



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL Y DE LA  
PUNTA DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS MTWO Y  
EASYSHAPE VISTOS AL M.E.B.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O   D E N T I S T A

P R E S E N T A:

OSCAR SÁNCHEZ SORIA

TUTOR: Esp. CARLOS TINAJERO MORALES

ASESOR: Esp. JUAN IGNACIO CORTÉS RAMÍREZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

A mis Papás... porque de no ser por ustedes simplemente nada de esto sería posible, gracias por brindarme su apoyo en todos los sentidos y de forma incondicional, pues todo lo que pueda ser personal y profesionalmente es gracias a ustedes por lo cual les dedico con todo amor este trabajo... MIL GRACIAS!!!

A mi hermano Marcos... muchas gracias por estar siempre disponible y por tu primordial ayuda en lo que se refiere al manejo de la tecnología... grazie!

A mis Abues... Trinidad que siempre estas al “pendiente” de mi y de a que hora regreso a casa, muchas gracias “Tini”. Y un recuerdo con mucho cariño para mi Abue Victoria.

Al Dr. Soria... Gracias por compartir tus conocimientos en esas pláticas con forma de pequeñas conferencias. Laura Soria... TQM!

A mi Tutor... Master-Endo! Dr. Carlos Tinajero quien a pesar de su saturada agenda siempre me hizo un espacio para examinar y guiar este estudio y quien nunca dejo de contestar una sola llamada, además de infundirme el concepto de Excelencia, brindarme su amistad y algún buen chiste, je!... Muchísimas Gracias!

A mi Asesor... Dr. Ignacio Cortés, Gracias de verdad por sus correcciones y opiniones sobre la mejor forma de desarrollar este estudio.

A los Doctores Jesús Díaz de León, Margarita Linares, Jesús Arenas Alatorre (Jefe Operacional del Laboratorio de Microscopía del Instituto de Física de la UNAM), Diego Quiterio (Laboratorista del Instituto de Física), Físico Roberto Hernández (Operador del Microscopio Electrónico de Barrido) y Srita. Verónica Duran (Reservación para sesiones de microscopía)... Toda mi gratitud!

Por supuesto!!!... a la UNAM y en particular a la Facultad de Odontología por permitirme ser parte de esta Querida y Máxima casa de Estudios, y claro que a todos los Doctores que a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos... Muchas Gracias!

A todos mis amigos que he tenido la fortuna de conocer en la Facultad y que no menciono por temor a duplicar el numero de paginas de este trabajo... je! pero que ellos saben perfectamente quienes son... Stan, Ana, Richie, Geral, etc. etc.... Gracias por su amistad!!!

Y por ultimo pero no menos importante... Gracias a todos mis pacientes que tuvieron la confianza de poner su salud bucal en mis manos... Muchísimas Gracias!

# INDICE

1. INTRODUCCIÓN	
2. ANTECEDENTES.....	2
2.1 Aplicaciones.....	12
2.2 Características del Sistema Mtwo.....	14
2.3 Características del Sistema EasyShape.....	18
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
4. JUSTIFICACIÓN.....	22
5. OBJETIVOS.....	23
5.1 General.....	23
5.2 Específicos.....	23
6. MATERIAL Y MÉTODO.....	24
6.1 Tipo de estudio .....	24
6.2 Población de estudio de muestra .....	24
6.3 Criterios de Inclusión.....	24
6.4 Criterios de Exclusión.....	24
6.5 Metodología.....	25

7. RECURSOS.....	34
7.1 Humanos.....	34
7.2 Materiales.....	34
8. RESULTADOS DISEÑO EN SECCIÓN TRANSVERSAL .....	35
8.1 Resultados de estudio porcentual Níquel-Titanio (EDS).....	38
8.2 Resultados del diseño de la punta .....	43
9. CONCLUSIONES.....	49
10. BIBLIOGRAFÍA.....	50



## 1. INTRODUCCIÓN

En todas las especialidades pero particular de este estudio en la Endodoncia la ciencia y la tecnología cada día prosperan proyectando numerosas y nuevas propuestas las cuales siguen el mismo objetivo: Éxito clínico al realizar un tratamiento de conductos ofreciendo excelencia en limpieza y conformación de conductos, así como un método rápido, sencillo y satisfactorio. De tal forma que los instrumentos mas usados por décadas para dicho fin (limas manuales) de diferentes diseños, aleaciones y fabricaciones han sido poco a poco desplazadas por novedosos sistemas rotatorios que a velocidades constantes y con control de torque accionan instrumentos de aleación Níquel-Titanio los cuales se proponen como el mejor método de instrumentación exhibiendo y ofreciendo las mejores características del mercado respaldados por la gran publicidad que despliega cada una de sus casas comerciales.

Pero en realidad es el especialista quien en base a los principios biológicos y mecánicos del tratamiento de conductos escoge el sistema y los instrumentos que mejor le califiquen y que cumplan con todos sus intereses; teniendo en cuenta la habilidad para manejar dicho sistema y principalmente fundamentándose en los resultados que obtenga para así decidir su preferencia.

Por lo tanto el objetivo de este estudio es realizar una comparación en cuanto a las características físicas de dos sistemas de instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio: Mtwo y EasyShape.



## 1. ANTECEDENTES

Es tal la necesidad del hombre por alcanzar la perfección que el desarrollo de la tecnología ha venido proponiendo ideas algún día inimaginables en todos los campos, demostrando una vez más su capacidad para resolver los problemas<sup>1</sup>.

La Odontología y en este estudio particular la Endodoncia no son perdonadas de sufrir estas actualizaciones tecnológicas, pues día a día las casas comerciales lanzan nuevos productos los cuales después de un corto tiempo son eximidos por otros mas innovadores, pues la satisfacción de una necesidad siempre dará origen a uno nuevo creando una especie de circulo.

Los instrumentos más utilizados para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares desde hace ya varias décadas son las limas manuales fabricadas en acero al carbono a partir de 1901 cuando la casa Kerr introdujo al mercado la primera lima K, pero debido a la rigidez que caracteriza a estos instrumentos, las complicaciones en la limpieza y conformación de conductos curvos era muy evidente, por tal motivo los fabricantes tratando de resolver este problema lanzaron nuevos instrumentos cuyas variaciones implicaban modificaciones en punta, sección transversal, ángulo y profundidad de las espiras para tratar de resolver dichas dificultades.

Es así como surge la necesidad de investigar con nuevas aleaciones y nace el uso del Níquel-Titanio como nueva aleación.

En enero de 1958 William J. Buehler (Fig. 1), metalúrgico en el Naval Ordnance Laboratory (NOL) había completado la investigación sobre una serie de aleaciones Hierro-Aluminio.

<sup>1</sup>. Cely G. El horizonte bioético de las ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. 3R Editores Ltda. 5ta edición, 2002. Pág. 363-364.



Buehler nació en Detroit, Michigan el 25 de octubre de 1923; se recibió en la licenciatura de ciencias con el grado de ingeniero químico en 1944, y en la maestría de ciencias con el grado de ingeniero metalúrgico en 1948 en la Universidad Estatal de Michigan en East Lansing. En 1948 fue contratado como Instructor en Metalurgia en la Universidad Estatal de Carolina del Norte en Raleigh. En junio de 1951 el Naval Ordnance Laboratory en White Oak, Maryland buscaba un Ingeniero Mecánico para su personal, y Buehler fue contratado. Fue ascendido a metalúrgico en enero de 1952 y por julio de 1956 fue supervisor de física metalúrgica.



FIG. 1 WILLIAM J. BUEHLER EN 1968. EN LA FOTO CON UNA DEMOSTRACIÓN DE ALAMBRE DE NITINOL. LA ELECTRICIDAD SE HACE PASAR POR UNA PIEZA DE ALAMBRE RECTO Y EL ALAMBRE CAMBIARIA EN LA PALABRA "INNOVATIONS". THE OAK LEAF, U.S. NAVAL ORDNANCE LABORATORY, WHITE OAK, MARYLAND, JUNIO DE 1968.





Después de completar el proyecto de aleación Hierro-Aluminio encontró en el Naval Ordnance Laboratory, un proyecto en curso de los materiales que contaba con el objetivo de desarrollar materiales metálicos para el cono de nariz del vehículo de reingreso Polaris de la Marina de Estados Unidos. El proyecto interno fue bajo la dirección del Aéreodinamista Jerry Persh; su tarea inicial era la de proporcionar datos de propiedades físicas y mecánicas sobre metales existentes y aleaciones para los cálculos de la capa límite, estos cálculos fueron simular la calefacción de un cuerpo de reingreso a través de la atmósfera de la tierra. Para iniciar el proyecto de material de reingreso Buehler consultó "Constitution of Binary Alloys"<sup>2</sup> de Max Hansen's recientemente publicada, este libro contiene lo que entonces era la más completa colección de diagramas binarios, mostrando el estado sólido, fase de relaciones de dos componentes -aleaciones metálicas- en función de la composición y temperatura. Buehler seleccionó aproximadamente sesenta compuestos metálicos de aleación para más estudios<sup>3</sup>. Pero este número fue reducido por varias lógicas razones a doce sistemas de aleación, uno de estos sistemas, la aleación de Níquel-Titanio exhibió inmediatamente una considerable mayor resistencia al impacto y ductibilidad que las otras once aleaciones<sup>4</sup>. En 1953 el Dr. Harold Margolin de la Universidad de Nueva York llevó a cabo algunos estudios sobre los cambios de fase de las aleaciones Níquel-Titanio<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> Hansen, M. Constitution of Binary Alloys, 2nd ed.; McGraw-Hill: New York, 1958.

<sup>3</sup> Buehler, W. J., unpublished Laboratory notebook, 5 february 1958.

<sup>4</sup> Buehler, W. J., letter to Amy Axt Hanson, 15 June 1991.

<sup>5</sup> Margolin, H., Ence, E.; Nielsen, J.P. *J. of Metals* **1953**, 191, 243.



En 1959 Buehler decidió concentrarse en la composición de Níquel-Titanio nombrando a su descubrimiento **NITINOL** por su origen “**NI**quel **TI**tanio **NA**val **O**rdanance **L**aboratory”, y ese mismo año hizo una observación acerca de su descubrimiento inspirado en la extraordinaria pero aun sin descubrir propiedad del NITINOL.

En 1962 el Dr. Frederick E Wang (Fig. 2) se unió al grupo de Buehler en el Naval Ordnance Laboratory. Wang nació el 1º de agosto de 1932 en Su-Tou, Formosa (ahora Taiwán), emigro a Estados Unidos graduándose de licenciatura en Química y Física en la universidad de Tennessee en Knoxville. Después de recibir su doctorado en Química-Física en la universidad de Syracuse en 1960<sup>6,7</sup> trabajó como asociado posdoctoral para el futuro nobel de Química William Nunn Lipscomb, Jr. En la universidad de Harvard. Las aplicaciones comerciales del Nitinol que estarían por venir no habrían sido posibles sin el descubrimiento del Dr. Wang de cómo funciona la propiedad de forma de memoria del Nitinol<sup>8</sup>



FIG. 2 DR. FREDERICK E. WANG.

<sup>6</sup> Who's Who in Technology: Biographies, 6th ed.; Unterberger, A.L., Ed.; Gale Research: Detroit, MI, 1989; Vol. 1, p 1725.

