



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EVALUACIÓN POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL  
SISTEMA ENDODÓNTICO ROTATORIO RACE, POSTERIOR A LA  
PREPARACIÓN DE CONDUCTOS EN DIENTES EXTRAIDOS.**

**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:

MARTÍNEZ MARTÍNEZ NANCY

TUTOR: Mtro. PEDRO JOSÉ PALMA SALAZAR

ASESOR: Esp. ENRIQUE RUBÍN IBARMEA

MÉXICO, D.F.

2010



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.



## **A DIOS**

Te doy gracias primeramente por prestarme la vida poniéndome en este mundo con una familia hermosa, una madre a la que nombraste Raquel que siempre ha estado para cuidarme en las buenas y las malas, que ha dejado de vivir su vida para permitir que yo viva la mía en las mejores condiciones poniendo siempre mis necesidades antes que las de ella, un hermano al que conozco como Cesar que me ha dado su apoyo en todo momento y preocupado por mí cuando algo me sucede.

Por enseñarme que los obstáculos siempre están presentes en el camino de la vida pero que de igual forma siempre existen soluciones para ellos, solo basta tener un poco de fe.

Por darme una sonrisa a diario para poder compartirla con los que me rodean, por darme sentimientos para apreciar a la gente, por la fuerza que me brindas cuando siento que ya no puedo seguir adelante, por todos aquellos ángeles que has puesto en mi camino para ayudarme y apoyarme en todos los aspectos personales, económicos y sociales, cuando siento que estoy sola y no podre hacer las cosas y mucho más por ese ángel que me prestarme incondicionalmente que solo se ha dedicado a ayudarme, a apoyarme y a levantarme de la mejor manera al que llamaste Oscar.

Por enseñarme que la gente vale por el corazón y no por lo material, por permitirme terminar mi carrera y por guiarme siempre al mejor camino, pero sobre todo gracias por estar a mi lado en todo momento.



Agradezco al Mtro. Pedro José Palma Salazar por haber sido no solo mi asesor si no por tratarme como una amiga más, por enseñarme y apoyarme durante la elaboración de mi tesina, por sacrificar tiempo de vida personal para asesorarme, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

De igual forma al Especialista Enrique Rubín Ibarnea por su asesoría en la elaboración de mi trabajo, apoyándome en todo momento.

Al departamento de Biología Celular y Tisular de la Facultad de Medicina de la UNAM.

Al Biólogo Armando Zepeda Rodríguez por todo el apoyo incondicional que me brindo durante la elaboración de mi proyecto en el manejo del MEB, por haber compartido sus conocimientos y brindarme valiosos consejos.

Al Técnico académico Francisco Pasos Nájera por apoyarme y brindado parte de sus conocimientos.

A todos aquellos que de alguna forma han influido en mi preparación profesional.



## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCION.....  | 5  |
| 2. MARCO DE REFERENCIA  |    |
| a) Antecedentes históricos sobre el instrumental endodóntico..... | 8  |
| b) Conceptualización biológica del tratamiento endodóntico.....   | 13 |
| a) Instrumento endodóntico rotatorio.....                         | 23 |
| b) Sistema RaCe.....  | 35 |
| c) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                                | 45 |
| d) OBJETIVOS.....   | 46 |
| e) JUSTIFICACIÓN.....   | 48 |
| f) METODOLOGÍA.....   | 49 |
| g) RESULTADOS.....  | 52 |
| h) CONCLUSIONES.....  | 80 |
| i) REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....                                 | 84 |

## INTRODUCCION

La conformación y tratamiento de conductos radiculares átresicos y curvos no es tarea fácil, es por ello que ha sido y sigue siendo parte importante en la Endodoncia, por esta razón gran parte de los investigadores han ocupado su tiempo en la invención de instrumentos que puedan trabajar en el interior de los conductos, brindando una mejor conformación.

Si retrocedemos algunos años podremos descubrir que la primera lima endodóntica fue elaborada a base de un resorte de reloj de acero destemplado, con el tiempo la Asociación Dental Americana (ADA) propone, la aleación de acero carbono, aunque estos tenían la desventaja de oxidarse y sufrir fracturas sustituyéndolo por el acero inoxidable que hasta cierto punto presentaba mayor resistencia a estos defectos.

