



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

HISTORIA DE LOS INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO  
EN ENDODONCIA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

**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:

CLAUDIA PAMELA TREVILLA PEÑA

TUTORA: Esp. MÓNICA CRUZ MORÁN

ASESOR: Esp. MARIO GUADALUPE OLIVERA EROSA



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.

---

## DEDICATORIAS

*A mis padres Claudia Peña Calderón y Hector Gerardo Trevilla Ordaz, por ser mi máximo ejemplo a seguir, por creer en mí, brindarme su amor y apoyo incondicional.*

*A mis abuelos por estar a mi lado apoyándome en todo momento, los amo.*

*A mis hermanos Kimberly, Alan, Ander y primos por que siempre me inspiraron a seguir adelante (en especial a Edgar).*

*A toda la familia Trevilla Peña, por su apoyo, cariño y confianza, en especial a mis tíos Laura y Mario.*

*A Omar y a mis amigos por acompañarme y animarme en cada momento.*

## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Odontología.*

*A los Doctores Mónica Cruz Morán y Mario Guadalupe Olivera Erosa, a los cuales les tengo gran admiración, por brindarme su interés y apoyo durante el seminario de titulación y la realización de esta tesina.*

*Al personal laboral de la institución HOPE WORLDWIDE MEXICO, I.A.P., por motivar mi desarrollo profesional y ser un ejemplo a seguir; en especial al área odontológica (Rocío López, Nancy Lezama, Brenda De La Cruz, Pedro Tapia y Guadalupe Herrera).*

*A la doctora Silvia Guzmán por el apoyo.*

*A mis compañeras y amigas de la Facultad de Odontología, Fabiola, Laura, Karina, Liliana, Mariana.*

## ÍNDICE

Introducción.....	6
Antecedentes.....	8
Objetivo.....	13
Propósito.....	13
Propiedades de la Aleación Níquel- Titanio.....	14
Fabricación-Manufactura de las limas Níquel-Titanio.....	17
Limas manuales de Níquel-Titanio.....	20
• Limas NITI tipo S.....	20
• Ensanchadores NITI K.....	21
• Limas NITI tipo K.....	21
• Limas NITI tipo H.....	21
• Limas Nitiflex.....	22
• Limas Shaping Hedström.....	23
• Limas GT.....	24
• Limas Protaper manuales.....	25
Limas Níquel-Titanio accionadas con motor.....	27
• Características.....	27

---

Sistemas Rotatorios.....	31
• Sistema NiTi-TEE.....	31
• Sistema LIGHTSPEED.....	32
• Sistema PROFILE.....	33
• Sistema GT.....	35
• Sistema QUANTEC.....	36
• Sistema POW-R.....	38
• Sistema RaCe.....	38
• Sistema FLEX MASTER.....	39
• Sistema K3.....	40
• Sistema PROTAPER UNIVERSAL.....	41
• Sistema HERO 642.....	44
• Sistema MFile.....	45
• Sistema M-Two.....	45
• Sistema LIBERATOR.....	47
• Aleación M-Wire.....	48
• Sistema RECIPROC.....	48
• Sistema Wave One.....	50
Conclusión.....	52
Discusión.....	53
Bibliografía.....	54

## HISTORIA DE LOS INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO EN ODONTOLOGÍA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### INTRODUCCIÓN.

En la actualidad las limas fabricadas con la aleación Níquel-Titanio ya sean de tipo manual o accionadas por un sistema rotatorio, permiten al cirujano dentista principalmente al endodoncista, realizar una preparación de los conductos radiculares de manera más fácil y en un menor tiempo, esto es gracias a las propiedades que nos ofrece esta aleación como lo son la memoria de forma y su superelasticidad.

La fabricación de limas con diversas aleaciones ha buscado facilitar el trabajo del cirujano dentista en especial al endodoncista, por lo cual estas han ido evolucionando, mejorando sus propiedades y cualidades. Para lograr esto, ha sido necesario cambiar su diseño y los metales empleados para su fabricación.

Inicialmente las limas fueron fabricadas con aleaciones de Acero Carbono y Acero Inoxidable; los instrumentos fabricados con Acero Carbono tienen la cualidad de proporcionar un corte de la dentina durante la preparación de conductos con cierta eficacia, pero son más propensos a sufrir corrosión ya sea por la esterilización en autoclave o las soluciones que se utilizan para irrigar el conducto, por lo que se vuelven más susceptibles a fracturarse, además de que no poseen gran flexibilidad lo que impide su uso en conductos con anatomías de gran curvatura.

Para mejorar las propiedades físicas de las limas de Acero Inoxidable se realizaron modificaciones en su composición; tal es el caso del Cromo que forma una capa fina impermeable de óxido de Cromo para evitar que este se siga oxidando y perdiendo sus propiedades físicas o la utilización el Níquel con Manganeso (como estabilizadores de las aleaciones) o el Silicio y el Molibdeno (como materiales que le proporcionan dureza); estas aleaciones aun presentan ciertas deficiencias como la deformación del instrumento, falta de una amplia flexibilidad y resistencia a la fractura, estas fueron las razones principales por las cuales se busco crear una aleación que perfeccionara o

mejorara estas deficiencias; debido a estas deficiencias se buscó una aleación que mejorara estos aspectos, es así como se introduce la utilización del Níquel-Titanio en la fabricación de instrumentos de endodoncia.

La aleación Níquel-Titanio también es llamada Nitinol o Nitinol 55, debido a que fue desarrollada en el Laboratorio de Artillería Naval en Withe Oak Maryland (Ni-Ti Naval Ordnance Laboratory por W. F. Buehler, 1958) y posee de 55-60% Níquel, 40-45% Titanio, esta aleación presenta una gran propiedad antimagnética y antioxidante. Posteriormente el auge del Níquel-Titanio se da en la década de los sesentas, al ser utilizado por la NASA, para la fabricación de antenas, naves y satélites espaciales.

En un comienzo el Níquel-Titanio fue introducido en el campo de la Odontología en ortodoncia por poseer las siguientes cualidades: amplia flexibilidad, ser biocompatible y tener memoria de forma; al ver estas excelentes propiedades también se busco la forma de emplear esta aleación en el campo de la endodoncia.

Los instrumentos endodónticos fabricados con la aleación Níquel-Titanio debido a su gran flexibilidad, permiten una mejor y adecuada preparación de los conductos radiculares, disminuyendo el tiempo y el esfuerzo requerido por el cirujano dentista en comparación con los instrumentos de Acero Inoxidable.

Esta nueva generación de limas endodónticas también poseen otras propiedades como son la memoria de forma y superelasticidad, estas propiedades son las que le permiten volver a su forma inicial después de una deformación, a diferencia de lo que ocurre con otras aleaciones como el Acero Inoxidable, que se deforma de manera permanente.

## ANTECEDENTES.

En el año de 1958 William J. Buehler (Fig.1), un ingeniero-químico-metalúrgico de la Artillería Naval se encontraba investigando una serie de aleaciones formadas principalmente con Aluminio, Hierro y otros metales<sup>3</sup>; él quería desarrollar una aleación metálica que soportara altas temperaturas para la fabricación de misiles para la marina.<sup>4</sup>



(Fig.1)

Después de investigar aleaciones completamente metálicas, decide enfocar su investigación en las aleaciones metálicas que forman fases intermedias (intermetales), ya que estas tienen un punto de fusión alto. Escogió 12 tipos de aleaciones diferentes y las sometió a diversas pruebas de fragilidad y resistencia, aquí observó que la aleación Níquel-Titanio fue la más resistente.<sup>4</sup>

Entre el año 1960 –1961 Buehler usaba en sus demostraciones un alambre largo y delgado (0.010 pulgadas de espesor) de Nitinol para mostrar su propiedad de ser resistente a la fatiga. Para ejemplificar esta propiedad, doblaba el alambre en pliegues de corta longitud, formando una especie de acordeón metálico. El alambre es estirado y comprimido varias veces a temperatura ambiente sin romperse, demostrando así ser una aleación

resistente a la fatiga. En el año de 1961 Buehler tenía que asistir a una reunión de gestión en el laboratorio, para revisión de sus programas en curso, pero no pudo asistir, por lo que envió a su asistente C. Wiley para ser la encargada de presentar sus trabajos. Dentro de la reunión Wiley usó el alambre de Nitinol para ejemplificar su propiedad resistente a la fatiga, este alambre se pasó alrededor de la mesa de conferencias y fue flexionada repetidamente por todos los presentes. Fue cuando llegó a manos de uno de los Asociados Directores Técnicos, el Dr. David S. Muzzey, quien era fumador de pipa, al ponerse en contacto el alambre con el calor de la pipa este se extendió longitudinalmente; es en este momento cuando se descubre la propiedad de “memoria mecánica”. Este fue el descubrimiento que le dio mayor importancia al Nitinol, aunque no se hizo en el Laboratorio Metalúrgico de Buehler, esta fue la propiedad que más dio fama e importancia al Nitinol.<sup>3</sup>

Cuando fue descubierta la aleación Níquel-Titanio, se dieron a conocer dos composiciones de Nitinol: el Nitinol-55 (de 50% de su peso en níquel) llamado “la aleación de memoria de forma” y el Nitinol-60 (por tener 60% de su peso en níquel) una aleación no magnética.

Con el paso del tiempo la propiedad del Nitinol de memoria de forma se consideró más importante que sus valores numéricos por lo que generalmente en la actualidad solo es llamado Nitinol.<sup>3</sup>

Para el año de 1962 el Dr. Federico E. Wang se unió al grupo de Buehler en el laboratorio de la Naval. Durante sus investigaciones él Dr. Wang descubrió que las aleaciones con memoria mecánica como es el Nitinol poseen características estructurales atómicas específicas, las cuales son:

Tener una forma sólida ordenada, llamada fase austenítica (también conocida como la fase de los padres), que existe en el régimen de temperatura más alta.

A una temperatura más baja, los átomos de la fase de austenita son desplazados ligeramente, a esta fase se le llama martensítica. La estructura de martensita, tiene la capacidad de sufrir deformación limitada sin romper sus enlaces atómicos. Este tipo de deformación consiste en la reorganización de los planos atómicos sin causar deformación permanente.

Lo importante de este descubrimiento es que estos cambios son reversibles; cuando la fase martensita se vuelve a austenita por el aumento de la temperatura, la estructura original de la austenita se restaura, ya sea que en la fase de martensita se le aplique una fuerza o deformación, a dicha propiedad se le conoce como propiedad de memoria de forma.<sup>3</sup>

Los primeros usos de la aleación de Níquel-Titanio dentro de la odontología fueron en el área de la ortodoncia por George Andreasen (Al que podemos observar en una foto en la Fig. 2), el observó que esta aleación poseía grandes propiedades mecánicas como un amplio rango elástico en comparación con el acero inoxidable, lo que lo llevo a diseñar los primeros alambres para ortodoncia fabricados de Níquel-Titanio.

Andreasen encontró que los alambres de Níquel-Titanio tenían una capacidad de recuperación 10 o más veces que el Acero Inoxidable. La gran tensión recuperable y su amplio módulo de elasticidad demostraron que un solo alambre de Níquel-Titanio se necesita para el enderezamiento de la mayoría de los dientes.

En 1978 Andreasen y Morrow, confirmaron las propiedades del Níquel-Titanio en su uso en ortodoncia estas incluían su elasticidad excepcional y su memoria de forma.