<sup>7</sup> American Men & Women of Science, 17th ed.; R. R. Bowker: New York, 1989-1990; Vol. 7, p 423.

<sup>8</sup> Wang, F. E. Proc. First Intern. Conf. On Fracture 1965, 2, 899.



Una aleación como NITINOL con una memoria mecánica, requiere cierta base atómica como característica estructural.

El primer requisito es un orden atómico en fase de estado sólido tradicionalmente llamado Austenita (nombrado por el metalúrgico Inglés Sir William Chandler Roberts-Austen, 1843-1902) que existe en el régimen de temperatura superior. La Austenita es una forma de ordenamiento distinta de los átomos de hierro y carbono. Ésta es la forma estable del hierro puro a temperaturas que oscilan entre los 900 a 1400° C. está formado por una disolución sólida del carbono de hierro lo que supone un porcentaje máximo de C del 2%. Es dúctil, blanda y tenaz. La estructura cristalina de la Austenita es del tipo cúbica de caras centradas FCC (Fig. 3) con una dureza de 300 Brinell, una resistencia a la tracción de 100 kg/mm y un alargamiento del 30 %, no es ferro-magnética a ninguna temperatura.

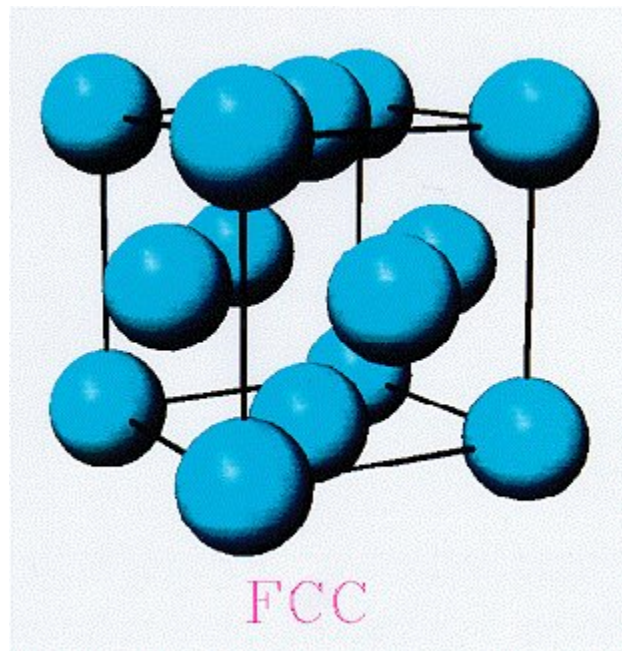


FIG. 3 ESTRUCTURA AUSTENITA (CENTRADO CUBICO EN CARA).



En segundo lugar a una temperatura inferior los átomos del orden de la fase Austenita deben ser capaces de sólido a sólido distorsionar en un arreglo muy complejo una fase de nuevo arreglo atómico que se le ha dado el nombre de Martensita (nombrado por el Metalúrgico Alemán Adolf Martens, 1850-1914). La cual es el nombre que recibe la fase cristalina BCC (Fig. 4), en aleaciones ferrosas. Dicha fase se genera a partir de una transformación de fases sin difusión. Ya que la transformación Martensita no implica difusión, ocurre casi instantáneamente, los granos Martensíticos se nuclean y crecen a velocidad muy alta: la velocidad del sonido dentro de la matriz Austenita.

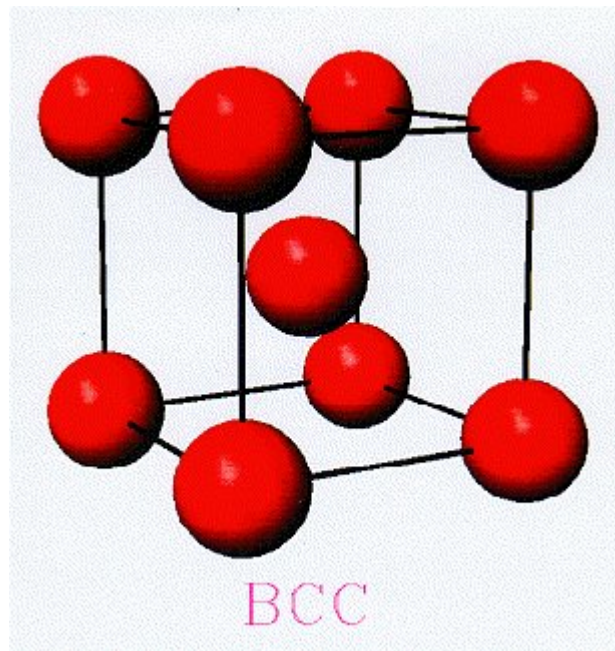


FIG. 4 ESTRUCTURA MARTENSITA CENTRADO CUBICO EN CUERPO



La transición Austenita-Martensita se realiza a través de un rango crítico de temperatura o especialmente en situaciones con tensión y presión aplicada (Martensita inducida por estrés). Por lo tanto el NITINOL tiene que someterse a una transformación Martensita. El movimiento relativo complejo de los átomos dentro de la fase Martensita es demasiado complicado para describirse en detalle pero se puede pensar en la aleación NITINOL sólida como una disminución de temperatura. Empezando por debajo del punto de fusión de aleación y hasta 600-700° C (1112-1292° F) la estructura de cristal es desordenada en su cuerpo cúbico central. Desde los 600° C (1112° F) que es el **Rango de Temperatura de Transformación** (TTR), la estructura de cristal se convierte en la de un orden cúbico llamado frecuentemente Estructura Cs Cl. Como la aleación se enfría a través del TTR sus átomos distorsionan formando la nueva y bastante compleja fase Martensita. Las funciones críticas de enfatizar aquí es la transformación (transición) Martensita-Austenita. Y el TTR cuando éste estado sólido produce el mecanismo de distorsión <sup>9</sup> (Fig. 5).

<sup>9</sup> Wang, F. E.; Buehler, W. J. Ocean Engineering 1968, 1, 105.

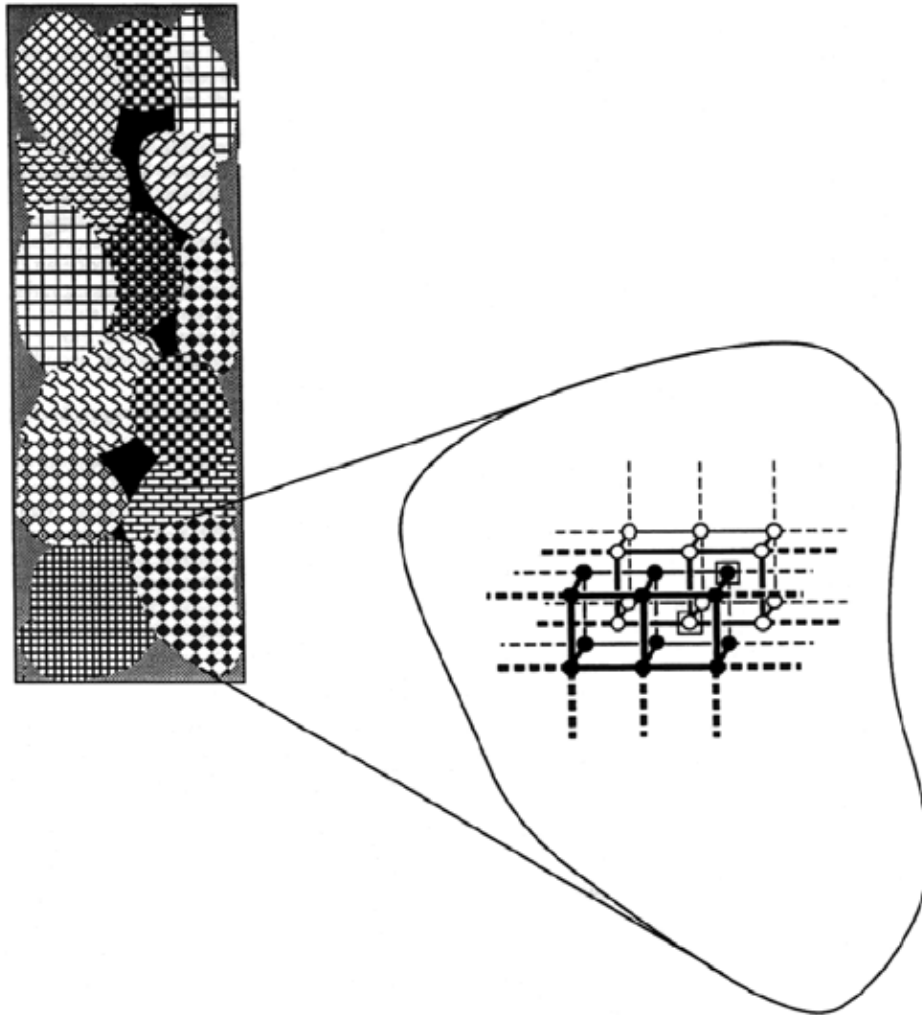


FIG. 5 MUESTRA DE METAL MULTICRISTALINA. CADA PATRON REPRESENTA UN GRANO DIFERENTE DE FORMA ALEATORIA, TAMAÑO Y ORIENTACIÓN DE LA CELOSÍA DEL ATOMO. NEGRO INDICA LAS DIFERENCIAS ENTRE LOS GRANOS. EL AGRANDAMIENTO A LA DERECHA MUESTRA LA ESTRUCTURA DE LA FASE DE AUSTENITA DE LA CELOSÍA ATOMICA DEL NITINOL LLAMADO "CENTRADO CUBICO EN EL CUERPO" LOS CUBOS ESTAN ENTRELAZADOS DE TAL FORMA QUE CADA ESQUINA ESTA EN EL CENTRO DE OTRO CUBO, LA DISTANCIA DE UNA ESQUINA AL CENTRO DE UN CUBO ES MAS CORTA QUE LA DISTANCIA A LA ESQUINA VECINA. POR LO TANTO LOS VECINOS MAS CERCANOS A CADA UNO DE LOS ATOMOS DE NIQUEL (MOSTRADOS POR LOS CIRCULOS BLANCOS) SON ATOMOS DE TITANIO (CIRCULOS NEGROS) NO OTROS ATOMOS DE NIQUEL Y VICEVERSA.



El Nitinol es un conglomerado de regiones de diminutos cristales sencillos llamados granos, todo de tamaño, forma y orientación aleatorio. Para corregir la forma deseada en Nitinol deberá calentarse aproximadamente a  $500^{\circ}\text{C}$  ( $932^{\circ}\text{F}$ ). Mientras esta restringida en su deseada posición fija. El efecto del calentamiento es la reestructuración de la celosía atómica dentro de granos individuales y los átomos de grano adoptan la fase Austenita (ordenada atómicamente) que tiene una estructura atómica en que cada átomo de níquel está rodeado por 8 átomos de titanio en las esquinas del cubo; así mismo está rodeado cada átomo de titanio por un cubo de átomos de níquel. Por ejemplo, cuando un alambre de Nitinol se enfría por debajo de su rango de temperatura de transición, los granos dentro de la fase Austenita cambian a la fase Martensita, que significa que los átomos de níquel y titanio dentro del alambre asumen una disposición tridimensional diferente y más compleja. La estructura de Austenita se distorsiona ligeramente, pero estas distorsiones están en la escala atómica y por lo tanto no son visibles, son 24 variables tridimensionales de la escala de distorsión atómica<sup>10</sup>. Por lo tanto el alambre de NITINOL puede ser enfriado desde el rango de temperatura Austenita, a través del TTR hasta temperatura ambiente sin cambiar su forma sin embargo ocurren las transformaciones de fase Austenita-Martensita cuando la distorsionada aleación de NITINOL se calienta, una vez más se incrementa el movimiento de los átomos, para acomodar el incrementado movimiento térmico los átomos deslizan de regreso dentro de la configuración de la fase Austenita restaurando la forma original de la aleación.