Sin embargo los conceptos Biológicos actuales, las innovaciones tecnológicas y prometedores materiales componen la moderna terapia endodóntica introduciendo al mercado odontológico la confección de instrumentos endodónticos con otro tipo de aleaciones metálicas como las de NiTi todo con la finalidad de mejorar las cualidades propias de los instrumentos y disminuir el tiempo de trabajo en el paciente para brindar un mejor resultado endodóntico.

La aleación de NiTi ha sido adoptada principalmente por los sistemas rotatorios que son accionados por medio de motores eléctricos.

Esta aleación ofrece flexibilidad 500% mayor a la de acero inoxidable, mejor conformación del conducto asociado a un menor tiempo de trabajo y



reducción del estrés dental además de ser antioxidante y presentar el efecto de memoria de forma.

Estas propiedades permiten que estos instrumentos vayan por el conducto radicular independientemente de la curvatura presente, además de que impide el desplazamiento apical manteniendo su forma original.

Estos instrumentos son elaborados a través del tallado de un asta de Níquel Titanio dejando marcas en la superficie de la lima, estos defectos pueden actuar concentrando tensiones y causando fracturas en sobrecargas inferiores a las esperadas, es por todo esto que la aleación es sometida a un proceso de electropulido, para disminuir dichos defectos sin embargo existe una percepción general de que estos instrumentos tienen un alto riesgo de fractura durante el uso sin previo aviso clínico ya que no presentan ni deformaciones ni fracturas visibles antes de dicha fractura.

El aumento de la resistencia a la fractura ha sido un punto importante en el diseño de nuevos sistemas rotatorios de NiTi, ya que el diseño puede afectar el comportamiento mecánico y por lo tanto la tendencia de los instrumentos a la fractura.

En la actualidad existen diferentes tipos de Sistemas Rotatorios que utilizan esta aleación y todas ellas se proponen como las de mejores propiedades, no obstante, en este trabajo solo se trataremos el Sistema RaCe desarrollado por la empresa Suiza FKG y que fue introducida al comercio dental en el año 2001.

El propósito de este estudio fue evaluar por medio de Microscopio Electrónico de Barrido las alteraciones estructurales como fisuras,



deformaciones plásticas ó cambios en su superficie presentadas antes y después de la preparación biomecánica en dientes extraídos con conductos rectos, evaluando hasta que punto estas modificaciones, son significativas para el trabajo endodóntico.



## **ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL INSTRUMENTAL ENDODÓNTICO**

### **Edad antigua**

Hace 2200 años se encontró la primera endodoncia en un diente humano, durante el periodo helenístico (200 años a.C.) La cual consistía en un alambre de bronce que bloqueaba únicamente la entrada del conducto. \*<sup>1</sup>

En el periodo comprendido entre los años 3.700 y 1500 antes de cristo, los Egipcios usaron diversas sustancias para aliviar el dolor aplicadas dentro de las cavidades, para ello emplearon comúnmente las pastas de comino, incienso y cebolla a partes iguales.

En la Grecia clásica Hipócrates practicó la cauterización introduciendo finas agujas calientes en el interior del diente, así como aceite hirviendo o fomentos de opio y beleño.

En la Era Cristiana, Claudio Galeno observó cómo trepanando los dientes enfermos e introduciendo posteriormente medicamento en su interior se conseguía aliviar el dolor. \*<sup>2</sup>

### **Edad moderna**

Hasta el siglo XVI los conocimientos endodónticos permanecieron estáticos hasta que Vesalio, Falopio y Eustaquio describieron la Anatomía pulpar. \*<sup>3</sup>



En este mismo siglo Ambrosio Paré recomendaba la aplicación de aceite de clavo (alto contenido de eugenol) a las infecciones pulpares.

En el año de 1602 Pieter Van Forest sugirió que el diente tenía que ser trepanado, y llenado la cámara pulpar con triaca<sup>\*2,3</sup>

### **Época científica**

En el Siglo XVIII la época científica se inició con Pierre Fauchard, considerado el padre de la Odontología moderna, él recomendó la introducción de mechas embebidas con aceite de clavo en el interior de los conductos y en los casos de absceso introducía una sonda de exploración para conseguir el drenaje de la colección purulenta.

En 1728, describe su terapéutica de conductos para pulpa vital que consistía en la cauterización de la misma, seguido del relleno con plomo.

En 1746 describe los detalles técnicos del tratamiento del “canal del diente”, penetrar el suelo de la caries con una aguja para acceder a la “cavidad dental” y llegar al posible acceso, dando salida a los “malos humores” responsables del dolor.