Algunos de los beneficios más importantes que encontraron en el Níquel-Titanio fue su construcción en forma rectangular de forma resistente lo que le permite al alambre causar una rotación simultánea, una nivelación, y movimientos de torsión en los dientes al inicio de un tratamiento de ortodoncia. También observaron algunas limitaciones en cuanto a su uso una de las principales fue el tiempo que se necesita para realizar dobleces en el alambre, además de la imposibilidad de poder soldarse. Pese a estas limitaciones Andreasen y Morrow consideraron que esta aleación represento un adelanto valioso en el campo de la ortodoncia mejorando los arcos fabricados con aceros inoxidables.<sup>5</sup> Fue así como se desarrollaron los primeros alambres de Níquel-Titanio en ortodoncia por la corporación Unitek (ahora 3M Unitek, Monrovia, CA).<sup>3,5,4</sup>



(Fig 2.)

Al revisar las observaciones hechas por Andreasen en el campo de la ortodoncia, El Dr.Harmeet Walia profesor de endodoncia de la University School of Dentistry Milwaukee, pensó que esta aleación tenía las cualidades necesarias para la fabricación de instrumentos en endodoncia ya que tenía el doble o triple de flexibilidad elástica que las limas de Acero Inoxidable, lo que le añadía la característica de ser más resistente a la fractura por torsión horaria y permitir la preparación endodóntica en conductos radiculares curvos en menor tiempo y con mayor facilidad.<sup>1</sup>

Walia utilizo los alambres de ortodoncia con gran diámetro aportados por la corporación Unitek para la fabricación del primer prototipo de limas manuales de Níquel-Titanio fabricadas de manera convencional por una máquina de corte y torsión en forma cónica. Estas lima fueron comparadas en un estudio con las limas de acero inoxidable obteniendo prometedores resultados para la Aleación de Níquel-Titanio, los resultados fueron presentados en la reunión anual de la Asociación Internacional Dental (International Association for Dental Research) en el año de 1987, donde mostraban superioridad en la preparación de conductos en comparación con las de Acero Inoxidable, al año siguiente una descripción más detallada acerca del trabajo que realizó Walia fue publicado una investigación<sup>6</sup> donde las limas de Níquel-Titanio y las de Acero inoxidable fueron sometidas a tres

pruebas mecánicas de flexión y torsión hacia la derecha e izquierda; en estas pruebas se observa que la aleación Níquel-Titanio tiene dos o tres veces mayor flexibilidad que el Acero Inoxidable, además de tener mayor resistencia a la fractura por torsión hacia la derecha y hacia la izquierda, esta resistencia a la fractura superior en las limas de Níquel Titanio se le atribuye a la ductibilidad de la aleación.<sup>1</sup>

Para el año de 1990, se comenzaron a comercializar instrumentos de Níquel Titanio. Un avance importante fue la fusión de las casas comerciales Quality Dental Products y Tulsa Dental Products (ahora Densply Tulsa Dental, Tulsa O.k), ya que diseñaron los primeros instrumentos rotatorios de Níquel Titanio. A continuación muchas casas comerciales empezaron a comercializar diversos instrumentos rotatorios fabricados con la aleación Níquel-Titanio con diferentes diseños; a raíz de esto se realizaron numerosos estudios acerca de los propiedades de esta aleación en la fabricación de instrumentos de endodoncia, tan solo para el año 2007 en PubMed se enlistan más de 350 artículos relacionados con la aleación Níquel- Titanio.<sup>1</sup>

En la actualidad las aleaciones de Níquel - Titanio usadas para la fabricación de instrumentos endodónticos como son las limas contienen aproximadamente el 56% (en peso) de Níquel y 44% de Titanio, aunque en algunos instrumentos de Níquel Titanio un pequeño porcentaje (2%) sea sustituido por cobalto.<sup>5</sup>

## OBJETIVO

Presentar un documento que ordene de manera histórica la evolución que ha tenido la aleación Níquel-Titanio para la fabricación de instrumentos odontológicos, principalmente en el área de endodoncia.

Conocer como fue descubierta la aleación Níquel-titanio y cuáles son sus aplicaciones científicas.

Estudiar la historia de los instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio; para comprender sus propiedades y características más importantes.

Impulsar a la comunidad científica odontológica a conocer la historia de los instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio para perfeccionar su uso y fabricación basándose en la evidencia histórica y científica.

## PROPÓSITO

Hoy en día se cuentan con muchos sistemas de limas rotatorias fabricadas con la aleación de Níquel- Titanio, por lo que es importante conocer su evolución, sus cualidades y propiedades, para hacer el buen uso de estos sistemas.

El propósito de esta revisión bibliográfica es conocer el cómo se fueron desarrollando las limas y sistemas fabricados con Níquel-Titanio, saber en qué año fueron lanzados al mercado y cuáles son las necesidades que pretenden satisfacer dichos sistemas.

## PROPIEDADES DE LA ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO

### ESTRUCTURA, CAPACIDAD DE MEMORIA DE FORMA Y SUPER-ELASTICIDAD.

La aleación de Níquel Titanio tiene una forma o estructura cristalina (cristales cúbicos), el cuerpo de la aleación es una red cúbica centrada a los 100°C, (la cual podemos observar en la Fig. 3) y en esta fase de la aleación es llamada fase de austenita o austenítica, cuando esta se enfría sufre cambios dramáticos en su módulo de elasticidad, rigidez, fuerza, y resistencia eléctrica resultado de los cambios en enlace, cuando se disminuye la temperatura (temperatura de transición  $- 50^{\circ}\text{C}$ ) se produce una transformación o cambio de fase, este es llamado fase de martensita o fase martensítica. Cuando ocurre este cambio de fase ocurre una reorganización de las partículas dentro de la estructura cristalina de los sólidos.<sup>2</sup>

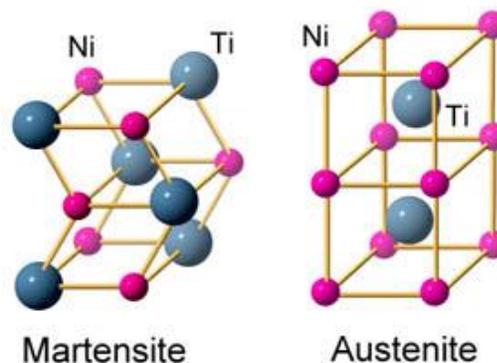
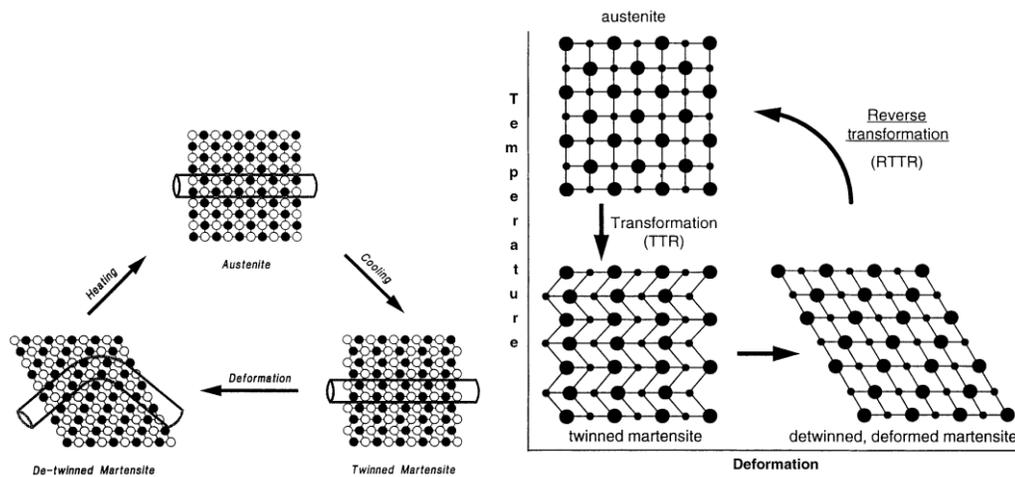


Fig 3. Estructuras de la fase austenítica y martensítica.

La fase de martensita a su vez se divide en 2 fases dependiendo su temperatura, entonces es llamada Ms a la fase de martensita en su temperatura inicial y Mf en su temperatura final, este cambio en la temperatura provoca un cambio en las propiedades físicas de la aleación originándose en esta etapa la “memoria de forma”.<sup>5</sup> Cuando la aleación es

completamente martensítica y es sometida a un aumento de temperatura, se comienza formar la fase austenítica la cual es denominada  $A_s$  (austenita en su temperatura inicial), cuando la temperatura nuevamente va disminuyendo antes de formarse la fase martensítica se conoce como  $A_f$  (austenita en su temperatura final). La transformación en ambas direcciones es instantánea.<sup>1,5,8</sup>

La transformación que surge de la fase de austenita a martensita, también es llamada fase de hijo. Esta tiene una forma estrecha y hexagonal; y es más dúctil que la austenita, además se puede deformar en varias formas, las deformaciones que se pueden originar en la fase martensita pueden ser revertidas aumentando la temperatura (a esta temperatura se le llama de transformación inversa TTR, aproximadamente 500°C). (Estos cambios los podemos observar en la Fig. 4).<sup>2, 5</sup>



(Fig 4. cambios que sufre la estructura del Nitinol, Fase Austenítica y Martensítica)

La estructura en la fase martensítica, tiene la capacidad de sufrir deformación limitada sin romper sus enlaces atómicos, a esta deformación se le llama de gemelos o hermanamiento (del término en ingles twinned), es aquí donde ocurre la reorganización de los planos atómicos sin causar una deformación permanente, de esta manera podrá soportar una tensión de 6-8%. Cuando la fase de martensita se revierte por aumento de calor, la estructura austenítica original se restaura, ya sea que en la fase de martensita se deforme o no; esto es la capacidad de memoria y se refiere a la

memoria que tiene la fase de austenita a pesar de que la aleación sea severamente deformada en una temperatura inferior.<sup>5,8</sup>

El cambio de fase martensítica a austenítica, también se puede dar por la aplicación de una tensión o aplicación de una fuerza o estrés. Es así que si se aplica una fuerza en fase de austenita en un rango determinado de temperatura se transformara en martensita, en cuanto se elimina el estrés el Níquel-Titanio vuelve a su forma original, a esta transformación se le conoce como super-elasticidad.<sup>5,8</sup>

Esto es lo que ocurre cuando se prepara un conducto radicular curvo; el aumento de tensión en la lima de Níquel-Titanio, genera calor durante la fase martensítica de la aleación llevándola a la fase austenítica de nuevo (como se menciono anteriormente estos cambios son reversibles), lo que implica que sufra cierta deformación progresiva para poder estabilizarse, a esta característica se le llama super-elasticidad, cuando la tensión es eliminada o disminuye la deformación que ha sufrido la aleación también lo hace (recuperación elástica).<sup>3,5</sup>

## FABRICACIÓN- MANUFACTURA DE LAS LIMAS NÍQUEL - TITANIO.

Como ya se mencionó anteriormente el Dr. Walia (al cual podemos observar en una foto en la Fig. 5) introdujo la aleación Níquel - Titanio en endodoncia en el año de 1988. Al principio las limas de Níquel - Titanio fueron creadas a partir de alambre usado para arcos en ortodoncia con un diámetro de 0.020 pulgadas, posteriormente para realizar las investigaciones sobre las propiedades de la aleación, Walia y colaboradores usaron una lima especialmente fabricada por desgaste y de sección circular de un calibre del #15 (Quality Dental Products, Johnson City, TN).<sup>6</sup>



(Fig 5.)