<sup>10</sup> Jacob, A.T. Memory Metal; Institute for Chemical Education: Madison, WI, 1991.



El NITINOL es el mejor ejemplo de las aleaciones con memoria de forma (Shape Memory Alloy SMA), estas deben sus propiedades a una transición de fase entre una estructura de tipo Austenita y una de tipo Martensita. Las transiciones de fase en los sólidos pueden producirse por dos mecanismos muy diferentes. El más común consiste en el desplazamiento de átomos de sus posiciones de equilibrio, mediante un proceso conocido como difusión, para adoptar una nueva estructura más estable en las condiciones de presión y temperatura a las que se encuentra el material. Este tipo de transiciones se produce generalmente de una forma lenta.

Las aleaciones con memoria de forma sufren también una transición de fase que se produce mediante un movimiento cooperativo de un gran número de átomos, los cuales sufren desplazamientos muy pequeños de posiciones de equilibrio. Puesto que no existe difusión de átomos esta transformación es muy rápida (puede alcanzar la velocidad del sonido), este tipo de transformación recibe el nombre de Martensítica, debido a que se describieron en primer lugar para la transformación del acero entre sus fases Austenita (dúctil y maleable) y Martensita (frágil y dura).

La Martensita (de baja temperatura) es una fase menos simétrica que la Austenita (monoclínica cúbica), una vez que se ha generado por enfriamiento la fase Martensita, se puede deformar fácilmente y de una forma plástica, pero la transformación por calentamiento recupera la única estructura de tipo Austenita posible. Este efecto, a escala macroscópica se manifiesta en la recuperación de la forma inicial.

En un proceso típico de transformación con memoria de forma, la pieza se enfría desde el estado de Austenita para transformarla en Martensita. En esta fase el material es maleable y se deforma fácilmente, cambiando de forma. Un calentamiento a una temperatura superior a la de transformación devuelve el objeto a su forma original.





## 2.1 APLICACIONES

Las aplicaciones de las aleaciones con memoria de forma que se han desarrollado hasta el presente se derivan de sus dos propiedades fundamentales a saber: la súper elasticidad y la recuperación de la forma, debido al amplio rango de funciones que pueden cumplir en el área de la Medicina, la Odontología Ingeniería y las aplicaciones electrónicas.

Diminutos dispositivos de Nitinol se emplean para corregir una de las malformaciones cardiacas más frecuentes: la comunicación interauricular (CIA).

Se emplea también en numerosos dispositivos de cirugía no invasiva, ya que permiten generar grandes deformaciones en el material, que se recuperan cuando se elimina la carga. Esta propiedad posibilita aplicaciones en dispositivos utilizados en medicina, como los Stents (Fig. 6-A y 6-B), prótesis tubulares que restablecen la capacidad de flujo de cualquier conducto corporal afectado de estrechamiento.



FIG. 6-A STENT USADO EN EVAR

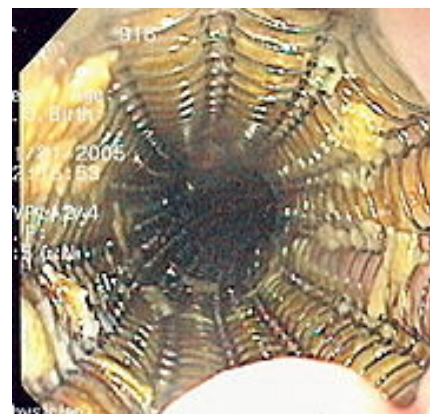


FIG. 6-B STENT AUTOEXPANDIBLE



Su introducción a la Odontología fue mediante el uso de alambres de ortodoncia los cuales mantienen presión de forma constante sobre los dientes. Y es en 1975 cuando Civjan y cols.<sup>11</sup> trabajando para el Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América del Centro Médico del Ejército Walter Reed, fueron los primeros en sugerir que la aleación de Níquel-Titanio poseía propiedades que se ajustaban bien a los instrumentos endodóncicos. Walia, Brantley y Gerstein<sup>12</sup> refirieron por primera vez el uso de un sistema metalúrgico totalmente nuevo, el alambre de ortodoncia de Nitinol<sup>13</sup> para la fabricación de limas de Endodoncia. Los resultados de sus pruebas mecánicas<sup>14</sup> mostraron que las limas de Níquel-Titanio tenían dos o tres veces la flexibilidad de las limas de acero inoxidable, a la vez que una súper resistencia a la fractura por torsión. Estos resultados sugirieron que las limas endodóncicas de Níquel-Titanio podrían ser especialmente útiles para la preparación de conductos radiculares curvos.

Pero su campo de aplicación abarca actualmente numerosos sectores que va desde su uso en antenas para satélites desplegables a sensores de distintas maquinarias, pasando por materiales para la construcción de puentes colgantes o dispositivos antisísmicos.

<sup>11</sup> Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (Nitinol) Alloys. J Dent Res 1975; 89-96.

<sup>12</sup> Walia H, Brantley WA Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root Canals files. J Endodon. 1988, 346-351.

<sup>13</sup> Buehler WJ, Cross WB. 55- Nitinol uniques wire alloy with a memory. Wire J. 1969; 41-49.

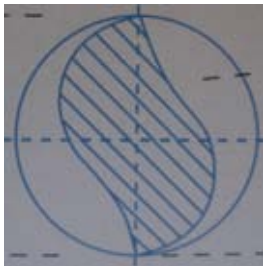
<sup>14</sup> Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. The super-elastic property of Japanese NiTi Alloy wire for use in orthodontics. Am J Orthod Dentofac Orthop 1986:90.



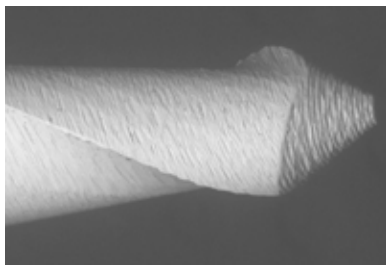
## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA MTWO

### DISEÑO

- Tiene 2 aristas de corte que forman espirales casi verticales que garantizan un mejor control de la progresión del instrumento facilitando el avance en el conducto radicular.



- Posee una punta no cortante lo cual les confiere un máximo espacio para remover la dentina, un mínimo contacto radial evitando riesgo de perforaciones.



INSTRUMENTO MTWO 40,05

X 100 AUMENTOS



- El espacio entre espiras (pitch) es variable y progresivo siendo más profundo hacia la base de las espiras ayudando a reducir la acumulación y la obstrucción con limalla dentinaria.

- **Punta inactiva.** Evita la deformación y transporte apical durante la conformación.
- **Mangos cortos.** Miden 11 mm. de longitud siendo más cortos que los de otros sistemas, permitiendo un mejor acceso en las zonas de posteriores durante la instrumentación.

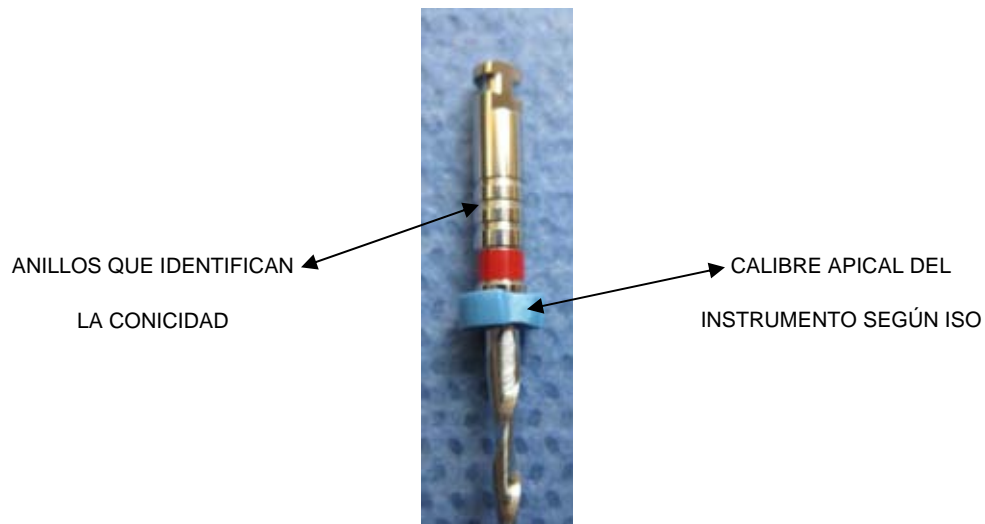




- Los instrumentos Mtwo se fabrican en **longitudes** de 25 y 31 mm. Son los únicos instrumentos disponibles que presentan parte activa tanto de 16 como de 21 mm. Según el fabricante los instrumentos con parte activa de 21 mm. están ideados para eliminar las posibles interferencias presentes en la porción coronal, sin provocar un debilitamiento excesivo en las paredes del conducto.



- Para la **identificación** de los instrumentos, estos presentan un anillo de color en el mango que corresponde al calibre apical del instrumento siguiendo las normas de la ISO. La conicidad esta señalizada mediante unas ranuras presentes en el mango y corresponden de la sig. manera: 1 anillo conicidad 04, 2 anillos conicidad 05, 3 anillos conicidad 06 y 4 anillos conicidad 07.





## SECUENCIA DE INSTRUMENTACIÓN

- La secuencia de instrumentación básica de este sistema según el fabricante esta formada por 4 instrumentos:
  - Diámetro apical 10 mm conicidad 04 mm.
  - Diámetro apical 15 mm conicidad 05 mm.
  - Diámetro apical 20 mm conicidad 06 mm.
  - Diámetro apical 25 mm conicidad 06 mm.
- Para conductos que presenten calibre apical mayor a 25 mm. el sistema presenta 3 instrumentos siguientes:
  - Diámetro apical 30 mm conicidad 05 mm.
  - Diámetro apical 35 mm conicidad 04 mm.
  - Diámetro apical 40 mm conicidad 04 mm.
- En aquellos casos que se desee obturar con condensación vertical y dar mayor conicidad a la preparación existe un siguiente instrumento:
  - Diámetro apical 25 mm conicidad 07 mm.



### 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EASYSHAPE

- El sistema EasyShape consiste en limas de níquel-titanio para la preparación de conductos radiculares. Su particularidad más destacada es la geometría de sus aristas extremadamente cortantes en forma de doble S, que garantizan una preparación muy eficiente. Este sistema ha sido desarrollado en colaboración con el Dr. Edgar Schäfer de la clínica universitaria de Munster.