Fauchard incluso recomendaba enhebrar las agujas, para evitar su aspiración o ingestión por el paciente. Recomendaba destemprar las agujas para hacerlas más flexibles y acceder mejor al diente. Se colocaba en el diente, abierto durante un tiempo, aceite de clavo, para finalmente obturarlo con plomo. <sup>\*1,2,3,</sup>



En 1757 empleaban oro laminado para obturar la cavidad pulpar. Edgard Hudson diseñó atacadores específicos para la obturación de los conductos radiculares con oro laminado.

Hasta finales del siglo XVIII la terapéutica radicular se limitaba al control del dolor mediante trepanación, cauterización y aplicación de medicamentos en el interior del conducto.\*<sup>1,2,3,4</sup>

A principios del siglo XIX surgieron las primeras recomendaciones sobre el empleo de medicamentos específicos para la terapéutica endodóntica. Sponer recomendaba en 1836 el arsénico para la desvitalización de la pulpa.

En el año 1838 Edward Maynard (1813-1891) Doctor en Medicina y en Cirugía Dental, hijo de un relojero\*<sup>5</sup>; descubrió que había fibrillas dentinarias y que durante la preparación de cavidades, estas podían ser cortadas con menor dolor según la dirección de corte, por este motivo sugiere la extirpación de la pulpa y fabrica el primer instrumento de Endodoncia para poder ensanchar los conductos y eliminar la infección de los mismos, estos instrumentos estaban hechos de acero destemplado, eran fabricados a partir del muelle o resorte de un reloj y limados hasta tener la finura de un pelo de caballo y barbados de un lado (Fig. 1). De igual forma desarrolló otros instrumentos para el ensanchamiento y conformación cónica del conducto, como escariadores a base de cuerdas de piano de alambre\*<sup>5</sup>.

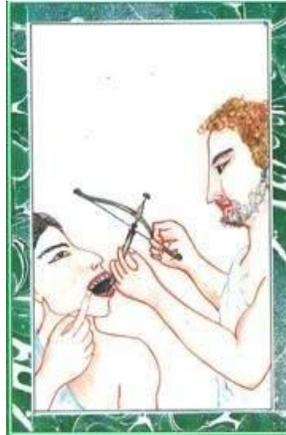


Fig.1

Para el año de 1852 el Dr. Robert Arthur de Baltimore describió como hacer limas finas para conductos radiculares y dio pautas acerca de sus propiedades mecánicas.\*<sup>3</sup>

En 1890 Miller demuestra la presencia de bacterias en el conducto y su importancia en la etiología e las enfermedades pulpares y periapicales y con este descubrimiento el tratamiento de conductos deja de ser sinónimo de obturación.

### Época moderna

En 1901 se crean los primeros instrumentos de acero al carbono, fabricados por la casa Kerr del cual adoptaron el nombre de lima K \*5, aunque estos instrumentos poseían mayor duración y dureza, tenían el inconveniente de realizar perforaciones radiculares. Inicialmente la fabricación de las limas se originaban de la torción de un asta piramidal de acero al carbono, siendo este material sustituido en 1961 por el acero inoxidable debido a sus mejores propiedades.\*<sup>4</sup> Desde entonces la evolución del instrumental fue lenta hasta el año 1956 donde se da la estandarización del instrumental endodóntico a partir de la propuesta realizada por Ingle y Levine. Por otro lado Jasper presento las puntas de plata y conos de gutapercha calibrados en función al



diámetro de los instrumentos usados en la preparación del conducto. El año 1962 se aceptó por parte de la Asociación Americana de Endodoncia las propuestas de Ingle en cuanto a la estandarización, dando origen a lo que actualmente se le conoce como International Standards Organization (ISO).<sup>\*5</sup> propuesta en la Segunda Conferencia Internacional sobre Endodóncia, celebrada en Philadelphia.

En 1975 Civjan y colaboradores proponen una aleación de Níquel- Titanio que podía ser utilizada para la elaboración del instrumental endodóntico ya que son capaces de mantener la forma del canal incluso en conductos curvos, ya que poseen mayor flexibilidad y por lo tanto se van a presentar menos fracturas, transportaciones apicales, además de ser más rápida la preparación de los conductos<sup>\*6</sup>. Durante los últimos años numerosos instrumentos rotatorios de NiTi se han ido introduciendo al mercado.<sup>\*7</sup>

## **CONCEPTUALIZACIÓN BIOLÓGICA DEL TRATAMIENTO ENDODONTICO.**

En todas las especialidades Odontológicas que involucran la salud del paciente, el diagnóstico basado en el conocimiento y semiología, inspección clínica y experiencia del profesional constituye la base del tratamiento dando una posibilidad del pronóstico exitoso.