La fabricación de limas de endodoncia no se podría realizar completamente por el método de torsión debido a su superelasticidad y memoria de forma, por lo que los instrumentos se tuvieron que fabricar por el método de desgaste; esto es a partir de un asta de sección recta circular que es sometida al corte con fresas de forma helicoidal y de derecha a izquierda.<sup>7</sup>

Es mucho más compleja la fabricación de limas de Níquel - Titanio en comparación con las de acero inoxidable, la super-elasticidad de la aleación

impide que los instrumentos sean fabricados por un mecanismo de torsión, debido a que no pueden presentar una deformación permanente y al realizarse el proceso de desgaste se pueden crear irregularidades o marcas en la superficie del instrumento debido al fresado, además los bordes cortantes que quedan debido a la fabricación pueden incrementar su corrosión.<sup>5</sup>

La aleación de Níquel - Titanio, al momento de su fabricación tiene un color oscuro. Es por esto que la aleación es sometida a un proceso electrolítico superficial, antes de pasar por el proceso de desgaste, para la eliminación de impurezas que pueda contener la aleación, lo que le proporciona un color plateado similar al del Acero Inoxidable y le garantiza una mejor calidad al disminuir el efecto de corrosión, mayor biocompatibilidad y eficaz capacidad de corte.<sup>7</sup>

Las formas para producir la aleación de Níquel - Titanio son bastante complejas y costosas; en la actualidad existen varias formas para la fabricación de Níquel - Titanio, las más usadas son las siguientes:

Fundido de arco al vacío: Golpeando un arco en los componentes de la aleación (Níquel, Titanio) y refrigerado en un molde de cobre con agua. (la fusión es realizada al alto vacío).

De fusión por inducción al vacío: Mediante el uso de campos magnéticos alternos para calentar el Níquel y el Titanio en un crisol hecho generalmente de carbono al alto vacío. (Existe introducción de carbono durante este proceso)

Fusión de doble vacío: El Níquel y el Titanio son fundidos por inducción al alto vacío por arco, después se lleva a cabo una nueva fundición para mejorar la homogeneidad y estructura química de la aleación (se requiere refundir varias veces la aleación para que esta tenga un mínimo de contaminantes en su conformación final): los lingotes son el resultado de este proceso se trabajaran en caliente y frío para alcanzar las formas y tamaños necesarios de cada producto.<sup>5</sup>

La composición de la aleación También es un tema importante para el proceso de fabricación parece ser que el 55- Nitinol es procesado con mayor facilidad que el 60-Nitinol.<sup>5</sup>

Una vez lista la aleación, esta se someterá a varios procesos antes de transformarse en una lima; esa aleación será forjada en una prensa de forma cilíndrica, posteriormente se crea un alambre al pasar por unos rodillos mediante un proceso rotativo a presión, el cable es enrollado de forma cónica.<sup>5</sup>

## LIMAS MANUALES DE NÍQUEL-TITANIO.

El objetivo de la preparación del conducto radicular es poder lograr una conformación progresivamente cónica hacia apical, que logre facilitar la limpieza del sistema de conductos radiculares, evitando generar bloqueos, escalones, transportes o la fractura de los instrumentos, para así finalmente poderlo obturar y es el propósito que esperan cumplir las limas fabricadas con Níquel-Titanio.

En el año de 1816 el técnico dental sueco John Sjöding fundó la compañía Sendoline, el se dio cuenta de la necesidad de desarrollar limas endodónticas que aportaran mayor flexibilidad, confort y que permitieran realizar la preparación de los conductos radiculares de forma más sencilla, es por esto que se dio a la tarea de crear nuevas limas con diferentes diseños y la utilización de diferentes aleaciones como lo es el Níquel-Titanio.<sup>25</sup>

Debido a estas razones en el año 1990 la casa comercial Sendoline lanzó al mercado sus primeras limas manuales de Níquel-Titanio, garantizando mayor flexibilidad, seguridad al momento de preparar y durabilidad; con los siguientes diseños<sup>25</sup>:

Limas NITI tipo S®: La lima universal, se ilustra en la Fig 6. Tiene un diseño cilíndrico en su centro, lo que le proporciona una buena flexibilidad y excelente remoción de los residuos dentinarios, además posee un doble filo en su hoja que le confiere una eficacia cortante. La punta de estas limas es recta no-cortante lo que le garantiza más seguridad durante la instrumentación. Están disponibles en tamaños (ISO): 15-80; con longitudes de 21, 25, 28 y 31mm.<sup>25</sup>



(Fig 6.)

Ensanchadores NITI K; podemos ver su diseño en la Fig 7. Este instrumento tiene un diseño espiral de filos cortantes, lo que lo convierte en un instrumento excelente para la eliminación de residuos dentinarios. Posee un ángulo en su punta de 60°. Se encuentran disponibles en tamaños (ISO): 15-80, con longitudes de 21, 25, 28 y 31mm.<sup>25</sup>



(Fig 7.)

Limas NITI tipo K; se muestran en la Fig 8. Tienen un diseño con espirales cerradas con cuatro filos cortantes, con punta de 60°. Se caracterizan por tener excelente flexibilidad y eficaz corte. Se encuentran disponibles en tamaños (ISO) 15-80, en longitudes de 21, 25, 28 y 31mm.<sup>25</sup>



(Fig 8.)

Limas NITI tipo H; ilustrada en la Fig 9. Estas limas son similares a las limas Hedström de acero inoxidable diseñadas por el dentista sueco Gustav Hedström en la década de los cuarentas poseen un filo cortante con un ángulo de 90°, con un diseño de estrías cortantes en forma de cono, que aumentan en profundidad y longitud desde la punta hasta el mango. Tienen un diseño cilíndrico que les confiere mayor flexibilidad. Se encuentran disponibles en tamaños (ISO) 15-80, en longitudes de 21, 25, 28 y 31mm.<sup>25</sup>



(Fig 9.)

## Limas Nitiflex

Después de la aparición de la aparición de la Aleación Níquel-Titanio, la casa comercial Dentsply Maillefer busco crear una nueva generación de limas que basadas en esta aleación, esto permitiría al endodoncista realizar la preparación de los conductos radiculares muy curvos de forma más segura y eficaz; es así como se crearon las limas Nitiflex.<sup>24</sup>

Las limas Nitiflex (Fig. 10) fueron comercializadas en el año de 1994;<sup>22</sup> y gracias a que están compuestas por la aleación Níquel-titanio poseen las siguientes características:

- Permiten que los instrumentos sigan fielmente la curvatura del conducto.
- Igual flexibilidad para una lima fina (N° 20), que para una gruesa (N° 60).
- No cambiar la sensibilidad al tacto del odontólogo, independientemente que se pase a limas con diámetros superiores.
- Debido a su gran flexibilidad y propiedades no es posible ni necesario precurvar estas limas.
- Evitar riesgo de sobreinstrumentación o deformación de la curvatura natural del conducto.

Además las limas Nitiflex poseen una punta inactiva lo que le proporciona mayor seguridad al evitar producir vías falsas en el trascurso del conducto y un formato triangular modificado, esta sección varía dependiendo del calibre del instrumento para mantener una constante flexibilidad y capacidad torsional; es por esto que los instrumentos de menor calibre poseen un núcleo cuadrangular con bordes convexos, aumentando su masa metálica y su capacidad torsional; en cambio las limas con mayor calibre poseen más masa metálica y son más ligeramente más rígidas, estas tienen un formato triangular con bordes cóncavos para aumentar su flexibilidad.<sup>7,24</sup>

Estas limas están disponibles en longitudes de 21 y 25mm; son fabricadas por torsión (serie ISO ), del 0.6 al 140. y calibres del 15 al 60.<sup>7,24</sup>



(Fig. 10)

#### Limas Shaping Hedström.

Casi al mismo tiempo de comercializarse las limas Nitiflex la casa comercial Dentsply Maillefer creó las limas Shaping Hedström (Fig. 11) similares a las de Acero Inoxidable, pero fabricadas con la aleación Níquel-Titanio; su punta es cónica y lisa, se encuentran en conicidades de 0.04, 0.05, 0.08, 0.10, 0.12 y conforme va aumentando su conicidad, tienen una porción activa más corta, evitando formar un desgaste exagerado en los tercio medio y cervical del conducto radicular.<sup>13</sup>



(Fig. 11)

Otras casas comerciales sacaron al mercado sus propias limas con aleaciones Níquel-Titanio como por ejemplo: La lima Hyflex X-file y la Hedström de doble hélice de Hygienic Corp Coltene/Whaledent/Hygenic, Mahwah, N.J., USA; otra lima llamada Mity Turbo de JS Dental, así como

también una lima de Níquel-Titanio tipo hedstöröm con doble hélice más estrecha que la Hyflex X-file; además cuentan con limas tipo K y Gates.<sup>10</sup>

### Limas GT

Estas limas fueron desarrolladas por el Dr. Stephen Buchanen, con la finalidad de crear unos instrumentos de tipo manual que fueran más ergonómicas al momento de trabajar y contaran con las propiedades de la aleación Níquel-titanio.<sup>13</sup>

Son instrumentos fabricados por la casa Dentsply, que se caracterizan por tener su parte activa con rosca invertida (en sentido antihorario desde el mango hasta la punta) (Fig. 12), esto quiere decir que enganchan la dentina; esta característica les permite dar movimientos de rotación en sentido horario, sin que el instrumento pase el límite de trabajo.<sup>13</sup>

Los mangos de estos instrumentos son en forma de pera, teniendo su base mayor hacia la parte laminar, esta característica permite que el operador realice mayor presión en sentido apical durante la instrumentación.<sup>13</sup>

La punta en todos los instrumentos corresponde a la de un instrumento #20 y eran fabricadas en 4 conicidades 0.06, 0.08, 0.10, 0.12. (Actualmente estas limas ya no se fabrican)<sup>13</sup>



(Fig. 12)

## Limas Protaper Manuales

Fueron desarrolladas por el Dr. Clifford J. Ruddle en el año 2000<sup>22</sup>; con la finalidad de crear un sistema manual de limas con las propiedades de la aleación Níquel-Titanio (Fig. 13 y 14) lo que le permitiría trabajar en conductos con una amplia curvatura respetando la anatomía del conducto, que además constara de pocos instrumentos para que el sistema fuera más práctico y sencillo al realizar la preparación de los conductos y por último las limas fueran ergonómicas, para tener un mayor confort al momento de trabajarlas.<sup>12,19</sup>

Consta de 8 limas con mangos siliconizados (lo que les permite que sean trabajadas con mayor confort) de conicidad variable y progresiva a lo largo de su parte activa, también son fabricados por Dentsply.<sup>12,19</sup>

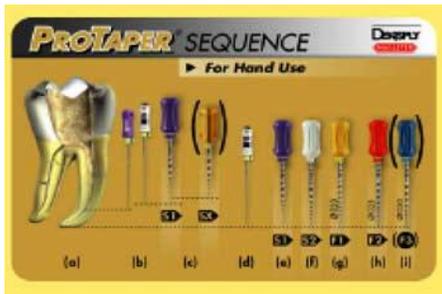
Las 3 primeras se denominan de conformación (Shaping SX, S1, S2), están indicados para ensanchar la parte cervical y media de los conductos radiculares, las otras 5 de terminado (Finishing F1, F2, F3, F4 y F5) diseñadas para trabajar en la porción apical del conducto radicular; contienen anillos de identificación amarillo para F1 con un diámetro en la punta de .20mm, rojo para F2 con un diámetro en la punta de .25mm; azul para F3 con un diámetro en la punta de .30mm; con conicidades de .07, .08, .09mm/mm en los tres milímetros apicales respectivamente. Negro para F4 con un diámetro en la punta de .40mm y amarillo para F4 con un diámetro en la punta de .50mm con conicidades de .05 y .06 en la punta.<sup>12,19</sup>

Los instrumentos S1, S2, F1 y F2 tienen una sección transversal convexa triangular para aumentar la resistencia a la fractura y la lima F3 posee una concavidad en la sección transversal triangular para aumentar su flexibilidad.<sup>12,19</sup>

La conicidad varía dentro de un mismo instrumento, teniendo aumentos que son progresivos de 3.5% al 19%.<sup>12,19</sup>

Poseen una punta inactiva o parcialmente activa modificada, que permite guiar la lima a través del conducto de mejor manera, además que disminuyen la formación de escalones en el transcurso del conducto.<sup>12,19</sup>

Se encuentran disponibles en 21 y 25 mm con un mango corto para favorecer el acceso a dientes posteriores o pacientes con limitación de apertura.