FORMA DE DOBLE S

- Según el fabricante los instrumentos tienen **punta inactiva**, por lo que es imprescindible que el pasaje del conducto radicular esté totalmente desobstruido antes de comenzar con la preparación.
- Tamaño de instrumentos y colores según la norma ISO. El tamaño de un instrumento EasyShape puede identificarse mediante la codificación de color en el mango siguiendo el sistema de colores según la ISO: Blanco diámetro apical 15 mm, Amarillo diámetro apical 20 mm, Rojo diámetro apical 25 mm, Azul diámetro apical 30, Verde diámetro apical 35 y Negro diámetro apical 40 mm. Esta codificación en el mango tiene forma de espiral.



- **Conicidad.** Los instrumentos EasyShape están disponibles en conicidades de 04, 05 y 06 mm. además de la espiral de color incluyen una marca láser en el mango identificando el número de instrumento y su conicidad. Por ejemplo: ES04 Blanco se refiere a un instrumento con diámetro apical 15 mm. y conicidad de 04 mm.
- **Revestimiento de nitruro de titanio (TIN).** Los instrumentos están dotados de un revestimiento dorado que proporciona la buena eficacia de corte e impide que los fillos pierdan prematuramente su capacidad de corte debido a la esterilización.
- **Control de la profundidad de preparación.** Con el fin de respetar la longitud de trabajo independientemente de las condiciones de trabajo, los instrumentos EasyShape fueron provistos de ranuras que marcan la profundidad, y de topes radiopacos. Las marcas de profundidad (ranuras en el cuello del instrumento) sirven de ayuda visual donde un tope obstruiría la visibilidad ya que se encuentran siempre en la misma posición: a 18, 19, 20 y 22 mm. medidos desde la punta del instrumento.



SISTEMA EASYSHAPE





## SECUENCIA DE INSTRUMENTACIÓN

- Los instrumentos EasyShape se utilizan en orden ascendente. La preparación comienza con el instrumento ES04.015 continuando con los instrumentos siguientes ES05.20, ES06.25, ES05.30, ES 04.35 y ES04.40; esta sistematización ascendente y obvia de pocos pasos es sumamente clara y fácil de seguir, los instrumentos se utilizan siempre en el mismo orden empezando con diámetro apical 15 hasta alcanzar el diámetro apical necesario.
- Los instrumentos han sido diseñados para una longitud de preparación de 25 mm.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a las características de los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio Mtwo y EasyShape que los fabricantes nos proporcionan; de no estar fabricados con esta aleación, dichos instrumentos no se beneficiarían de la flexibilidad necesaria para conformar conductos curvos. En lo que se refiere a la sección transversal, de no cumplir con su forma de S itálica, definida por tener 2 aristas, el corte sería menos eficaz y podría producirse mayor dificultad en el desalojo de la limalla dentinaria y aumento de la fricción. En lo que concierne a la punta, de no ser inactiva, el riesgo de perforación sería mayor. Por lo tanto surge el siguiente cuestionamiento:

¿Los sistemas rotatorios Mtwo y EasyShape cumplen con las características especificadas por sus fabricantes?



## JUSTIFICACIÓN

Como referencia en conocimientos previos, sabemos que los instrumentos rotatorios fabricados con la aleación de Níquel-Titanio poseen la característica de gran flexibilidad, y en lo que representa a la forma de la sección transversal (*S*) adecuada con 2 aristas, se les confiere mayor capacidad de corte, desalojo más efectivo de limalla dentinaria evitando el riesgo de obstrucción del conducto, además de una menor fricción a lo largo de toda la longitud de trabajo. Así mismo, la punta al ser inactiva evita el riesgo de crear perforaciones.



## OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL

Comparar la sección transversal y la punta de los sistemas rotatorios Mtwo y EasyShape vistos al Microscopio Electrónico de Barrido.

### 5.2 ESPECIFICOS

Comparar la forma de la sección transversal de los sistemas rotatorios Mtwo y EasyShape por medio de Microscopía Electrónica de Barrido.

Comparar el diseño de la punta de los sistemas rotatorios Mtwo y EasyShape por medio de Microscopía Electrónica de Barrido.



## **MATERIAL Y MÉTODO.**

6.1 TIPO DE ESTUDIO: Comparativo

6.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO MUESTRA:

Sistema MTWO Casa VDW: Instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio (15-05, 20-06, 25-06, 30-05, 35-04 y 40,04)

Sistema EASYSHAPE Casa KOMET: Instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio (15-04, 20-05, 25-06, 30-05, 35-04, 40-04)

6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN: Se utilizaron instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio de los sistemas MTWO y EASYSHAPE.

6.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN: No se utilizaron instrumentos de acero inoxidable así como otros sistemas rotatorios como: Protaper, Profile, K3, Quantec, Flexmaster, RaCe, Endosequence, Liberator, Navy, S-Apex y otros.



## 6.5 METODOLOGÍA

### PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para realizar los cortes en los instrumentos y ser vistos al M.E.B. las muestras (instrumentos) deben someterse a cierta preparación que a continuación se describirá paso por paso.

Debido a que los instrumentos son demasiado largos para ser embebidos en acrílico (Fig. 7), lo primero que se realizó fue el corte del mango de todos y cada uno de los instrumentos a observar, a una distancia de 17 mm medida desde la punta: 6 instrumentos del sistema Mtwo y 6 instrumentos del sistema EasyShape.



FIG. 7



### Sistema Mtwo:



DIAMETRO APICAL	CONICIDAD
15 mm.	05 mm.
20 mm.	06 mm.
25 mm.	06 mm.
30 mm.	05 mm.
35 mm.	04 mm.
40 mm.	04 mm.

### Sistema EasyShape:



DIAMETRO APICAL	CONICIDAD
15 mm.	04 mm.
20 mm.	05 mm.
25 mm.	06 mm.



30 mm.	05 mm.
35 mm.	04 mm.
40 mm.	04 mm.

Para realizar este corte, cada uno de los instrumentos se colocó sobre una platina y se fijó con cianoacrilato como se muestra en la Fig. 8 y 9.



FIG. 8

FIG. 9

Ya fijo sobre la platina esta se lleva a la cortadora donde se miden los 17 mm a partir de la punta y se realiza el corte con disco de diamante a 1050 r/min y un avance de corte de 0.1 mm/min. (Fig. 10 y 11).







FIG. 10

FIG. 11

Una vez realizado el corte se colocan las muestras en frasquitos los cuales contienen acetona para retirar cualquier resto de cianoacrilato mediante un baño ultrasónico por 5 min. Pasado este tiempo se cambia la acetona por limpia y se colocan nuevamente en el baño ultrasónico otros 5 min. Como se muestra en las Fig. 12, 13 y 14.



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

Con los instrumentos limpios se procede a embeberlos en acrílico auto curable con la finalidad de obtener un corte más nítido y poder pulir el corte para una mayor fidelidad en la imagen Fig. 15 y 16, dejando la punta de los instrumentos fuera del acrílico para poder ser observada en el microscopio Fig. 17.



FIG. 15



FIG. 16

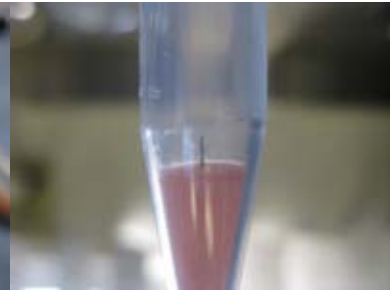


FIG. 17

Al tener los 12 instrumentos embebidos (Fig. 18) se procede a realizar el corte con el cual se observara la sección transversal de cada instrumento.

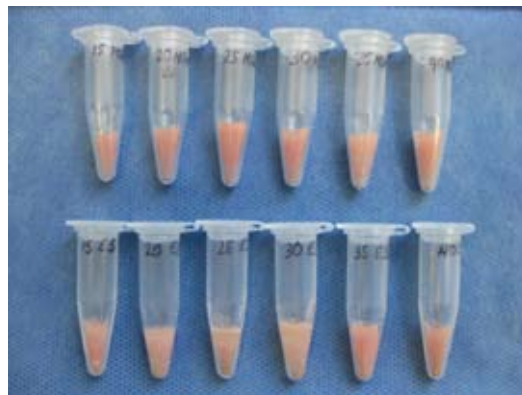


FIG. 18

Se colocan las capsulas ya con los instrumentos embebidos en una platina especial para sujetar dichas capsulas (Fig. 19)



(FIG. 19)

Se coloca la platina cerciorándose que la capsula quede paralela a las líneas guías de la cortadora (Fig. 20) y se ajusta la distancia de corte (Fig. 21).

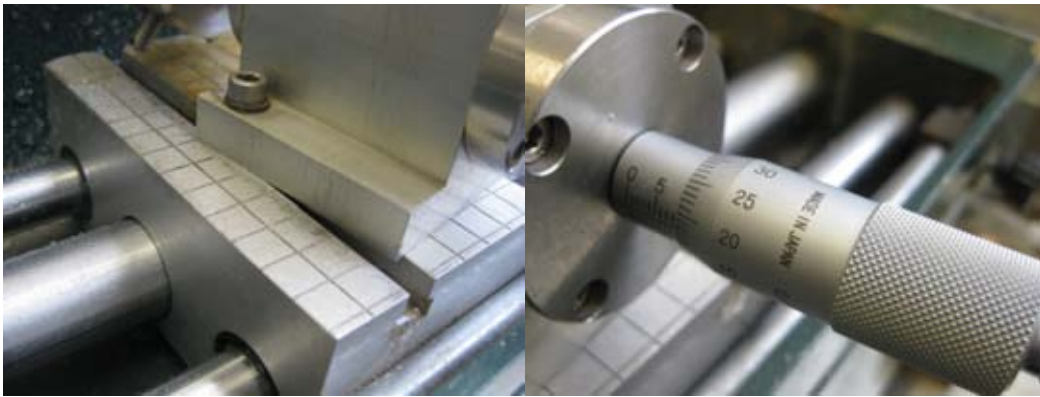


FIG. 20

FIG. 21

El corte se inicia a 1320 r/min. Y un avance de 0.7 mm/min. (Fig. 22 y 23).



FIG. 22



FIG. 23

Una vez realizado el corte (Fig. 24) se inicia el pulido con lijas de agua de diferentes tamaños de grano llevando el siguiente orden: 1000, 1200, 1500, 2000 y 4000 (Fig. 25, 26 Y 27).



FIG. 24



FIG. 25

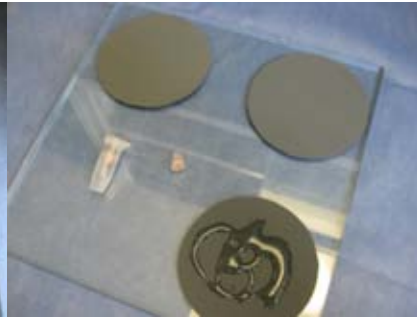


FIG. 26



FIG 27.

Al realizar el pulido y entre el cambio de una lija a otra se debe verificar la efectividad del mismo observando el corte en el microscopio óptico (Fig. 28) en el que paso a paso se observan los cambios (Fig. 29 A, B y C).



FIG. 28



FIG. 29

A

B

C

Para dejar las muestras listas para ser observadas en el M.E.B. se terminan puliendo con pasta de diamante sobre paño especial para pulir. (Fig. 30 y 31).

