 2022 [Consultado el 18 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.medicalexpo.es/prod/dentsply-maillefer/product-72098-464708.html>
19. Dentsply Sirona. WaveOne® Gold. Surf the canal with confidence [Internet] España: Dentsply Sirona España; 2018 [Consultado el 16 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/endodontics/ROW-WaveOne-Gold-Brochure-Digital-EN-0418.pdf>
20. Steinfort K. WaveOne® Gold: La nueva apuesta de Dentsply Sirona. Canal Abierto / SECH [Internet] 2017 [Consultado el 16 de octubre de 2022];(35):4-11. Disponible en: <https://www.socendochile.cl/upfiles/revistas/35.pdf>
21. Dentsply Sirona Endodontics. Endodontic Canal Preparation with Dr. Ruddle [Internet] US, CA: Dentsply Sirona US; 2017 [Consultado el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=eRVJIJ4r8-0&t=1052s>

22. Dentsply Sirona. WaveOne® Gold System [Internet] España: Dentsply Sirona España; 2017 [Consultado el 16 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://assets.dentsplysirona.com/dentsply/web/Endodontics/global-page-templates-assets/download-pdf%27s/waveonegold/WaveOne%20Gold%20ROW%20DFU%20EN.pdf>
23. VDW. The RECIPROC® story [Internet] Alemania: VDW GmbH; 2016 [Consultado el 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-family/VDW-Dental-Reciproc-Family-Product-card-EN.pdf>
24. VDW. RECIPROC® blue. User guide [Internet] Alemania: VDW GmbH; 2016 [Consultado el 21 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf>
25. Yared G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. Giornale Italiano di Endodonzia [Internet] 2017 [Consultado el 20 de octubre de 2022];31(2):96-101. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gien.2017.09.003>.
26. VDW Dental. VDW Dental · RECIPROC 3/5 - El diseño del instrumento y el flujo de trabajo en un modelo 3D (ES) [Internet] Alemania: VDW GmbH; 2013 [Consultado el 25 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=6Dw4TUNHL1k&t=194s>

27. Rivas R. Unidad 1. Introducción al Estudio de la Endodoncia [Internet]. México: FES IZTACALA; 2021 [Consultado el 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas1Introduccion/2.7empirismoXIX.html>
28. Al-Labed H, Layous K, Alzoubi H. The efficacy of three rotary systems (Reciproc Blue, WaveOne Gold, and AF Blue R3) in preparing simulated, highly curved root canals: an in vitro study. Cureus. [Internet] 2022 [Consultado el 14 de diciembre de 2022];14(10):1-11. Disponible en: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC9650934/>
29. Prados M, Rojo R, Ivorra C, Prados JC. Finite element analysis comparing WaveOne, WaveOne Gold, Reciproc and Reciproc Blue responses with bending and torsion tests. JMBBM. [Internet] 2019 [Consultado el 14 de diciembre de 2022]; 90(1):165-172. Disponible en: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.jmbbm.2018.10.016>
30. Orel L, Velea O, Sinescu C, Duma V, Nica L, Horhat R, Chirila R, Tudor A, Vulc D, Negrutiu M. Comparative assessment of the shaping ability of Reciproc Blue, WaveOne Gold, and ProTaper Gold in simulated root canals. Materials. [Internet] 2022 [Consultado el 14 de diciembre de 2022]; 15(9):1-12. Disponible en: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC9102275/pdf/materials-15-03028.pdf>

31. Lugo C, Galiana M, Montiel N, Gualdoni G. Comportamiento mecánico de los nuevos instrumentos de endodoncia. Rev.FO UNNE [Internet] 2019 [Consultado el 14 de diciembre de 2022];12(1):24-31. Disponible en:https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/48824/RIUNNE_FODO_AR_Lugo_de_Langhe-Galiana-Montiel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. Ultradent. Cuando la Seguridad Encuentra la Eficacia en Endodoncia [Internet].: Ultradent; 2017 [Consultado el 14 de diciembre de 2022]. Disponible en:
<https://ultradentla.wordpress.com/2017/12/19/seguridad-encuentra-eficacia-en-endodoncia/>