(Fig. 13)



(Fig.14)

## LIMAS NÍQUEL-TITANIO ACCIONADAS CON MOTOR

### CARACTERÍSTICAS

Al comenzar a utilizar instrumentos rotatorios de aleación Níquel-Titanio es esencial que el profesional conozca las características de estos, para obtener por completo las ventajas y beneficios de estos instrumentos dándoles un uso adecuado.<sup>12,30</sup>

A continuación se definen las características de un instrumento rotatorio:

- Sección transversal.- la encontramos cortando perpendicularmente la parte activa de un instrumento, cada sistema rotatorio tiene una configuración geométrica diferente.
- Porción activa.- representa el área del instrumento que posee capacidad de corte y hace efectiva la preparación de los conductos radiculares.
- Conicidad.- Es el aumento de diámetro que existe a partir de D0 en dirección a D16, expresado en mm/mm. Algunos fabricantes expresan la conicidad en porcentajes por ejemplo 0.02 mm/mm es lo mismo que 2% de conicidad. En la instrumentación con limas rotatorias podemos encontrar conicidades distintas. (Algunas de estas conicidades son: 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10... mm/mm).
- Superficie radial.- Se refiere al área del instrumento en contacto directo con la pared del conducto radicular, la fuerza resultante de este contacto se le denomina fuerza de abrasión. Esta característica es de suma importancia ya que cuanto menor sea esta área de contacto, es más fácil que el instrumento se trabe en las paredes dentinarias al ser presionado en sentido apical. Por lo tanto cuanto mayor sea esta área, menor será la tendencia a trabarse. Además mientras más anchas y mayores sean la superficies radiales, mayor será la fuerza de abrasión, esto quiere decir que se requiere mayor fuerza para que el instrumento gire dentro del conducto. Por lo tanto los instrumentos con superficies radiales de pequeño diámetro y conicidad tienen mejor ajuste con las proporciones curvas del conducto.

La superficie radial reduce el efecto de enroscado del instrumento en el conducto radicular y la propagación de microfracturas.

- Estría.- Es la depresión ondulada de la parte activa de un instrumento de Níquel-Titanio, es aquí donde se acumulan los restos de tejido del conducto radicular.
- Ángulo Helicoidal.- Es el ángulo que se forma entre la superficie cortante y el eje mayor del instrumento. Mientras más amplio sea este ángulo (máximo 89°), mayor número de estrías hay por unidad de esta área aumentando la flexibilidad del instrumento.
- Diseño de la punta.- La punta es el extremo más delgado de la porción activa. Las puntas de los instrumentos pueden ser activas, inactivas o parcialmente activas esto dependerá de la proximidad del final del diente cortante y de la estría con relación al término efectivo del instrumento (D0). La rigidez, flexibilidad y capacidad para permanecer a lo largo del eje mayor del conducto radicular dependen de la actividad o inactividad de la punta y su proximidad con la superficie radial.
- Masa interna.- Se refiere a la porción cilíndrica central del instrumento.
- Distancia entre los dientes cortantes (paso) (Pitch).- Dependiendo de cada instrumento esta distancia puede ser variable. La modificación de la distancia a lo largo del instrumento evita que este se enrosque dentro del conducto.<sup>12,30</sup>

Las limas de Níquel-titanio accionadas con motor incrementan la eficacia y la velocidad al momento de realizar la instrumentación del conducto radicular.

Las limas utilizadas para la instrumentación mecánica están diseñadas para prevenir su enclavamiento en las paredes del conducto radicular y la tendencia de atornillarse. Para cumplir con este objetivo, las limas siguen generalmente dos diseños:

- Lima Mac: presenta espiras no paralelas con ángulos helicoidales distintos los cuales rotan alrededor del vástago; debido a esta angulación distinta de las hojas de corte, permiten mantener holgada la lima dentro del conducto previniendo el enclavamiento de esta.
- Limas U o limas H: son limas con apoyo radial; las limas “U” se caracterizan por ser fabricadas con tres surcos equidistantes alrededor del vástago, en cada surco existe una porción del vástago sin labrar

constituyendo los apoyos radiales y las limas "H" son fabricadas con el labrado de un solo surco en L, este va ir girando alrededor del vástago, dejando espacio entre cada espiral para brindar un apoyo radial. Estos dos diseños de limas aplanan las paredes del conducto, dando como resultado un conducto alisado.<sup>9,12,20,30</sup>

Estos diseños son los más empleados, pero cabe señalar que cada casa comercial realiza diversas modificaciones para el desarrollo de sus diversos sistemas.<sup>9,20</sup>

Se crearon ciertas modificaciones para estos instrumentos; de acuerdo con la ISO (International Organization for Standardization –Organización Internacional para la Estandarización), las limas convencionales poseen 16mm de su parte activa y su grado de conicidad es de 0.02mm, esto significa que cada milímetro mayor, el diámetro aumentara con este tamaño. Los sistemas rotatorios de Níquel-Titanio presentan conicidades mayores a las convencionales (por ejemplo: 04, 06, 08, etc.) y se utilizan de forma cervico-apical o también llamado corono-apical. Generalmente la punta del instrumento siempre trabaja de forma holgada en el interior del conducto y promueve el corte de las paredes dentinarias con las espirales que presenta su cuerpo y no en la punta.

Las limas rotatorias de Níquel-Titanio poseen la capacidad de separarse desde el mango de la lima, esto ocurre si durante el tratamiento de conducto la presión y tensión ejercida en la lima hiciera que la punta de la lima se enclave o atornille en el conducto, la rotación continúa y la tensión que fue generada se eleva y provoca su separación.

Los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio deberán trabajar en velocidades bajas (150-350rpm), por lo que necesitan contraángulos reductores adaptados a los motores neumáticos o bien motores eléctricos; estos a la vez deberán tener un control de torque y un mecanismo de reversión que se activa en el caso de que la presión por contacto genere una fuerza igual o mayor al valor del torque previamente seleccionado, el motor se apagará y el instrumento se quedará en el conducto, al mismo tiempo se activa el mecanismo de reversa del motor, permitiendo que el instrumento funcione en sentido anti-horario y es removido del interior del conducto.<sup>7</sup>

Al momento de trabajar con este sistema se deberá mantener una velocidad constante y generalmente se usa la técnica crown-down (corono-apical), por

lo que se utilizan instrumentos de mayor calibre al momento de trabajar en la zona cervical; tomando en cuenta que es una región con concrecencias dentinarias y angulaciones, la fuerza ejercida por la lima debe ser mayor que la que aportan las paredes del conducto y en sentido contrario.<sup>7,11</sup>

Uno de los principales obstáculos para tener éxito del tratamiento de conductos con sistemas automatizados es la incapacidad de reproducir los movimientos básicos de la instrumentación manual. Sin embargo en el año de 1985 Roane y cols. Introdujeron los movimientos rotacionales de fuerzas balanceadas; posteriormente en 1992 De Deus introdujo a los sistemas automatizados la técnica de movimientos oscilatorios.

Estos sistemas han mostrado mejores resultados que indican una baja incidencia de desviaciones y una mejor centralización del conducto radicular.<sup>11</sup>

## SISTEMAS ROTATORIOS

### SISTEMA NiTi-TEE

Este sistema se desarrollo por la casa comercial Sendoline en el año 1990, a la par que las limas manuales de Níquel-Titanio.

Las limas Sendoline Níquel-Titanio, estas están compuestas por un 54% de Níquel y un 46% de Titanio.

Todas las limas Sendoline (Fig. 15) Níquel-Titanio incluyen una punta de seguridad redondeada que permite a las limas seguir fácilmente trayectos curvos de los conductos radiculares, minimizando las perforaciones, escalones y desplazamientos.

Las características principales que hacen únicas las limas Níquel-Titanio son:

- Flexibilidad: el centro cilíndrico proporciona una flexibilidad sobresaliente y una excelente resistencia a la fractura. Al tratarse de un metal con memoria no se deforma al doblarse sino que recupera su forma original.
- Seguridad: la punta de seguridad redondeada, no cortante
- Durabilidad: las limas no se ven afectadas por la esterilización ni por los fluidos orales y su vida útil es 2-3 veces mayor que la de los instrumentos de acero inoxidable.

Presenta una sección transversal en forma de “S” con dos ángulos cortantes de 90°.

La punta de los instrumentos es inactiva y posee conicidades de .12, .08, .06, .04 y .02; en calibres de 30, 25 y 20.

Cuentan en su mango con 2 anillos:

- El más amplio y próximo al segmento cortante indica el calibre.
- El más estrecho indica su conicidad.

A excepción del instrumento 12/30 todos miden 17mm.<sup>11</sup>



(Fig. 15)

### SISTEMA LIGHTSPEED.

El sistema Lightspeed (Lightspeed Technology Inc., EE.UU.), fue patentado en 1989 (apareciendo en el mercado en 1993), teniendo como creadores Steve Senia y Guillermo Wildey. Estos instrumentos son una evolución del Ni – Ti Canal Master "U" (Brasseler, Georgia, EE.UU.), idealizado para Wildley; este sistema fue modificado manteniendo algunas de sus características. Reciben este nombre gracias a que estos instrumentos necesitan un torque ligero y una velocidad alta para trabajar este sistema.<sup>18.26</sup>

El sistema de instrumentación Lightspeed poseen una parte activa muy corta y una punta no activa, cuentan con un vástago muy fino lo que reduce la tensión en el instrumento, evitando deformaciones en el sistema de conductos.

Su parte activa es en forma de U que determina la existencia de apoyos radiales que reducen la tendencia a la deformación de las paredes.

Los instrumentos Lightspeed (Fig. 16) se encuentran disponibles en tamaños de 20-100 según la numeración ISO, también cuentan con números intermedios.<sup>17</sup>



(Fig. 16)

## Sistema PROFILE

Fabricado por Dentsply-Maillefer Suiza en 1994-1996 por el Dr. Ben Johnson<sup>23</sup>; el diseñó este sistema con la finalidad de simplificar el trabajo requerido al momento de realizar la preparación de los conductos radiculares pensando en disminuir el número de limas empleadas para el mismo, por lo que ese sistema consta de cuatro tipos de instrumentos; cada uno indicado para trabajar en una porción del conducto radicular:<sup>18,19</sup>

- Profile Orifice Shapers.
- Profile 0.6
- Profile 0.4
- Profile 0.2

Los instrumentos Profile poseen una punta no cortante que busca evitar perforaciones y transporte de los instrumentos. Presentan una sección transversal en forma de “U”, con guías y planos radiales que permiten un contacto más directo con las paredes del conducto lo que permite una preparación más lisa y suave.