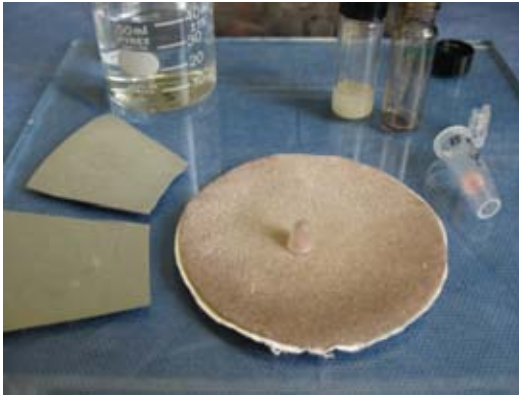
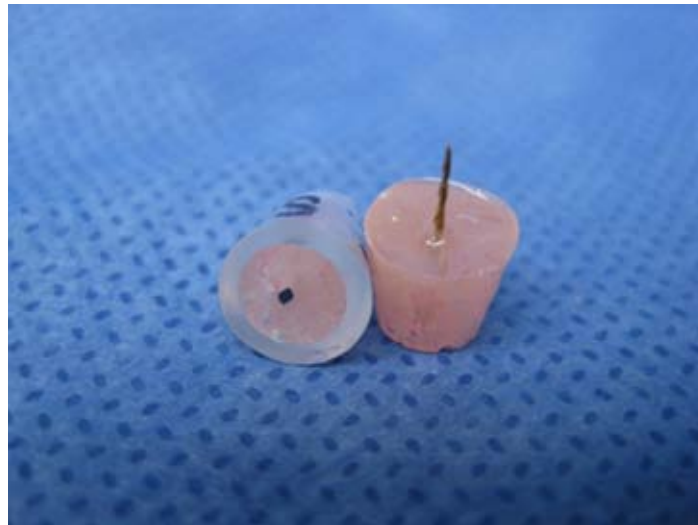


FIG. 30



FIG. 31



MUESTRAS LISTAS PARA OBSERVARSE

EN EL M.E.B.



## 1.

# RECURSOS

### 7.1 HUMANOS

- Tutor  
de tesina. Dirige y enfoca el estudio hacia un fin determinado para cumplir con los objetivos propuestos en dicho estudio.
- Asesor  
de tesina. Orienta y encamina el estudio.
- Jefe  
operacional de laboratorio (Instituto de Física de la UNAM). Dirige el Laboratorio de Microscopía.
- Recurs  
os Humanos (Instituto de Física de la UNAM). Reserva espacios disponibles para sesiones de microscopía.
- Laborat  
orista (Instituto de Física de la UNAM). Dirige la preparación de las muestras que se observaran en el M.E.B.
- Físico  
(Instituto de Física de la UNAM). Opera el M.E.B.

### 7.2 MATERIALES

- Muestra  
s (Sistemas Rotatorios Mtwo y EasyShape).
- Laborat  
orio de Microscopía del Instituto de Física de la UNAM:  
Cortadora de disco de diamante.  
Disco de diamante y platinas.  
Baño ultrasónico.  
Acetona, cianoacrilato, acrílico auto curable, capsulas para embeber, lijas para pulir de diferentes tamaños de grano (1000, 1200, 1500, 2000 y 4000), paño para pulir y pasta de diamante.  
Cámara digital.  
Microscopio óptico.  
Microscopio Electrónico de Barrido de Bajo Vacío LV-5600.





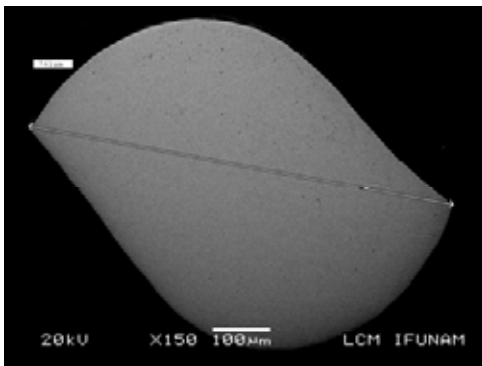
## RESULTADO DEL DISEÑO EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL

En cuanto a la forma de la sección transversal se obtuvieron las siguientes imágenes del M.E.B. mostrando claramente la forma de S Itálica y un incremento variable en la longitud de arista a arista el cual depende de la conicidad de cada instrumento en ambos sistemas los cuales se presentan con detalle a continuación y en orden a su diámetro apical desde el número 15 hasta el 40 con sus respectivas conicidades:

### SITEMA MTWO

Diámetro apical: 15 mm.

Conicidad: 05 mm.

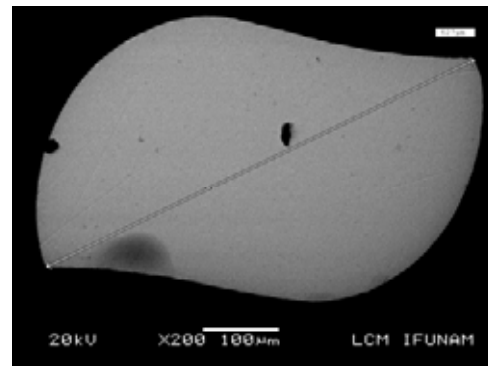


Longitud entre aristas: 761 µm

### SISTEMA EASYSHAPE

Diámetro apical: 15 mm.

Conicidad: 04 mm



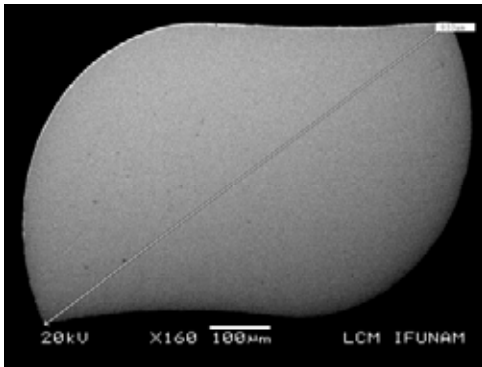
Longitud entre aristas: 627 µm



### SISTEMA MTWO

Diámetro Apical: 20 mm.

Conicidad: 06 mm.

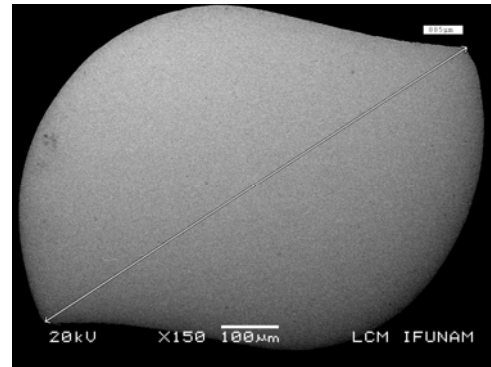


Longitud entre aristas: 833  $\mu\text{m}$

### SISTEMA EASYSHAPE

Diámetro Apical: 20 mm.

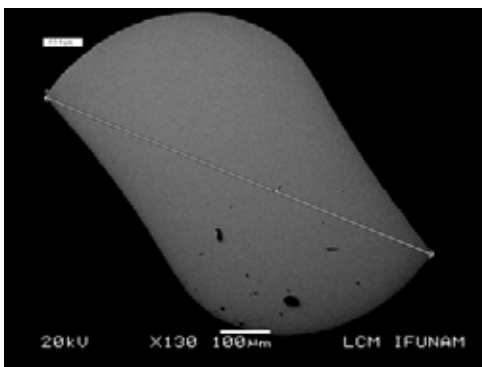
Conicidad: 05 mm.



Longitud entre aristas: 885  $\mu\text{m}$

Diámetro Apical: 25 mm.

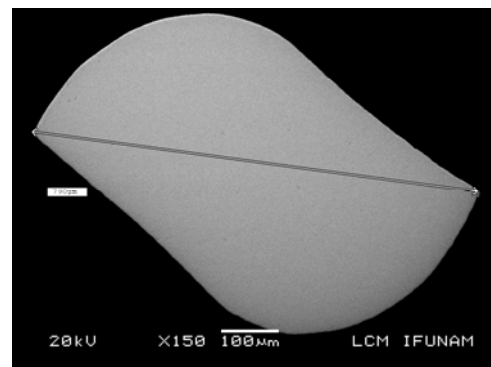
Conicidad: 06 mm.



Longitud entre aristas: 854  $\mu\text{m}$

Diámetro Apical: 25 mm.

Conicidad: 06 mm.



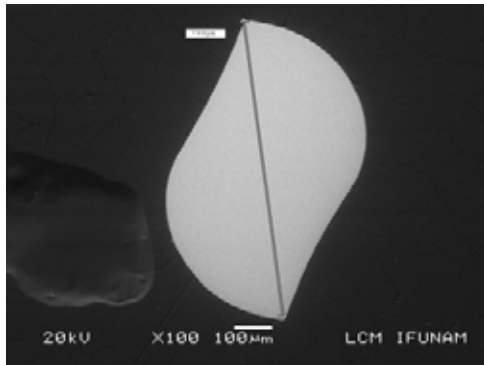
Longitud entre aristas: 790  $\mu\text{m}$



### SISTEMA MTWO

Diámetro Apical: 30 mm.

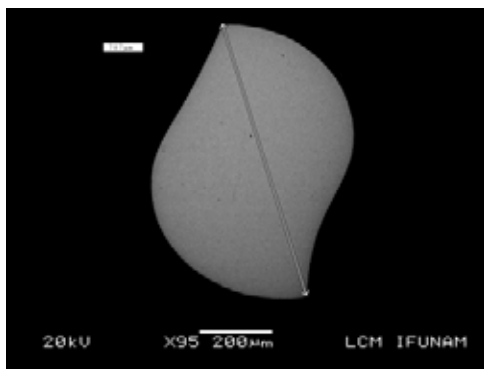
Conicidad: 05 mm.



Longitud entre espiras: 799 µm

Diámetro Apical: 35 mm.

Conicidad: 04 mm.

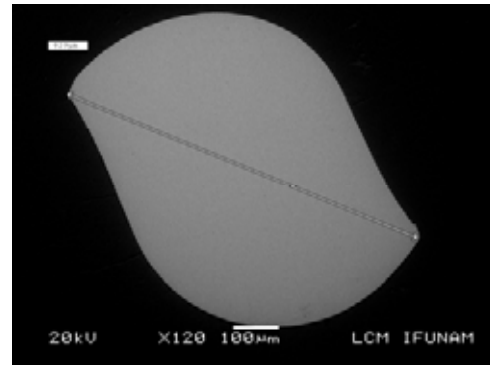


Longitud entre espiras: 787 µm

### SISTEMA EASYSHAPE

Diámetro Apical: 30 mm.

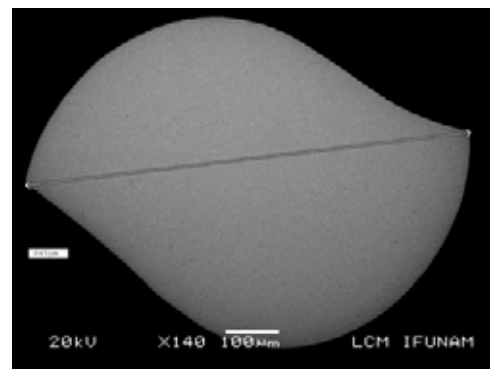
Conicidad: 05 mm.