De esta forma el sustentar el tratamiento endodóntico en el conocimiento de diferentes técnicas de preparación, irrigación y obturación del sistema de conductos radiculares brinda al clínico igualmente posibilidades de éxito en el tratamiento endodóntico.

El tejido pulpar puede sufrir inflamación como respuesta a un agente irritante de origen Químico, físico y biológico representando los microorganismos el punto más importante a vencer dentro de la terapéutica endodóntica ya que las alteraciones pulpares en su gran mayoría son de origen bacteriano en razón de la elevada incidencia de caries de la población.

Cuando la pulpa es atacada por los microorganismos estas bacterias generalmente permanecen confinadas al tejido infectado y es a través de la circulación pulpar y de los cambios inflamatorios degenerativos que se tiene repercusión sobre los tejidos periapicales, convirtiéndose la inflamación y la infección pulpar en una irritación constante que causara cambios inflamatorios y degenerativos en el tejido periapical\*<sup>8</sup>.



La remoción de tejido pulpar corresponde al principio endodóntico en la limpieza en el que se promueve la remoción del tejido pulpar sano por indicación protésica, o en diferentes grados de alteración estructural por inflamación, hasta la remoción de restos necróticos del tejido en una etapa avanzada de degeneración.

La conformación se logra de manera simultánea a la limpieza y expresa el ensanchamiento del conducto logrando crear un espacio donde serán recibidos los materiales y la técnica de obturación para tratar de obtener un sellado hermético y tridimensional del sistema de conductos radiculares desde su límite cervical hasta el CDC, haciéndose necesario conformar adecuadamente el conducto dándole forma de conveniencia, resistencia y retención, respetando los principios biomecánicos de la preparación propuestos por Schilder que son cinco<sup>\*8,9,10</sup>

## OBJETIVOS BIOLÓGICOS

*1.- Preparación tridimensional.* El conducto deberá ser preparado en toda su extensión en sentido corono apical en una medida predeterminada hasta su extremo apical, limpiando en toda su extensión la anatomía longitudinal pero también habrán de realizarse movimientos periféricos en un plano transversal llamado apoyo parietal, con la intención de prepararlo tridimensionalmente.

*2.- Mantenimiento dimensional.* La eliminación del paquete vascular y nervioso así como el alisado de la pared dentinaria deberán mantener la conicidad del conducto posterior a su preparación. El problema principal reside en hacer que el instrumento limpie y de amplitud al conducto adaptándose a su forma original sin causar deformaciones.



En la instrumentación rotatoria la técnica empleada es la llamada preparación coronoapical con amplitud progresiva tratando de obtener una reproducción de la forma original del conducto una vez preparado desde su límite cervical hasta el apical.

3.- *Forma cónica continua.* A pesar de la variada y compleja anatomía interna radicular, el conducto principal permite la interconexión a los conductos accesorios, ramificaciones, deltas apicales, conductos laterales, etc. Estas variaciones anatómicas fueron responsables del surgimiento de nuevas técnicas de preparación o de variaciones en las ya existentes.

Es precisamente por esta forma cónica continua que tiene el conducto original como deberá de reproducirse y mantenerse el conducto preparado a través de un acceso en línea recta, que permita al instrumento rotatorio trabajar con libertad en el interior del mismo, alisando y regularizando las paredes sin alterar su forma original, conforme se va logrando este objetivo se permite y facilita la acción de la irrigación y medicación intraconducto, permitiendo el acceso de estos materiales y su acción sobre la pared dentinaria.

4.- *No transportación.* El hecho de trabajar en el interior del conducto con instrumentos punzo cortantes, en canales que en muchas ocasiones presentan obstrucciones como calcificaciones u obliteraciones, conductos curvos y estrechos o con algún tipo de degeneración cálcica representan un reto para el clínico en su intento por lograr limpiar y obturar adecuadamente el conducto.



Ya que en muchas ocasiones al tratar de lograr este objetivo los instrumentos son desviados del conducto original, iniciando la formación de un escalón, en otras ocasiones transportarlo a otro lado, si esto sucede va a proyectar los materiales de irrigación y obturación a los tejidos periapicales con su consecuente agudización.