Presenta una variación en su diámetro inicial llamada “serie 29”, consiste en el aumento constante de 29,17% entre cada instrumento, debido a esta variación esta serie solo es válida hasta el instrumento 35 A partir del instrumento 40 en adelante siguen la estandarización norma de la ISO.

### Profile Orifice Shaper.

Son instrumento que miden 19mm y su parte activa mide 10mm estan indicadas solo para trabajar en el tercio cervical, en zonas rectilíneas, también se pueden emplear para retratamientos, remoción de gutapercha o cemento, tratamiento endodóntico de dientes deciduos o en la colocación de retenedores radiculares.

Se adquieren por cajas individuales o surtidas (Fig. 17) con números del 1-6 con anillos de diferente color en su asta para facilitar su identificación.



(Fig. 17)

### Profile .06

Se presentan en longitudes de 21 y 25mm, y en calibre del 15-40, con conicidad de .06 y se utilizan en la conformación del tercio medio del conducto radicular, se pueden utilizar en curvaturas moderadas y en los casos de desobturación de gutapercha. Se encuentran disponibles en cajas surtidas o individuales con 2 anillos de color.



(Fig. 18)

#### Profile 0.4

Se encuentran en longitudes de 21, 25, 31mm, en los números 15-40 y en 45, 60 y 90 en cajas individuales y surtidas. Presentan una conicidad de un 4%. Sirven para la preparación del conducto radicular en tercios apicales, rectilíneos o curvos. Estos solo poseen un anillo de color.

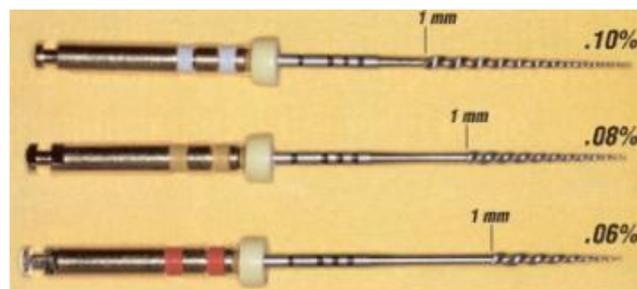
#### Profile .02

Se encuentra en longitudes de 21 y 25 mm y calibres de 15-40, con conicidad de .04%. Se utilizan para la conformación de conductos radiculares curvos o con diámetros muy reducidos. Poseen un anillo de color y además de un anillo en su asta.<sup>7,11</sup>

#### SISTEMA GT.

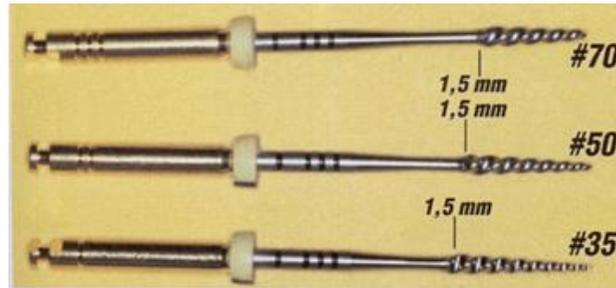
Estas limas fueron diseñadas por Stephen Buchanan (Dentsply) en 1994; también son llamadas sistema Great Taper o simplemente GT; este sistema fue creado para poder preparar el conducto radicular por tercios sus limas están fabricadas para instrumentar conductos que se encuentren curvos, consta de dos series de instrumentos.<sup>18,19</sup>

- Limas de GT (Fig. 19), con la calibres 20, 30 y 40, con conicidades para cada calibre de .10, .8, .6 y .4, teniendo 1mm de diámetro máximo del segmento cortante, por lo tanto, a mayor conicidad, menor longitud de este segmento, esto es para disminuir en peligro de crear perforaciones en la zona media o coronal del conducto.



(Fig. 19)

- Limas GT accesorias: estas se caracterizan por tener una conicidad única de .12 y tres calibres: 35, 50, 70; en estas el diámetro máximo del segmento cortante es de 1,5mm.



(Fig. 20)

Las limas GT poseen un ángulo de corte variable, siendo en la zona coronal más amplio con mayor capacidad de corte para facilitar la eliminación de residuos y en la zona coronal el ángulo es más cerrado y posee mayor resistencia a la fractura.<sup>11, 19</sup>

La punta de las limas GT es inactiva.

#### SISTEMA QUANTEC.

El sistema Quantec (Syborn Endo Orange, CA; Tycom, EE.UU.) (Fig. 21); es una evolución de las limas NT Sensor, creadas por John McSpadden en 1996. El conjunto de las limas NT Sensor / McXim revolucionaron el concepto de instrumentación, no solo por ser instrumentos rotatorios pioneros con aleación de Níquel – Titanio, si no también por utilizar conicidades diferentes del estándar ISO (THOMPSON y DUMMER, 1997).<sup>19,26</sup>

Cuenta con 10 limas con una punta no cortante; con aumentos de conicidad de 0.03 0.04, 0.05, 0.06 por milímetro de longitud.

- El instrumento #1 tiene 17mm de longitud y un diámetro en D1 de 0.025 con una conicidad de 0.06mm por milímetro de longitud de D1 a

D2; posee una franja de color lila en su mango para su fácil identificación y se utiliza para desgastar la parte coronal y medio del conducto radicular.

- El instrumento #2 tiene 4 franjas blancas y su porción activa es de 0.15mm de longitud.
- El instrumento #3 consta de 4 franjas amarillas y tiene un diámetro en D1 de 0.20mm.
- El instrumento #4 tiene 4 franjas rojas y tiene un diámetro en d1 de 0.025. (Los instrumentos #2, 3, y 4 tienen una conicidad de 0.02mm y ejercen función activa en el tercio apical).
- El instrumento #5 se presenta con una sola franja de color rosa, posee un diámetro en D1 de 0.025mm y una conicidad de 0.03mm.
- Los instrumentos #6 (dos franjas verdes), #7 (tres franjas naranja) y #8 (cuatro franjas moradas) poseen un diámetro de 0.25 en la punta y tienen conicidades de 0.04, 0.05, 0.06 respectivamente (por milímetro de longitud); están diseñados para aumentar la conicidad del conducto radicular.
- El instrumento #9 tiene cuatro franjas de color negro y posee un diámetro en la punta de 0.040 con una conicidad de 0.02.
- El instrumento #10 tiene cuatro franjas de color blanco y posee un diámetro en la punta de 0.45 con una conicidad de 0.02.

El sistema de instrumentación Quantec está diseñado para conformar los conductos radiculares por tercios.<sup>18</sup>



(Fig. 21)

## SISTEMA POW-R.

Este sistema fue desarrollado por el Dr. James Roane en 1996 es de la casa comercial Moyco Union Broach (Fig. 22) y también es llamado “técnica coronopical-rotatoria de Roane”.<sup>18</sup>

El sistema Pow-R es derivado de las limas Flex-R, por lo que posee un diseño semejante, cuentan con una punta bicónica inactiva con sección triangular.

Estos instrumentos tienen conicidad de .02 y .04 con calibres 15-80.<sup>11</sup>



(Fig. 22)

## SISTEMA RaCe.

Las limas RaCe comenzaron a fabricarse en el año de 1999 por la FKG posteriormente fue distribuida en Estados Unidos por Brasseler /Savannah, GA.<sup>23</sup> (Fig. 23). Como sus siglas en inglés lo indican (RaCe), son instrumentos con láminas alternadas de corte (Reamer with Alternating Cutting edges); se caracterizan por tener un segmento activo en zonas torsionadas con el borde cortante que alternan con zonas rectas sin corte.<sup>18,19</sup>

En instrumentos pequeños su sección es cuadrangular mientras que en calibres más grandes son de forma triangular.

Su punta es inactiva y es sometida a un tratamiento electroquímico superficial para eliminar el raspado y las ranuras del proceso de desgaste;

mientras su ángulo de corte es positivo y las conicidades que presenta son de 10, 8, 6, 4 y 2%.

Pueden ser utilizados en velocidades de 300- 600rpm.

La FKG les acondiciono además un disco de silicona con pétalos removibles “Safety Memo Disc” (SMD), para el control de la fatiga de los instrumentos; el retiro de los pétalos tiene como grado de referencia el grado de curvatura del conducto, el calibre y la conicidad del instrumento.

También existen unos instrumentos llamados Pre RaCe, estos tienen un mayor calibre y conicidad, sirven para trabajar en los segmentos rectos del conducto como en el tercio cervical.

Su identificación se puede lograr de forma más fácil debido a que también contienen un delgado segundo tope del que se pueden desgajar unos pétalos en su periferia tras cada uso , con un código de colores: amarillo (10 y 2%), gris(8 y 4%) y azul (6%).<sup>7,11</sup>



(Fig. 23)

## SISTEMA FLEX MASTER

Este sistema salió en el año 2000 de la VDW, (Munich Alemania) (Fig. 24) y desde su lanzamiento en Alemania su uso se ha extendido con éxito en todo el mundo.<sup>11,27</sup>

El diseño de estas limas es parecido al de las limas tipo-K; ofreciendo una eliminación efectiva de los residuos dentinarios.<sup>11,27</sup>

Debido a que tienen una sección transversal convexa, se reduce el riesgo de fractura o deformación.

Estos instrumentos cuentan con una punta redondeada con la finalidad de evitar escalones.

Cuenta con instrumentos de calibres de 20, 25, 30; con conicidad de .06, .04 y .02; los instrumentos con calibre 35 con conicidad de .06 y .02; y los instrumentos de calibre 40 y 45 con conicidad de .02, estos se encuentran disponibles en una caja que ilustra la secuencia que se debe seguir al momento de preparar el sistema de conductos con estas limas, lo cual simplifica la memorización de la instrumentación<sup>11</sup>



(Fig. 24)

### SISTEMA K3

Este sistema fue desarrollado por el Dr. John T. MacSpadden y fue lanzado en el año 2001 por la casa comercial Sybron Dental Specialites/Kerr.<sup>18</sup>

Se encuentran en 3 conicidades diferentes:

- .02: en los diámetros de la ISO de la 15-45.
- .04 en los diámetros de la ISO de la 15-60.
- .06: en los diámetros de la ISO de la 15-60.

Estos instrumentos contienen en vástago 2 anillos de colores; uno indica el color del calibre de la punta del instrumento (naranja .06, verde .04, violeta .02).

El sistema K3 contiene tres instrumentos llamados orifice openers, estos sirven para la adecuada preparación de la entrada del conducto radicular, facilitando así el acceso de los demás instrumentos.

Los orifice openers poseen conicidad y anillos de identificación (.08, .10, .12; estos se encuentran en longitudes de 17 y 21mm).

Las limas K3 (Fig. 25) son instrumentos que presentan 3 planos radiales, 2 anchos y uno más estrecho, para minimizar el rozamiento y aumentar su resistencia, con ángulos de corte positivo, facilitando la acción de corte y poseen un ángulo helicoidal variable que evita la formación de rosca.