Longitud entre espiras: 829 µm

Diámetro Apical: 35 mm.

Conicidad: 04 mm.



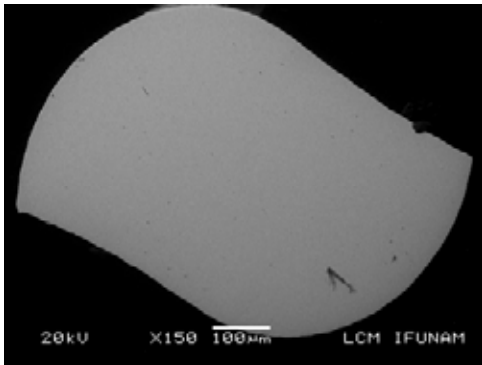
Longitud entre espiras: 845 µm



## SISTEMA MTWO

Diámetro Apical: 40 mm.

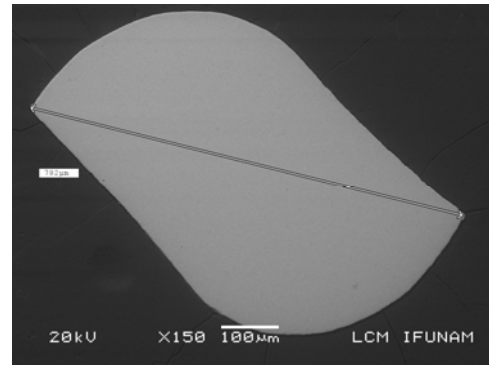
Conicidad: 04 mm.



## SISTEMA EASYSHAPE

Diámetro Apical: 40 mm.

Conicidad: 04 mm.

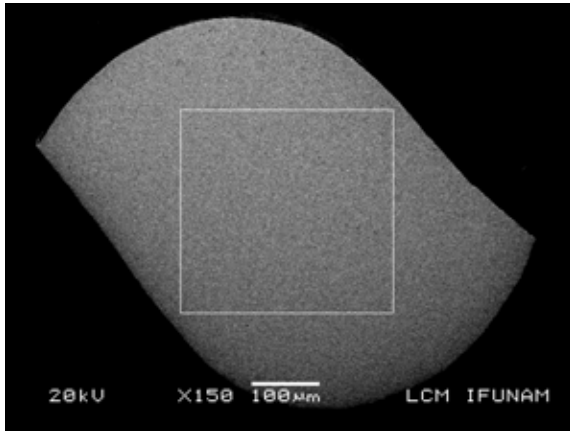


### 8.1 RESULTADOS DE ESTUDIO PORCENTUAL DE NIQUEL-TITANIO (EDS)

Se toma una área de la muestra o un punto específico en el cual se realiza este estudio para saber el porcentaje de Níquel en comparación con el de Titanio y si existe algún otro elemento, principalmente para saber si en los instrumentos del sistema EasyShape existe el proceso de nitruración el cual consiste en agregar nitrógeno a la aleación con la finalidad de darle mayor resistencia, aunque los resultados son muy subjetivos debido a que el nitrógeno agregado es en un porcentaje muy bajo para ser detectado por microscopía y este varía dependiendo del área que se elija para dicho estudio; este proceso se capta principalmente en áreas muy superficiales de la muestra. Los resultados son los siguientes:



SISTEMA: Mtwo  
 DIÁMETRO APICAL: 15 mm.  
 CONICIDAD: 05 mm  
 SUPERFICIE DE ESTUDIO: Área de corte transversal a una distancia de 10 mm a partir de la punta.



```

15MT_01 AREA
Refit _N -K* _N -K*
Refit _Ti-K* _N -K
Filter Fit Method
Chi-sqd = 1.53 Livetime = 200.0 Sec.
Standardless Analysis
Element Relative Error Net Error
k-ratio (1-Sigma) Counts (1-Sigma)
Ti-K 0.46284 +/- 0.00368 17854 +/- 142
Ni-K 0.53716 +/- 0.01006 9292 +/- 174
N -K 0.00000 +/- 0.00001 0 +/- 0

Adjustment Factors K L M
Z-Balance: 0.00000 0.00000 0.00000
Shell: 1.00000 1.00000 1.00000

PROZA Correction Acc.Volt.= 20 kV Take-off Angle=49.31 deg
Number of Iterations = 3

Element k-ratio ZAF Atom % Element Wt % Err.
(cal.) (1-Sigma)
Ti-K 0.4552 1.006 50.86 45.78 +/- 0.36
Ni-K 0.5283 1.026 49.14 54.22 +/- 1.02
N -K 0.0000 2.337 0.00 0.00 +/- 0.00
Total 100.00 100.00
  
```

ELEMENTO	PORCENTAJE ATÓMICO	PORCENTAJE ELEMENTO
TITANIO	50.86 %	45.78 %
NÍQUEL	49.14 %	54.22 %

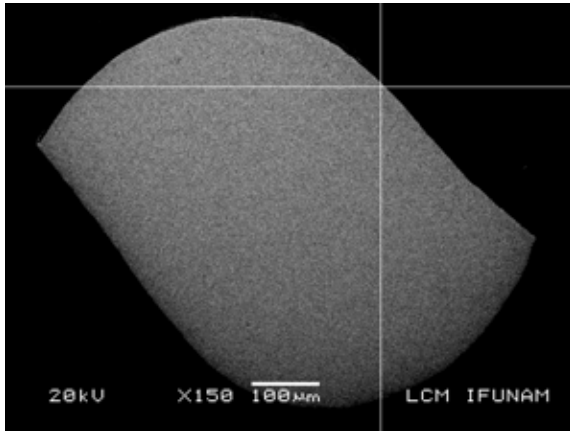


SISTEMA: Mtwo

DIAMETRO APICAL: 15 mm.

CONICIDAD: 05 mm.

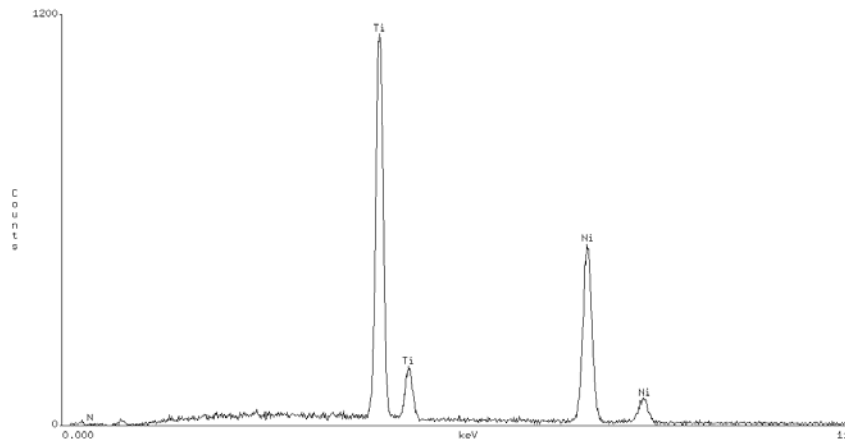
SUPERFICIE DE ESTUDIO: Puntual en periferia de corte transversal a una distancia de 10 mm a partir de la punta.



```

15MT_01 SUPERFICIE PUNTUAL
Refit _N -K' _N -K"
Refit _N -K
Filter Fit Method
Chi-sqd = 1.45 Livetime = 200.0 Sec.
Standardless Analysis
Element Relative Error Net Error
k-ratio (1-Sigma) Counts (1-Sigma)
Ti-K 0.44449 +/- 0.00489 16086 +/- 177
Ni-K 0.55551 +/- 0.01060 9017 +/- 172
N-K 0.00000 +/- 0.00001 0 +/- 0
Adjustment Factors K L M
Z-Balance: 0.00000 0.00000 0.00000
Shell: 1.00000 1.00000 1.00000
PROZA Correction Acc.Volt.= 20 kV Take-off Angle=49.31 deg
Number of Iterations = 3
Element k-ratio ZAF Atom % Element Wt % Err.
(calcd.) (1-Sigma)
Ti-K 0.4373 1.006 49.03 43.97 +/- 0.48
Ni-K 0.5465 1.025 50.97 56.02 +/- 1.07
N-K 0.0000 2.367 0.00 0.00 +/- 0.00
Total 100.00 100.00

```



ELEMENTO	PORCENTAJE ATÓMICO	PORCENTAJE ELEMENTO
TITANIO	49.03 %	43.97 %
NÍQUEL	50.97 %	56.02 %



SISTEMA: EasyShape  
 DIAMETRO APICAL: 15 mm.  
 CONICIDAD: 04 mm.  
 SUPERFICIE DE ESTUDIO: Área de corte transversal a una distancia de 10 mm.  
 a partir de la punta.

```

15_01
Filter Fit Method
Chi-sqd = 1.52      Livetime = 248,0 Sec.
Standardless Analysis
Element  Relative   Error      Net      Error
         k-ratio  (1-Sigma)  Counts  (1-Sigma)
Ti-K    0.44838 +/- 0.00418  23180 +/- 216
Ni-K    0.55162 +/- 0.00893  12789 +/- 207

Adjustment Factors           K           L           M
Z-Balance:                   0,00000    0,00000    0,00000
Shell:                        1,00000    1,00000    1,00000

PROZA Correction Acc.Volt.= 20 kV Take-off Angle=49.31 deg
Number of Iterations = 3

Element  k-ratio  ZAF  Atom %  Element  Wt % Err.
         (calc.)                Wt %    (1-Sigma)
Ti-K    0.4411  1.006  49.42  44.36    +/- 0.41
Ni-K    0.5426  1.025  50.58  55.64    +/- 0.90
Total                    100,00  100,00
  
```

ELEMENTO	PORCENTAJE ATÓMICO	PORCENTAJE ELEMENTO
TITANIO	49.42 %	44.36 %
NÍQUEL	50.58 %	55.64 %



SISTEMA: EasyShape

DIAMETRO APICAL: 15 mm.

CONICIDAD: 04 mm.