La transportación o desplazamiento del foramen regularmente sucede cuando utilizamos instrumentos demasiado rígidos los cuales incrementan su rigidez mientras más gruesos sean.

*5.- Estrechez apical.* A través del avance progresivo del instrumental rotatorio se va ampliando el conducto y por ende su terminación apical, mantenerlo lo mas estrecho posible permitirá formar un espacio en donde los materiales de obturación se ajusten y adapten a la forma creada por los instrumentos sin que puedan ser proyectados a los tejidos periapicales.

El establecimiento de una longitud de trabajo exacta a nivel del CDC permitirá mantener los instrumentos, líquidos de irrigación, medicamentos y materiales de obturación en el interior del conducto.

La utilización de instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio debe entonces de seguir los mismos principios que las técnicas de endodoncia manual.

En los casos excepcionales donde se presenten curvaturas severas y el acceso a la parte terminal del conducto pudiera forzar los instrumentos rotatorios propiciando su fractura es muy recomendable la utilización de limas manuales de Níquel-Titanio para finalizar la preparación.



## OBJETIVOS MECANICOS

Uno de los objetivos es que todas las superficies de los conductos radiculares deben prepararse mecánicamente, con la mínima modificación

de su forma original y con una total limpieza del sistema de conductos radiculares evitando las deformaciones y las perforaciones<sup>\*11</sup>, esto es conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir así las fracturas verticales.

Abou Rass y cols 1980, denominan dos zonas de mayor peligro para las fracturas<sup>\*9</sup>.

- zona de peligro: área delgada en la pared del conducto radicular que es vulnerable a la perforación en banda por exceso de un limado, esta área según Keesler y col, se encuentra a 4 a 6mm debajo del piso de la cámara pulpar, a 1.5 debajo de la bifurcación y el espesor de la dentina es de 1.2 a 1.3mm.
- Zona de seguridad: el limado debe ir dirigida a esta zona ya que no ofrece riesgo, además de propiciar la reducción acentuada del grado de curvatura del conducto.

Zandbiglari y col. (2006) demostraron que la resistencia a la fractura de las raíces instrumentadas es significativamente inferior cuando se preparan los conductos con instrumentos de gran conicidad. Por ello sugieren que al momento de trabajar un conducto se desgaste más de la pared mesial que de la distal.

Para lo anterior se debe tener presente los términos calibre apical y límite apical ya que la doctrina tradicional ha mantenido que la preparación del



conducto y la obturación subsiguiente deben terminar en la constricción apical que coincide con la unión de cementodentinaria (CDC).<sup>\*12</sup>

Es importante que el primer paso en la conformación del conducto sea siempre dedicado a la limpieza del mismo, que incluye el vaciamiento del contenido orgánico, la eliminación del tejido pulpar, la predentina y un alisado de la pared dentinaria que auxiliados por los materiales de irrigación con capacidad antiséptica nos ayudan a desinfectar el conducto.<sup>\*8,13</sup>. Aunque no debe pensarse en un conducto único, sino en un sistema de conductos radiculares, que pueden estar presentes en todos los dientes, como conductos laterales, secundarios, interconductos, deltas apicales entre otras, ya que estos son inaccesibles a los instrumentos por más flexibles que sean<sup>\*7</sup>. Además de este aspecto la propia dentina está compuesta por túbulos dentinarios donde se encuentran las prolongaciones de los odontoblastos que en casos de pulpa muerta pueden encontrarse contaminados por bacterias, esto debe ser eliminado para el éxito del tratamiento endodóntico.<sup>\*7</sup>

Esto se puede lograr por medio de la irrigación que representa el proceso de desinfección a través del cual se obtienen condiciones de saneamiento en el conducto radicular, ya que se aprovechan las condiciones de arrastre mecánico y la capacidad antiséptica de la solución irrigadora para eliminar los detritos producidos por la acción de los instrumentos sobre la pared de dentina durante la preparación y constituye junto con la medicación intraconducto, el factor primordial sobre el cual descansa la eliminación de irritantes locales y bacterias del interior.