Su punta es inactiva, su vástago es cónico a lo largo del eje para aumentar su resistencia a la fractura, mientras que su mango es corto para poder trabajar con mayor facilidad en las zonas posteriores de la boca.<sup>7,11</sup>



(Fig. 25)

## SISTEMA PROTAPER UNIVERSAL.

El sistema PROTAPER (Progressive Taper), (Fig. 26) fue diseñado por Clifford Rudle, Pierre Machtou y John West, para Dentsply/Maillefer, a finales del año 2001 en el congreso de la Asociación Americana De Endodoncia.<sup>19</sup> Sus creadores buscaron diseñar un sistema con un protocolo fácil de recordar, debido a que poseen un código de color estandarizado por la ISO y práctico al momento de utilizarse, que tuviese pocos instrumentos con buena

capacidad de corte, además de tener conicidad apical aumentada para una mejor limpieza del conducto y una punta guía redondeada para disminuir las posibilidades de desviarse del conducto.

El sistema Protaper Universal está compuesto por 8 instrumentos:

- “S” (Shaping files): S1, S2, SX, estos instrumentos están diseñados para conformar el tercio cervical y medio de los conductos radiculares.
- “F” (Finishing files): F1, F2, F3, F4, F5 estos están indicados para realizar la conformación apical del conducto radicular.

Las limas SX poseen 19mm de longitud con una longitud de lámina de 16mm, presentan un diámetro de punta de 0,19mm y una conicidad creciente de 0,35<sup>a</sup> 19, desde D1 a D9; a partir de D9 el diámetro se mantiene estable, no habiendo más conicidad hasta D16; debido a estas características este instrumento solo se puede emplear en órganos dentarios sin corona clínica o anatómicamente más cortos.

Los limas S1 se encuentran en longitudes de 21, 25, 31mm, tienen un diámetro de punta de 0,17mm con una conicidad creciente de .02 a 11, desde D1 hasta D15 (no existe conicidad entre D15 y el último diámetro).

Las limas S2 tienen un diámetro de punta de 0.20 con una conicidad creciente de .04 en D1 a 0.8 en D12; el aumento de de las conicidades están realizadas de forma más suaves, lo que le confiere una transición más simple y fácil para los instrumentos de terminado (Finishing files), a partir de D12 la conicidad va decreciendo hasta D16 para .05 y se pueden encontrar en conicidades de 21, 25 y 31mm. Las limas S1 poseen un anillo de color rojo para su identificación y las limas S2 uno rojo, las limas SX no tienen anillo de color (estos anillos de color no tienen que ver con los diámetros de los instrumentos en D0).

Las limas Finishing son 5 y carecen de ángulo de transición, se fabrican en longitudes de 21, 25, 31mm y se caracterizan por tener conicidades variables decrecientes para permitir que corten más en la parte apical del conducto radicular.<sup>12</sup>

La lima F1 cuenta con un anillo amarillo en el vástago y posee un diámetro D0 de 0,20mm y una conicidad de 0,07 en los 3mm apicales.

La lima F2 cuenta con un anillo de identificación color rojo y posee un D0 de 0.20mm y conicidad de 0.08.

La lima F3 posee un anillo de identificación azul y cuenta con un D0 de 0,30mm y conicidad de 0.09 mm en los 3mm apicales.

La lima F4 cuenta con 2 anillos de identificación de color negro en el vástago metálico y poseen un D0 de 0,40mm y una conicidad de 0.60.

La lima F5 cuenta con dos anillos de identificación color amarillo y poseen un diámetro de punta D0 y una conicidad de 0.5 mm.

La conicidad de este sistema es variable y progresiva; aumenta en las limas "S" en la zona coronal para la ampliación cervical y disminuye en la zona apical en las limas "F".

Presentan una sección transversal voluminosa de lados convexos para aumentar su masa metálica en el núcleo central, para así garantizar su resistencia; además poseen ángulos de corte para aumentar la eficiencia del instrumento.

Puesto a que no tienen guías radiales existe menor contacto del instrumento con las paredes del conducto por unidad de tiempo, disminuyendo el estrés provocado por el contacto.



(Fig. 26)

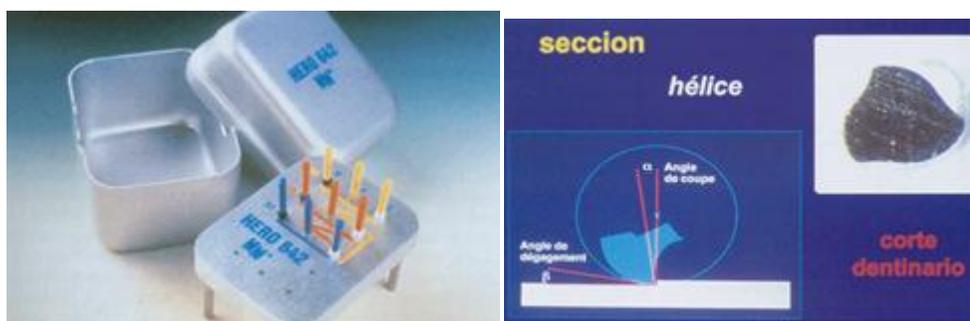
## SISTEMA HERO 642

El sistema HERO (Haute Elasticité Rotation) (alta elasticidad en rotación) fue desarrollado en el año 2001 por la casa comercial Micro-Mega (Francia), se encuentra disponible en un kit básico de nueve limas de Níquel-Titanio con conicidad de 6%, 4% y 2% (de ahí su nombre HERO 264) y calibres de 20, 25 y 30. En los casos donde se presenten conductos muy amplios también se encuentran limas disponibles con calibres de 35, 40 y 45 con conicidad de 2%.<sup>18</sup>

Las limas cuentan con marcas calibradas en el vástago de 21, 25 y 29mm, que facilitan la visualización y orientación, ya que muchas veces los topes de goma usados para localizar la longitud de trabajo son desplazados debido a la rotación.

Su parte activa mide 16mm, tiene una forma espiral en sentido longitudinal; su sección helicoidal presenta tres puntos de apoyo, con un ángulo de corte positivo que potencia su corte y un ángulo de escape para facilitar la remoción de dentina.

La punta de los instrumentos HERO (Fig. 27) tienen un ángulo de transición suavizado, lo que le permite seguir la forma original del conducto debido a que sólo puede trabajar de forma lateral y reducir la formación de escalones y vías falsas.<sup>16</sup>



(Fig. 27)

## SISTEMA MFILE

El sistema MFile fue lanzado por la casa comercial Komet/Brasseler (Alemania) en el año 2003; este sistema consta con 3 conjuntos de instrumentos con una amplia flexibilidad con punta inactiva (MF1, MF2 y MF3).

Presentan una sección transversal en forma de de “S” en la zona coronal de su segmento cortante.

En MF1 y MF2 en su zona final la sección transversal es de forma triangular.

En MF3 en su zona final, su sección transversal es cuadrangular.

Sus longitudes y ángulo helicoidal que presentan son los siguientes:

MF1 → 19mm con ángulo helicoidal 20°. Están diseñados para trabajar en el tercio coronal del conducto (su segmento cortante es de 6,5mm con conicidad de .06 en calibres de 40 y 30).

MF2 → 22mm con ángulo helicoidal de 40°: Están diseñados para trabajar en el tercio medio del conducto radicular (su segmento cortante tiene una longitud de 5mm, con una conicidad de .04 en calibres de 40 y 30).

Mf3 → 25mm con ángulo helicoidal de 20°. Estan diseñados para trabajar en el tercio apical del conducto radicular (su segmento cortante es de 4mm, con una conicidad de .02 en calibres del 45, 40, 35 y 30).<sup>11</sup>

## SISTEMA M-Two.

Este sistema fue diseñado por el Dr. Malagnino en el año 2005 de la VDW (Munich Alemania)<sup>19</sup>

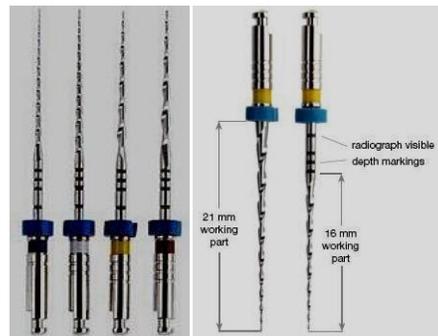
Este sistema consta de 4 instrumentos básicos (Fig. 28), con calibres en la punta (D1) que van del 10- 25, con una conicidad variable según el instrumento:

## Punta Conicidad

10	.04
15	.05
20	.06
25	.06

Posterior a esta secuencia básica el sistema M-Two consta con una segunda secuencia de instrumentos con los siguientes calibres y conicidades.

Punta	Conicidad
30	.05
35	.04
40	.04
25	.07



(Fig. 28)

Las limas 30, 35 y 40 están diseñadas para realizar una conformación apical y el uso de la lima 27/07 facilitara la técnica de condensado vertical con gutapercha sin alterar el diámetro apical.

Las limas M-Two presentan una longitud de 21mm, 25mm y 30mm; así mismo poseen anillos de colores en el mango para identificar sus diferentes conicidades de acuerdo con los estándares de la ISO las cuales son:

- 1 anillo → conicidad .04
- 2 anillos → conicidad .05
- 3 anillos → conicidad de .06
- 4 anillos → conicidad de .07

El sistema de instrumentación rotatoria M-two presenta un corte transversal en forma de “S”, con dos cortes activos y un corte radial mínimo, para evitar el enclavamiento del instrumento con la dentina, su punta es inactiva.

M- two cuenta con instrumentos de 2 longitudes en su parte activa (16 y 21mm); los instrumentos de 16mm de parte activa tienen marcas de profundidad en el vástago a 18, 19, 20 y 22mm que son radiográficamente visibles. Los instrumentos con 21mm de parte activa permiten eliminar interferencias de la cámara pulpar sin debilitar el órgano dental de forma innecesaria.<sup>15</sup>

## SISTEMA LIBERATOR

Este sistema pertenece a la casa comercial Miltex. Consiste en una serie de instrumentos que presentan un segmento cortante de sección triangular sin torsionar, es decir sin una helicoidal, lo que impide el atornillamiento y proporciona una buena capacidad de corte.(Fig. 29)

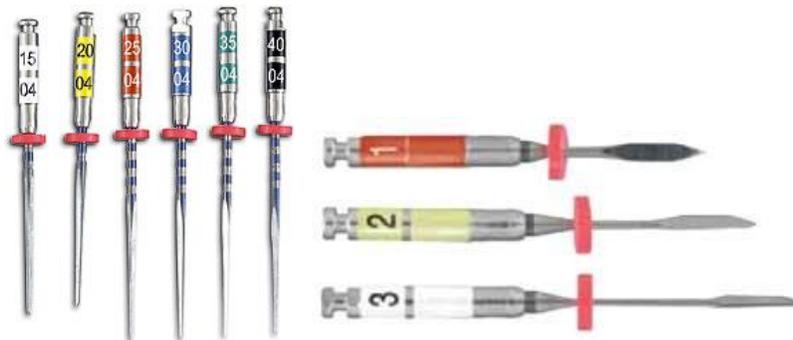
Estos instrumentos están disponibles en tres conicidades de .06, .04 y .02 con calibres desde 15 a 70 y en longitudes de 21 y 25mm.