SUPERFICIE DE ESTUDIO: Puntual en periferia de corte transversal a una distancia de 10 mm a partir de la punta.

```

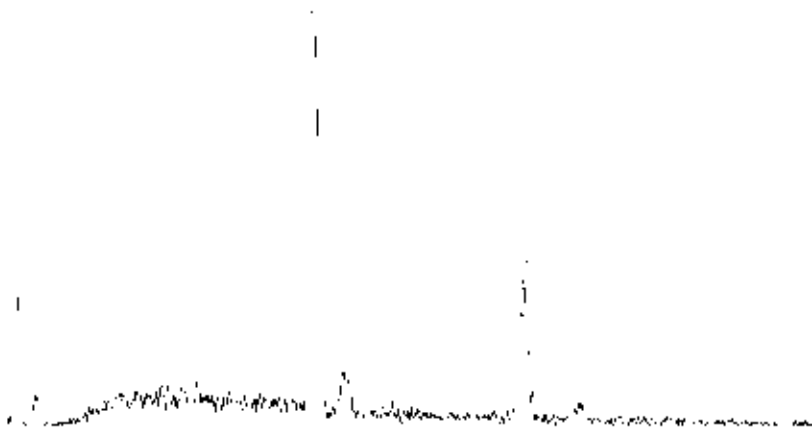
15_01 SUPERFICIE PUNTUAL
Refit _N -K" _N -K"
Refit _Ni-K" _N -K
Filter Fit Method
Chi-sqd = 0.98 Livetime = 200,0 Sec.
Standardless Analysis
Element Relative Error Net Error
k-ratio (1-Sigma) Counts (1-Sigma)
Ti-K 0.49380 +/- 0.01653 2210 +/- 74
Ni-K 0.50620 +/- 0.02392 1016 +/- 48
N -K 0.00000 +/- 0.00001 0 +/- 0

Adjustment Factors K L M
Z-Balance: 0.00000 0.00000 0.00000
Shell: 1.00000 1.00000 1.00000

PROZA Correction Acc.Volt.= 20 kV Take-off Angle=49.31 deg
Number of Iterations = 3

Element k-ratio ZAF Atom % Element Wt % Err.
(calc.) (1-Sigma)
Ti-K 0.4855 1.006 53.91 48.83 +/- 1.64
Ni-K 0.4977 1.028 46.09 51.17 +/- 2.42
N -K 0.0000 2.286 0.00 0.00 +/- 0.00
Total 100.00 100.00

```



ELEMENTO	PORCENTAJE ATÓMICO	PORCENTAJE ELEMENTO
TITANIO	53.91 %	48.83 %
NÍQUEL	46.09%	51.17 %

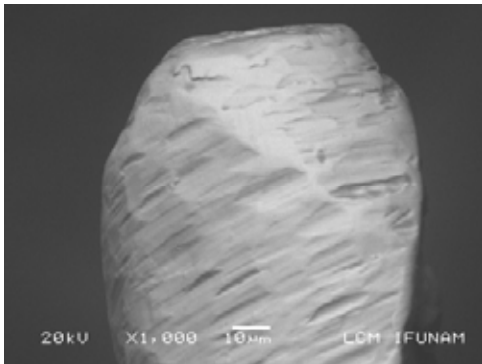




## 8.2 RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA PUNTA

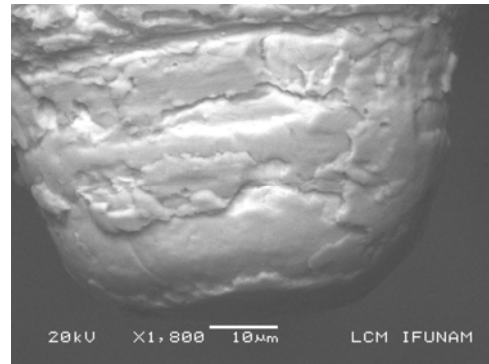
En cuanto al diseño de la punta ambos sistemas mostraron conservar punta inactiva pero con diferentes formas ya que el sistema Mtwo exhibe una punta con terminación en forma de meseta a comparación de la punta del sistema EasyShape el cual presenta dicha meseta con ángulos mas redondeados como se muestra en las siguientes imágenes:

SISTEMA MTWO



DIAMETRO APICAL: 15 mm.  
CONICIDAD: 05 mm.  
VISTA: Horizontal.

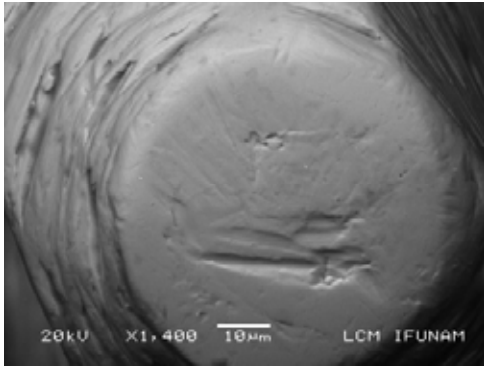
SISTEMA EASYSHAPE



DIAMETRO APICAL: 15mm.  
CONICIDAD: 04 mm.  
VISTA: Horizontal invertida.

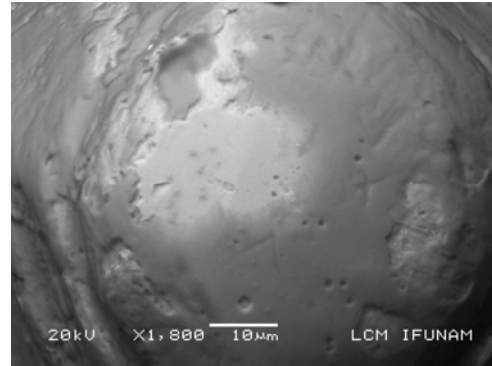


### SISTEMA MTWO

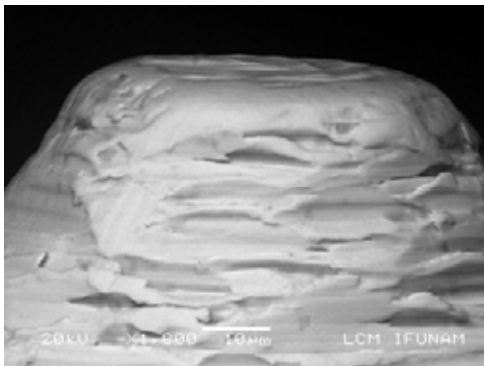


DIAMETRO APICAL: 20 mm.  
CONICIDAD: 06 mm.  
VISTA: Vertical.

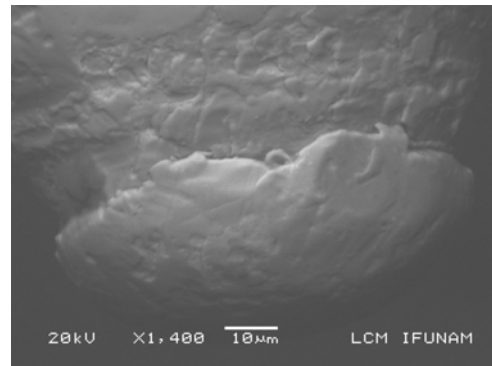
### SISTEMA EASYSHAPE



DIAMETRO APICAL: 20mm.  
CONICIDAD: 05 mm.  
VISTA: Vertical.



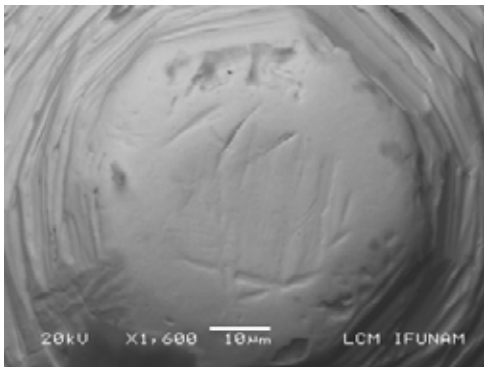
DIAMETRO APICAL: 25 mm.  
CONICIDAD: 06 mm.  
VISTA: Horizontal.



DIAMETRO APICAL: 25 mm.  
CONICIDAD: 06 mm.  
VISTA: Horizontal invertida.

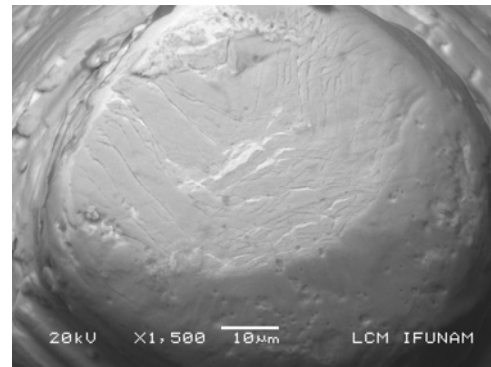


### SISTEMA MTWO

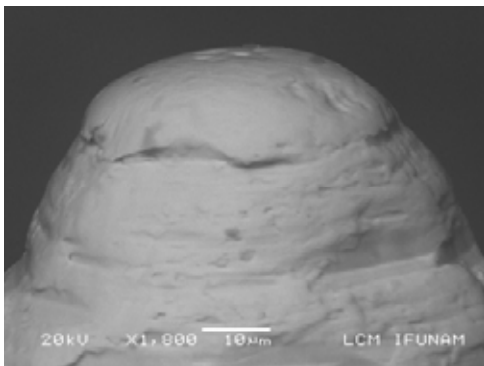


DIAMETRO APICAL: 30 mm.  
CONICIDAD: 05 mm.  
VISTA: Vertical

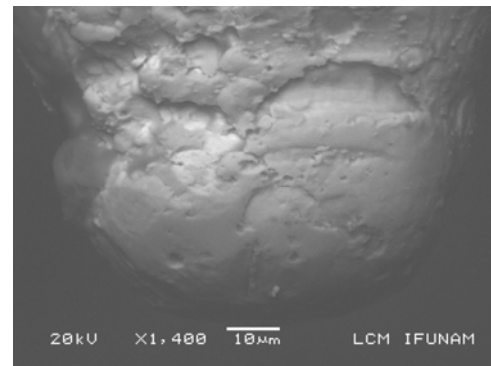
### SISTEMA EASYSHAPE



DIAMETRO APICAL: 30 mm.  
CONICIDAD: 05 mm:  
VISTA: Vertical.



DIAMETRO APICAL: 35 mm.  
CONICIDAD: 04 mm.  
VISTA: horizontal.

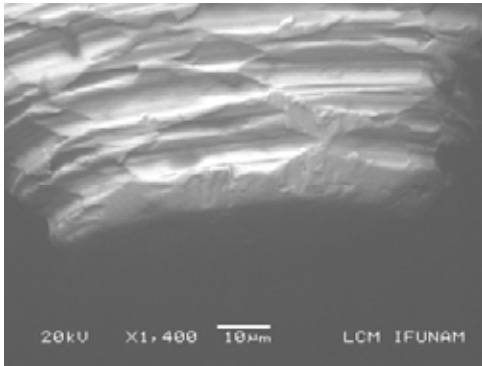


DIAMETRO APICAL: 35 mm.  
CONICIDAD: 04 mm.  
VISTA: Horizontal invertida.