Las sustancias que se utilizan para irrigar deben cumplir importantes funciones físicas y biológicas:



- Humectación: Debe dispersarse por toda la superficie.\*<sup>7</sup>
- Baja tensión superficial: Fuerza inherente a los líquidos que mantiene todas sus moléculas unidas, relacionada con las propiedades de penetración y contacto\*<sup>7</sup>
- Tensoactividad: capacidad de una sustancia química para bajar la tensión superficial del sistema del que es aplicado.\*<sup>7</sup>
- Arrastre mecánico: Arrastrar mecánicamente el contenido del conducto\*<sup>5</sup>
- Digerir y eliminar la materia orgánica o inorgánica, según el líquido de irrigación elegido.\*<sup>5</sup>
- Eferescencia: liberación de gases en un medio acuoso mantiene en suspensión la suciedad removida a través de la instrumentación en el interior del conducto impidiendo que se deposite en las porciones más apicales. \*<sup>7</sup>
- Prevenir el oscurecimiento de la corona \*<sup>5</sup>
- Potencial bactericida: eliminación de la mayor parte de los conductos limpiar ,desinfectar, neutralizar los antígenos\*<sup>5,7</sup>
- Abertura de los túbulos dentinarios por la eliminación de la capa de barrillo dentinario.



- Desinfección y limpieza de áreas inaccesibles a instrumentos endodónticos.\*<sup>12</sup>

A lo largo del tiempo se han propuesto diversas sustancias químicas para este fin, sin embargo ninguna de ellas cuenta con todas estas características pero si son de gran utilidad como por ejemplo:

- Hipoclorito de sodio: fue usado con efectividad durante la primera guerra mundial para limpiar las heridas contaminadas. al 0,5% es efectivo contra microorganismos de la flora del conducto radicular incluyendo *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*. Se usan en concentraciones variables, desde 0.5 y 5.25%, este disuelve material orgánico como el tejido pulpar y el colágeno. Las concentraciones menores disuelven principalmente el tejido necrótico, la de mayor concentración proporcionan mejor disolución tisular, pero también disuelven tejidos vivos.

El NaOCl solo elimina una mínima capa de dentina, por lo que algunos recomiendan el uso simultáneo de sustancias desmineralizantes para potenciar la limpieza de las áreas difíciles de alcanzar, como los túbulos dentinarios y los canales laterales. \*<sup>7</sup>

- Clorhexidina (CHX). Antimicrobiano de amplio espectro contra bacterias Gram- y Gram+ tiene un componente molecular catiónico que se adhiere a las áreas de la membrana celular con carga negativa y causa lisis celular, su empleo se basa en su efecto antimicrobiano eficaz y duradero, que procede de la unión a la hidroxiapatita.\*<sup>7,12</sup>
- Yoduro potásico yodado (IKI): desinfectante de amplio espectro. El yodo actúa como sustancia oxidante mediante la reacción con los grupos sulfidrilos libres de la enzima bacteriana dividiendo los puentes disulfuro



Las combinaciones de IKI y CHX son capaces de eliminar más eficazmente las bacterias resistentes al hidróxido de calcio.\*<sup>7,12</sup>

- MTAD(DENTSPLY-Tulsa) es una solución de irrigación , contiene doxiciclina, ácido cítrico y un detergente tensioactivo, los estudios realizados indican que tiene capacidad para eliminar la capa de barrillo dentinario, pero todavía no se ha demostrado los beneficios clínicos.\*<sup>12</sup>
- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Comenzó a usarse durante 1957, es un quelante que crea un complejo de calcio estable con el barrillo dentinario, la capa de detritos y los depósitos cálcicos a lo largo de las paredes de los conductos que ayuda a prevenir el bloqueo apical y contribuir a la desinfección al mejorar la difusión de las soluciones a través de la eliminación de la capa de barrillo dentinario.

El efecto de los quelantes sobre los conductos calcificados, tortuosos, y estrechos para establecer la permeabilidad depende de la amplitud del conducto y de la cantidad de sustancia activa disponible cuando continúa el proceso de desmineralización hasta que todas las moléculas del quelante han formado complejos de calcio.\*<sup>7,12</sup>

## HIDRÓXIDO DE CALCIO

Es muy efectivo para erradicar las bacterias intrarradiculares, aunque requiere de una exposición prolongada o temperaturas muy altas para utilizarse como irrigante endodóntico.\*<sup>12</sup> en América latina la solución saturada de hidróxido de calcio-suero fisiológico goza de gran aceptación como irrigante desde hace muchos años.\*<sup>7</sup>



## OTROS IRRIGANTES

El agua activada electroquímicamente (agua con potencia oxidativo) aunque esta solución es activa contra las bacterias y elimina el barrillo dentinario no se disponen de estudios sobre su potencial clínico.