También cuentan con una serie de tres instrumentos llamados coronal Shapers, que sirven para ampliar la zona coronal del conducto radicular, estos son de menor longitud y de conicidad más elevada.<sup>11</sup>

Shaper 1 → .08/118

Shaper 2 → .08/94

Shaper 3 → .08/70



(Fig. 29)

## Aleación M- Wire.

Aunque los instrumentos de Níquel-Titanio rotatorios son muy populares para tratamiento de conductos, la separación instrumento sigue siendo un reto en la clínica.

Para el año 2011 la casa comercial Dentsply Tulsa Dental se ha encargado de comercializar un alambre de Níquel-titanio llamado M-Wire. Este nuevo alambre ha sido sometido a un procesamiento termomecánico para mejorar sus propiedades.

La casa fabricante ha afirmado que esta nueva aleación de M-Wire hace que los instrumentos fabricados con esta aleación mejoren considerablemente su flexibilidad y la resistencia a la fatiga cíclica, en comparación con la aleación convencional de los instrumentos rotatorios que están fabricados de Níquel-Titanio superelástico.

El uso clínico ha confirmado que estos nuevos instrumentos rotatorios tienen una extraordinaria resistencia fatiga clínica (según un comunicado privado del Dr. John Nusstein de la División de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Ohio).

Sin embargo, el mecanismo para la mejora del rendimiento clínico de estos instrumentos se desconoce.

Actualmente se han comercializado dos sistemas que contengan esta aleación: el Sistema Reciproc y el sistema Wave One.<sup>31</sup>

## Sistema RECIPROC.

Este sistema fue presentado en el Congreso del 2010 de IFEA en Atenas por el Dr. Ghassan Yared (Toronto/Canadá) y comercializado por la VDW.

El Dr. Yared invirtió 7 años de experimentación para el desarrollo de este sistema, el buscaba crear un sistema que fuera sencillo de utilizar, al tener pocos instrumentos, siendo lo ideal preparar un conducto con un solo instrumento y además que permitiera realizar la preparación de conductos curvos de forma fácil en el menor tiempo posible.<sup>28</sup>

Según su creador, con este sistema se puede preparar la mayoría de los conductos radiculares usando su técnica de una sola lima. Este sistema requiere un motor que realice movimientos de reciprocidad, esto es realizando un movimiento en una dirección de corte y posteriormente se invierte el sentido para liberar el instrumento, se realiza una rotación de 360° que se completara por medio de tres movimientos alternados. Para poder realizar estos movimientos de rotación reciproca es necesario accionar la lima con un motor especial, por esta razón la casa comercial VDW lanzo al mercado un motor que proporcionara movimientos de rotación reciproca, el “VDW. SILVER” y que además es compatible con otros sistemas de rotación continua como son Mtwo® FlexMaster® Protaper, K3 y Gates.<sup>28</sup>

Los instrumentos Reciproc se fabrican de una nueva aleación de Níquel-Titanio llamada M-Wire, que posee mayor resistencia a la fatiga cíclica y proporciona mayor flexibilidad que la aleación de Níquel-Titanio común.<sup>28</sup>

Este sistema posee una sección transversal en forma de S con dos bordes cortantes, lo que ofrece una alta capacidad de corte y eliminación de desechos dentro del conducto radicular, además de mayor flexibilidad y reducción de la fricción.<sup>28</sup>

Existen tres tamaños de limas disponibles: R25, R40, R50. (Todos poseen punta inactiva).

R25 con un diámetro ISO tamaño 25, conicidad 8%, de color rojo. (Fig.30)



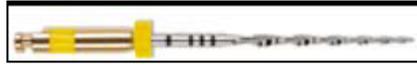
(Fig. 30)

R40 con un diámetro ISO tamaño 40, conicidad 6%, de color negro. (Fig. 31)



(Fig. 31)

R50 con un diámetro ISO tamaño 50, conicidad 5%, de color amarillo.(Fig. 32)



(Fig. 32)

Se encuentran disponibles en longitudes de 21mm, 25mm, 31mm y un tope de silicona con tres puntas con el color respectivo a cada instrumento. Este sistema fue diseñado para ser utilizado solo una vez por lo que en el mango posee una banda de silicona que al momento de ser esterilizado se expande impidiendo volver a montarlo en el contraángulo del motor.<sup>28</sup>

#### Sistema Wave One.

Este sistema se comercializó en el año 2010 por la casa Dentsply, fue desarrollado por un equipo conformado por los Doctores. Cliff Ruddle (USA), John West (USA), Sergio Kuttler (USA), Pierre Machtou (Francia), Julian Webber (UK) y Wilhelm Pertot (Francia), quienes desde que desarrollaron las limas Protaper buscaban crear un sistema que tuviese pocos instrumentos y permitiera trabajar conductos con múltiples anatomías.<sup>29</sup>

Este sistema trabaja mediante un motor de rotación alterna, que trabaja de manera similar a la dinámica empleada en la técnica de fuerzas balanceadas propuesto por Roane en 1985. El motor rota la lima con movimientos antihorario-horario, a esto es a lo que se llama rotación alterna.<sup>29</sup>

Este sistema consta con tres instrumentos (Fig. 33) fabricados con la aleación Níquel-Titanio M-Wire, que debido a un tratamiento termomecánico se hace más resistente a la fractura..<sup>29</sup>

- Wave.One Primary (de color rojo): de calibre No.25 y conicidad 8% en los 3mm apicales. Para la preparación conductos radiculares de calibre promedio (conductos mesiales de molares inferiores, bucales de molares superiores, premolares con dos conductos etc.).

- Wave.One Large (de color negro): de calibre No.40 y conicidad 8% en los 3 mm apicales. Para la preparación de conductos radiculares amplios.
- Wave.One Small (de color amarillo): de calibre No.21 y conicidad 6% (este es de conicidad constante). Para la preparación de conductos estrechos y curvos.<sup>29</sup>



(Fig. 33)

## CONCLUSIÓN

La introducción de la aleación Níquel-Titanio para la fabricación de instrumentos en endodoncia ha permitido desarrollar sistemas que logren realizar la preparación de conductos de forma fácil, sencilla y segura.

La amplia flexibilidad de la aleación Níquel-Titanio, la vuelve ideal para la elaboración de instrumentos endodónticos, esta superelasticidad que es de dos a tres veces mayor que en las aleaciones de Acero Inoxidable, permite la preparación de conductos radiculares muy curvos con mayor seguridad, debido a que esta capacidad les permite adaptarse mejor a la anatomía de los conductos radiculares, evitando la formación de transportaciones o falsas vías.

Además de que su efecto de memoria de forma les permite someterse a mayores concentraciones de estrés evitando su deformación y su fractura

Desde la aparición de la aleación Níquel-titanio, diversas casas comerciales han creado sistemas con distintos diseños que prometen aumentar los beneficios de los instrumentos de Níquel-Titanio como lo es tener mayor flexibilidad y evitar fractura. Recientemente algunas de estas casas comerciales han modificado la forma de fabricación de estos instrumentos aumentando los procesos termomécánicos a los que son sometidos o aumentando o disminuyendo los porcentajes de Níquel dentro de la aleación.

Pese a que esta aleación nos brinda mejores propiedades comparadas con las Aleaciones de Acero Inoxidable, hay que recordar que no es una aleación irrompible o indestructible, por lo que es necesario comprender y conocer por completo las características y propiedades de esta aleación, para poder utilizarla con prudencia, obteniendo los beneficios que esta nos ofrece.

## DISCUSIÓN

Desde hace mucho tiempo se buscaba crear una aleación metálica para la elaboración de instrumentos endodónticos que fuese más flexible que el Acero Inoxidable y que permitiera promover la conformación de los conductos radiculares de forma más eficaz. En 1988 Walia y su colaboradores introdujeron la aleación de Níquel-titanio en el campo de la endodoncia, tras varias pruebas mecánicas descubrieron que esta aleación poseía una flexibilidad dos a tres veces mayor que el Acero y además una resistencia a la fractura superior debido a un módulo de elasticidad bajo.<sup>5, 6, 11, 31</sup>

La aleación de Níquel-Titanio pretende ser la solución al momento de realizar la preparación de conductos curvos, evitando desviaciones, escalones o perforaciones, esto es gracias a sus principales propiedades como son la superelasticidad, memoria de forma, elevada resistencia a la corrosión y biocompatibilidad; estas propiedades junto con diseño apropiado de los instrumentos mejoran la forma de preparar los conductos.<sup>11, 6, 30, 31</sup>

Pese al gran esfuerzo por parte de las casas comerciales y sus investigadores, de crear una amplia gama de instrumentos de Níquel-Titanio con diferentes secuencias y formas, aún existe un número considerable de fracturas de estos instrumentos; estos resultados pueden ser debido a la falta de conocimiento y habilidades por parte del operador o por la falta de parámetros confiables y universalmente difundidos para prever estos accidentes. Debemos recordar que los instrumentos de Níquel-Titanio pueden fracturarse sin deformación previa visible, por lo que es más difícil evaluar las condiciones en las que se encuentra el instrumento.<sup>30, 31</sup>

Es importante conocer la historia y características de estos instrumentos para poder discernir entre la información que proporciona el fabricante en comparación con los estudios que se presentan en publicaciones científicas confiables. Es por medio de estos estudios donde podemos comprobar si los instrumentos cumplen con las características y propiedades que promete el fabricante.<sup>7, 10, 27, 29, 30, 31</sup>

Muchas veces en consecuencia de la falta de información, algunos odontólogos realizan la preparación de conductos con instrumentos de Níquel-Titanio con inseguridad ya que desconocen las propiedades físicas de la instrumentación. El principal deber al usar la instrumentación rotatoria no debe ser la disminución del tiempo operatorio sino garantizar la seguridad.<sup>12, 18, 23, 30, 31</sup>

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Ingle, J.I; Bakland, L; Baumgartner, J.C; (2008) Ingle's Endodontics 6. (6a. ed.). Hamilton Ontario: BC Decker. Pp 800-840.
2. Lin, R. (1996 Enero, modificado en 2008 Febrero). Shape Memory Alloys and Their Applications; *Richard Lin/University High School*. Obtenido el 20 Agosto 2011. [en línea] de: <http://www.stanford.edu/~richlin1/sma/sma.html>
3. Kauffman, G; Mayol. (1996). The Story of Nitinol: The Serendipitous Discovery of the Memory Metal and Its Applications; *SPRINGER-V ERLAG NEW YORK INC. 1 / VOL.2, No. 2*. Obtenido el 20 Agosto 2011. [en línea] de: <http://journals.springer-ny.com/chedr>
4. Buehler, W. (winter 2006). NITINOL Re-Examination. *WOL Oral History Supplement* Volume VII, Issue I. Obtenido el 20 Agosto 2011. [en línea] de: [http://www.wolaa.org/files/Nitinol\\_Oral\\_History.pdf](http://www.wolaa.org/files/Nitinol_Oral_History.pdf)
5. Thompson, S.A.(2000) An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry, *Department of Adult Dental Health © Blackwell Science Ltd, University of Wales College of Medicine, Cardiff, UK, International Endodontic Journal* No.33, Pp. 297–310. Obtenido el 21 Agosto 2011. [en línea] de: <http://www.endoexperience.com/documents/Anoverviewofnickeltitaniumalloysused.pdf>
6. Walia, H; Brantley, W.A; Gerstein, H. (1998) A Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files; *JOURNAL OF ENDODONTICS* Copyright © by *The American Association of Endodontists*; vol. 14; Pp:346-351.
7. De Lima, M.E. (2009) Endodoncia de la Biología a la Técnica, (2ª. ed) Colombia: Actualidades Medico Odontológicas Latinoamericanas (Amolca); Pp: 117-153