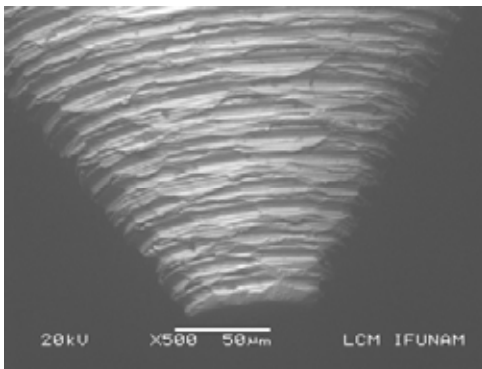


### SISTEMA MTWO

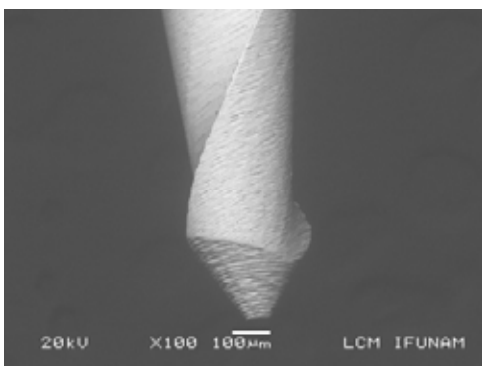
DIAMETRO APICAL: 40 mm.  
CONICIDAD: 04 mm.  
VISTAS: Horizontal invertida



X 1,400



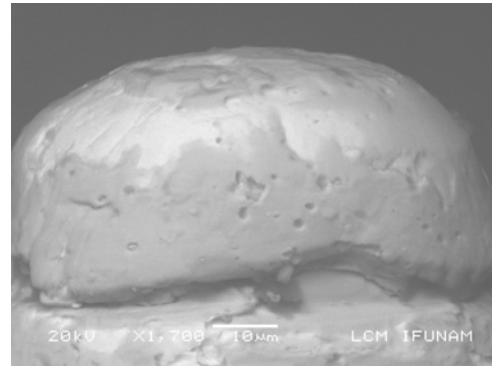
X 500



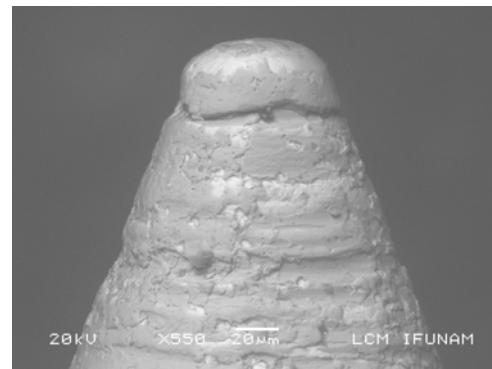
X 100

### SISTEMA EASYSHAPE

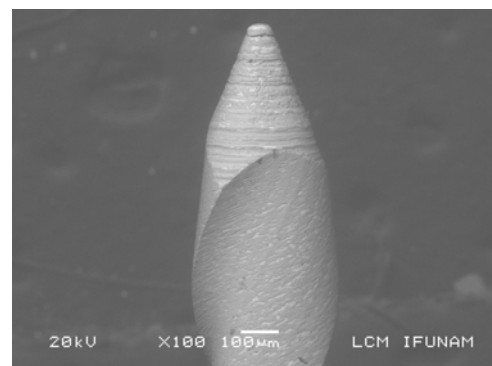
DIAMETRO APICAL: 40 mm.  
CONICIDAD: 04 mm.  
VISTAS: Horizontal



X 1,700



X 550



X 100



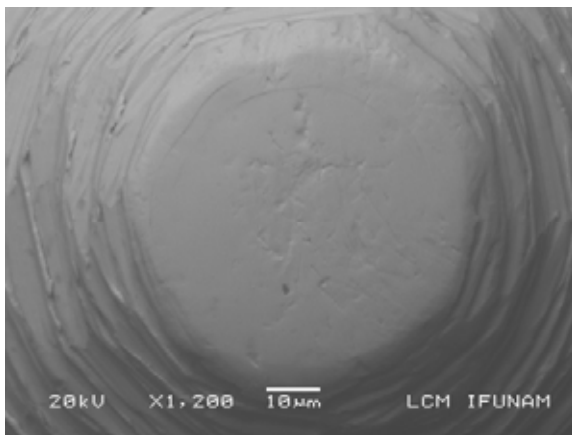
### RESULTADOS DEL ESTUDIO EDS SOBRE LA SUPERFICIE DE LA PUNTA DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS MTWO Y EASYSHAPE.

SISTEMA: Mtwo

DIAMETRO APICAL: 40 mm.

CONICIDAD: 04 mm.

SUPERFICIE DE ESTUDIO: Área de superficie situada en la punta del instrumento.



```

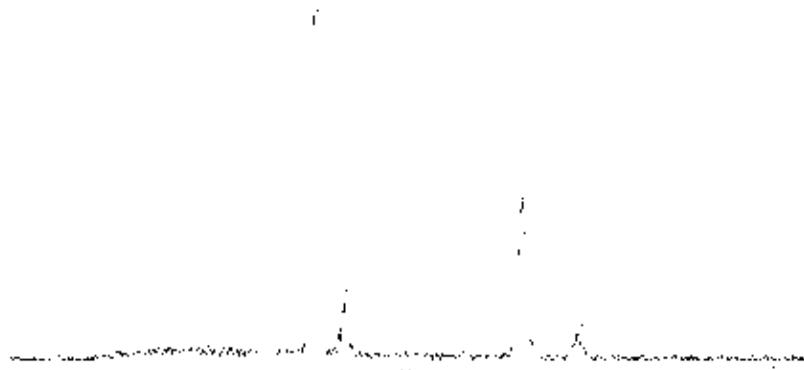
40MT_01 AREA
Refit_N-K" _N-K"
Refit_Ti-K" _N-K"
Filter Fit Method
Chi-sqd = 1.16 Livetime = 50.0 Sec.
Standardless Analysis
Element Relative Error Net Error
k-ratio (1-Sigma) Counts (1-Sigma)
Ti-K 0.43638 +/- 0.00677 4640 +/- 72
Ni-K 0.56362 +/- 0.01930 2688 +/- 92
N-K 0.00000 +/- 0.00001 0 +/- 0

Adjustment Factors K L M
Z-Balance: 0.00000 0.00000 0.00000
Shell: 1.00000 1.00000 1.00000

PROZA Correction Acc.Volt.= 20 kV Take-off Angle=49.31 deg
Number of Iterations = 2

Element k-ratio ZAF Atom % Element Wt % Err.
(calc.) (1-Sigma)
Ti-K 0.4294 1.006 48.22 43.18 +/- 0.67
Ni-K 0.5545 1.025 51.78 56.82 +/- 1.95
N-K 0.0000 2.380 0.00 0.00 +/- 0.00
Total 100.00 100.00

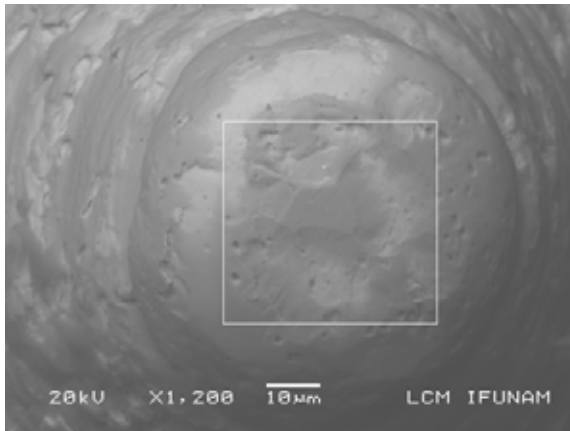
```



ELEMENTO	PORCENTAJE ATÓMICO	PORCENTAJE ELEMENTO
TITANIO	48.22 %	43.18 %
NÍQUEL	51.78 %	56.82 %



SISTEMA: EasyShape  
 DIAMETRO APICAL: 40 mm.  
 CONICIDAD: 04 mm.  
 SUPERFICIE DE ESTUDIO: Área de superficie situada en la punta del instrumento.



```

40ES_01 AREA
Refit _N -K" _N -K"
Refit _Ti-K" _Ni-K"
Filter Fit Method
Chi-sqd = 1.90 Livetime = 200.0 Sec.
Standardless Analysis
Element Relative Error Net Error
k-ratio (1-Sigma) Counts (1-Sigma)
Ti-K 0.92043 +/- 0.00567 29234 +/- 180
Ni-K 0.07801 +/- 0.00400 1112 +/- 57
N -K 0.00151 +/- 0.00092 18 +/- 11

Adjustment Factors K L M
Z-Balance: 0.00000 0.00000 0.00000
Shell: 1.00000 1.00000 1.00000

PROZA Correction Acc.Volt.= 20 kV Take-off Angle=49.31 deg
Number of Iterations = 3

Element k-ratio ZAF Atom % Element Wt % Err.
(calc.) Wt % (1-Sigma)
Ti-K 0.9136 1.002 92.44 91.58 +/- 0.56
Ni-K 0.0774 1.056 6.73 8.18 +/- 0.42
N -K 0.0015 1.601 0.83 0.24 +/- 0.15
Total 100.00 100.00
  
```

ELEMENTO	PORCENTAJE ÁTOMICO	PORCENTAJE ELEMENTO
TITANIO	92.44 %	91.58 %
NÍQUEL	6.73 %	8.18 %
NITRÓGENO	0.83 %	0.24 %



## 1. CONCLUSIONES

En base a lo expuesto y según artículos y bibliografía consultada podemos considerar que en una aleación Níquel-Titanio, la flexibilidad brindada por el Níquel, la dureza que aporta el Titanio, y en dualidad su propiedad de memoria de forma y resistencia a la corrosión, hacen a este tipo de aleación ideal para su uso en la fabricación de instrumentos cuya finalidad sea la limpieza y conformación de conductos radiculares curvos.

En lo que respecta a la forma de la sección transversal y el diseño de la punta de los sistemas rotatorios objeto de este estudio Mtwo y EasyShape y a modo de conclusiones podemos destacar lo siguiente:

- Ambos sistemas (Mtwo y EasyShape) cumplen con la forma en la sección transversal especificada por sus fabricantes: Mtwo forma de S itálica; EasyShape forma de doble S, según la menciona cada una de sus casas comerciales.  
Como ya se menciona durante el estudio al cumplir con dicha forma, cada sistema se beneficia de las características de este diseño cumpliendo eficazmente los objetivos para los que fueron diseñados.
- En lo que respecta al diseño de la punta y como ya se observó en los resultados de microscopía, ambos instrumentos al cumplir con dicho diseño alcanzan los objetivos convenidos por sus fabricantes.
- En cuanto al proceso de nitruración al que son sometidos los instrumentos del sistema EasyShape podemos destacar la mayor resistencia que dicho proceso les confiere.

Por lo tanto ante la presencia en el mercado de múltiples sistemas rotatorios podemos concluir que lo fundamental es seguir trabajando en el campo de investigación para determinar limitaciones y máximas cualidades de la aleación Níquel-Titanio, así como el más efectivo diseño que permita aprovechar al máximo todas las características de dicha aleación.



## . BIBLIOGRAFIA

- Robert E. Reed-Hill; PRINCIPIOS DE METALURGIA FÍSICA; Ed. C.E.C.S.A.; 2<sup>a</sup> Ed.; 15-25 p.p.
- William F. Hosford; PHYSICAL METALLURGY; Ed. Taylor & Francis Group, New York 2005; 242-261p.p.
- Ganka Zlateva, Zlatanka Martinova; MICROSTRUCTURE OF METALS AND ALLOYS, An Atlas Of Transmission Electron Microscopy Images; Ed. CRC Press Taylor & Francis Group, New York 2008; 109-117 p.p.
- F. A. Calvo; METALOGRAFIA PRACTICA; Ed. Alhambra, S. A.; 1-16 p.p.
- D. R. F. West and N Saunders; TERNARY PHASE DIAGRAMS IN MATERIALS SCIENCE; Ed. MANEY For The Institute Of Materials; 3rd Edition 2002; 118 119 p.p.
- <http://journals.springer-ny.com/chedr> Chemistry and History. The Story of Nitinol: The Serendipitous Discovery of the Memory Metal and Its Applications.
- <http://jdr.sagepub.com> by on October 11 2009. MATERIALS SCIENCE.
- <http://herkules.oulu.fi./isbn9514252217/html/x317.html> Fundamental characteristics of nickel-titanium shape memory metal Alloy.
- [www.vdw-dental.com](http://www.vdw-dental.com) Mtwo NiTi System.
- [www.komet-usa.com](http://www.komet-usa.com) EasyShape System.