8. Wikipedia; (15 enero 2010); Obtenido el 25 Agosto 2011. [en línea] de: [http://en.wikipedia.org/wiki/Talk:Nickel\\_titanium](http://en.wikipedia.org/wiki/Talk:Nickel_titanium)
9. Yequez, E, (2000 ) Aleación de Níquel-Titanio y su uso en endodoncia; *Acta Odontológica Venezolana*, ene. 2000, vol.38, no.1, p.4-7. Obtenido el 27 Agosto 2011. [en línea] de: <http://www.monografias.com/trabajos902/aleacion-niquel-titanio/aleacion-niquel-titanio2.shtml>
10. Rivas.R; Instrumental Especializado Para Endodoncia; *Notas de Endodoncia Apoyo Académico por Antologías*. Obtenido el 27 Agosto 2011 . [en línea] de: <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/instrumental4.html>
11. Canalda, C. (2006); Endodoncia:técnicas clínicas y bases científicas; (2ª. Ed) España: Ed. Elsevier; Pp: 164-170.
12. Leonardo, M.R, Leonardo, R. (2005) Tratamiento de Conductores Radiculares Principios Técnicos y Biológicos. (1ª. Ed). Sao Paulo:Ed. Artes Médicas; vol1.cap 8 y 15; Pp;242-259, 503-521; vol2. Cap. 19 y 20;Pp;690-827.
13. Goldberg, F., Soares, J.L.(2002) Endodoncia: Técnica y Fundamentos.(5ª. Ed.). Buenos Aires Argentina: Ed. Médica Panamericana; Pp:70-75.
14. Méndez, C; Salazar, F.S; Alvarez, J.L; Gutiérrez, J.E. (2006). SISTEMA PROTAPER (dentsply maillefer); *Universidad Javeriana*. Obtenido el 1 Septiembre 2011. [en línea] de: [http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/art\\_revision/revision\\_2006/i\\_a\\_revision8.html](http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/art_revision/revision_2006/i_a_revision8.html)
15. Balandrano, F. Instrumentación: Sistema de instrumentación MTWO; (2006); *Endoroot Comunidad Endodóntica*. Obtenido 3 Septiembre 2011. [en línea] de: <http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=50>
16. Brau, E; Pumarola, J. (2002) Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 624. *RCOE V.7 n.3 Madrid mayo – jun*. Obtenido 5 Septiembre 2011. [en línea] de: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2002000400004&lng=es&nrm](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2002000400004&lng=es&nrm)

17. Roig, M; Canalda, S; Brau, E. (1997) Sistema de instrumentación Mecánico Lightspeed; *Facultad de Odontología. Universidad de Barcelona. España Depto. Oper Dent Endod.* Obtenido 8 Septiembre 2011. [en línea] de: <http://dentalw.com/papers/endo/lightspe.htm>
18. Maggiori, A; (2003) Sistemas Rotatorios; Tesis de Maestría en Endodoncia *Universidad Autónoma San Luis Potosí.* San Luis Potosí. Obtenido 12 Septiembre 2011. [en línea] de: <http://pub2.mx.tripod.com/pub2/Documentos/Rotatorios.pdf>
19. Azuero, M.M; Méndez, C; Rodríguez, C. (2006) Principios y generalidades de la instrumentación mecánica del sistema de conductos radiculares en endodoncia. *Pontificia Universidad Javeriana.* Obtenido 18 Septiembre 2011. [en línea] de: [http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/i\\_a\\_revision17.html](http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/i_a_revision17.html)
20. Hernández, R.A; (2004) “Comparación de tratamientos endodónticos utilizando técnica mecánica (instrumental rotatorio: sistema K3/KERR ®) versus técnica manual (en combinación con fresas Gates Glidden), realizados por estudiantes de cuarto año, en piezas dentales monorradiculares, en el laboratorio de la unidad de endodoncia de la Facultad de Odontología durante el año 2,004”. Tesis para obtener título de Cirujano Dentista; Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenida 19 Septiembre 2011. [en línea] de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/09/09\\_1847.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/09/09_1847.pdf)
21. Eurodent. Co. Obtenido 21 Septiembre 2011. [en línea] de: <http://www.eurodent.com.co/catalogos/catalogo%20de%20productos%20sendonline.pdf>.
22. Trademarkia Inc. Obtenido 23 Septiembre 2011. [en línea] de: <http://www.trademarkia.com/m4-safety-handpiece-74664240.html>
23. Cohen, S., Kennet M.,(2008) Vías de la Pulpa. (9ª. Ed.). España: Elsevier. Pp:300-335.
24. Dentsply Maillefer Argentina. Obtenido 24 Septiembre 2011. [en línea] de: <http://www.dentsplyargentina.com.ar/Lima%20Nitiflex%20folleto.pdf>

25. Sendoline Co. Obtenido 5 Octubre 2011. [en línea] de: <http://www.sendoline.com/>
26. Zanello, D.M; Sousa, M; Djalma, J. (2005) MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE NÍQUEL-TITANIO. *Universidad Evangélica de El Salvador*. Obtenido 7 Octubre 2011. [en línea] de: [http://www.forp.usp.br/restauradora/temas\\_endo/temas\\_cast/mecanismo\\_rotatorio\\_niti.html](http://www.forp.usp.br/restauradora/temas_endo/temas_cast/mecanismo_rotatorio_niti.html)
27. Vadut, J. (2007) Evaluation of rotatory root canal instruments in vitro: a review; *Journal of Endodontics*, Pp. 189-203. Obtenido 13 Octubre 2011. [en línea] de: [http://www.quintpub.com/iscc/iscc\\_pdfs/endo\\_1\\_3\\_Vaudt\\_5.pdf](http://www.quintpub.com/iscc/iscc_pdfs/endo_1_3_Vaudt_5.pdf)
28. Valenzuela, W.(2011) RECIPROC® – One file endo; *Revista De La Sociedad De Endodoncia De Chile (Canal Abierto)*;No:23, Abril 2011; Pp: 4-7. Obtenido 13 octubre 2011. [en línea] de: <http://www.socendochile.cl/23.pdf>
29. Goldberg, F; (2011) Sistema Wave One (Dentsply Maillefer) Conformación radicular usando una lima única con movimientos de rotación alterna. *Blog endodoncia Argentina*. Obtenido 13 octubre 2011. [en línea] de: <http://endodonciaargentina.blogspot.com/2011/03/sistema-waveone-dentsply-maillefer.html>
30. Leonardo, M; De Toledo, R. (2009). Endodoncia: conceptos biológicos y recursos tecnológicos. (1a. ed.) Sao Paulo: Artes médicas latinoamericanas. Pp: 257-294.
31. Liu, J. (2009) Characterization of New Rotary Endodontic Instruments Fabricated from Special Thermomechanically Processed NiTi Wire. Tesis doctoral University Ohio E.U.A. Obtenido 13 Octubre 2011. [en línea] de: <http://etd.ohiolink.edu/send-pdf.cgi/Liu%20Jie.pdf?osu1244643081>

## Imágenes.

- 1.- Obtenida el 20 agosto 2011 [en línea] de: <http://journals.springer-ny.com/chedrnals.springer-ny.com/chedr>
- 2.- Obtenida el 20 agosto 2011 [en línea] de: <http://journals.springer-ny.com/chedr>
- 3.- Obtenida el 21 agosto 2011 [en línea] de:  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/e/eb/Nitinol Austenite and martensite.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/e/eb/Nitinol_Austenite_and_martensite.jpg)
- 4.- Obtenida el 21 agosto 2011 [en línea] de:  
<http://www.endoexperience.com/documents/Anoverviewofnickeltitaniumalloysused.pdf>
- 5.- Obtenida el 20 agosto 2011 [en línea] de: <http://journals.springer-ny.com/chedr>
- 6, 7, 8,9.- Obtenida el 5 Octubre 2011 [en línea] de:  
<http://www.sendoline.com/es/products/treatment/manual/niti-h-files/>
- 10, 11, 12.- Obtenida el 27 agosto 2011 [en línea] de:  
<http://www.endodonziamauventuri.it/Strumentario%20manuale/S-file.jpg>
- 13.- Obtenida el 8 Septiembre 2011 [en línea] de: [www.dentsply-asia.com](http://www.dentsply-asia.com)
- 14.- Obtenida 18 Septiembre 2011 [en línea] de:  
<http://omniodont.com.br/images/lima/DENTSPLY%20-%20Hand%20Protaper%20Universal.jpg>
- 15.- Obtenida el 2 Octubre 2011 [en línea] de:  
<http://www.endodonziamauventuri.it/Preparazione%20rotante%20Ni-Ti/NiTi-TEE%20-%20Brochure.jpg>
- 16.- Obtenida el 8 Septiembre 2011 [en línea] de:  
<http://dentalw.com/papers/endo/lightspe.htm>
- 17.- Obtenida el 10 Septiembre 2011 [en línea] de:  
<http://www.dentalcapitalbh.com.br/media/endodontia-maillefer/PROFILE-ORIFICE-SHAPER.jpg>

- 18.- Obtenida el 10 Septiembre 2011 [en línea]:  
<http://www.sandendental.com/619-668-large/limas-profile-06-maillefer-n15-21mm.jpg>
- 19, 20.- Obtenida el 18 Septiembre 2011 [en línea]:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1138-123X2002000400005&script=sci\\_arttext#f1](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1138-123X2002000400005&script=sci_arttext#f1)
- 21.- Obtenida el 12 Septiembre 2011 [en línea]:  
<http://pub2.mx.tripod.com/pub2/Documentos/Rotatorios.pdf>
- 22.- Obtenida el 27 Agosto 2011 [en línea]:  
<http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/instrumental5.html>
- 23.- Obtenida el 18 Octubre 2011 [en línea]:  
<http://www.gacetadental.com/imagenes/ed-162-047.jpg>
- 24.- Obtenida el 14 Septiembre 2011 [en línea]:  
<http://www.odontologiabrasileira.com.br/wp-content/uploads/posts/flexmaster-introfiles.jpg>
- 25.- Obtenida el 13 Septiembre 2011 [en línea]:  
[http://www.google.com.mx/imgres?q=limas+k3&um=1&hl=es&tbm=isch&tbnid=7P1\\_1OwrNA](http://www.google.com.mx/imgres?q=limas+k3&um=1&hl=es&tbm=isch&tbnid=7P1_1OwrNA)
- 26.- Obtenida el 10 Septiembre 2011 [en línea]: [www.dentsply-asia.com](http://www.dentsply-asia.com)
- 27.- Obtenida el 5 Septiembre 2011 [en línea]:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2002000400004&lng=es&nrm](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2002000400004&lng=es&nrm)
- 28.- Obtenida el 3 Septiembre 2011 [en línea]:  
<http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=50>
- 29.- Obtenida el 10 Octubre 2011 [en línea]:  
<http://www.mwdental.com/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/396x432/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/3/m348-8900.jpg>
- 30, 31, 32.- Obtenida el 13 Octubre 2011 [en línea]:  
<http://www.socendochile.cl/23.pdf>
- 33.- Obtenida el 13 Octubre 2011 [en línea]:  
<http://endodonciaargentina.blogspot.com/2011/03/sistema-waveone-dentsply-maillefer.html>