El peroxido de hidrogeno, se ha utilizado como irrigante en conjunto con el NaOCl sin embargo no se ha encontrado beneficio adicional en comparación con el NaOCl.

Algunos autores recientemente han utilizado CHX al 0,2 o 0,5% + Hipoclorito de sodio ó  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  como irrigante o como medicamento entre visitas, ya que se ha observado una actividad antimicrobiana mejor.\*<sup>12</sup>

Todo esto es ayudado si se obtiene una preparación cónica ya que permite aumentar el volumen de la irrigación que llega a la zona apical del conducto hacia los tejidos periapicales propiciando condiciones para la reparación de los mismos. \*<sup>12</sup>

Durante la preparación la cámara pulpar debe permanecer inundada de líquido irrigante; después de trabajar con cada lima.

## INSTRUMENTOS ENDODÓNTICOS ROTATORIOS

Las aleaciones metalúrgicas de Níquel-Titanio fueron desarrolladas en el laboratorio de Artillería Naval de la Marina Americana para la fabricación de instrumentos de propiedades antimagnéticas y resistencia a la corrosión por el agua salada recibiendo el nombre genérico de NITINOL (níquel-Titanium Naval Ordnance Laboratory).<sup>\*4,7,14</sup>

En 1988, Walla, Brantley y Gerstein fueron los primeros en mencionar el empleo de un sistema metalúrgico completamente nuevo, el alambre de ortodoncia NITINOL (aleación Nitinol 60) y demostraron que poseía dos o tres veces mayor flexibilidad elástica que las de acero inoxidable, a la par de una mayor resistencia a la fractura por torsión horaria y antihoraria, estos datos sugirieron que las limas fabricadas de Nitinol resultarían útiles en la preparación de conductos radiculares con curvatura pronunciadas.<sup>\*8</sup>

Sin embargo como es una aleación extremadamente maleable, se volvió imposible la fabricación de instrumentos endodónticos por el método de torsión haciendo que estos fueran producidos a través del desgaste a partir de un asta de forma cónica y sección transversal circular con una aleación de nitinol-55.<sup>\*15</sup> El asta es sometida al corte con fresas, con un sentido helicoidal de derecha a izquierda, dependiendo del número de vueltas y del formato de sección transversal, se obtienen instrumentos con diferentes propiedades y conductas.<sup>\*7</sup>



Aunque por otro lado la maleabilidad de esta aleación puede ser una ventaja ya que confiere superelasticidad al instrumento, permitiéndole regresar a su forma original una vez que es liberado de la acción o fuerza que lo haya deformado\*<sup>9</sup> y ha esto se le ha denominado “memoria de forma”, lo que caracteriza la dificultad de precurvar estos instrumentos\*<sup>15,16,17</sup>.

Estos presentan 500% más elasticidad que las de acero inoxidable, en teoría permite abordar, limpiar y modelar los conductos curvos con una menor incidencia de transportaciones de conductos, transporte apical, escalones y perforaciones.\*<sup>6</sup> Su conicidad uniforme y su sección transversal circular le permite mantenerse centrado en el interior del conducto con relación a sus paredes.\*<sup>17,18,19</sup>.

Las propiedades específicas del Níquel –Titanio se pueden explicar por las estructuras cristalinas específicas de las siguientes fases de la aleación:\*<sup>9,20</sup>.

- Austenita.- cuando el instrumento es fabricado y se encuentra en reposo
- Martensita.- Cuando el instrumento es sometido a rotación y fricción se presenta una deformación que es propia de las aleaciones súper elásticas pudiendo presentarse en esta fase la fractura o la deformación.

El calentamiento del metal por encima de 100° C puede conducir a una transición de fase, y la propiedad de memoria de forma hace que el instrumento recupere la forma previa. De modo similar las fuerzas de deformación lineal imponen una transición por pasos desde el enrejado austenítico al martensítico, y esa conducta conduce a una respuesta elástica recuperable de hasta el 7%\*<sup>12</sup>



Así fue que con la llegada del níquel-Titanio ha sido posible desarrollar de manera práctica los instrumentos rotatorios en Endodoncia que son eficaces en los conductos radiculares especialmente los curvos.

Con el tiempo surgió la necesidad de imitar el movimiento manual, pues la flexibilidad del nitinol permitía la introducción de los instrumentos, ejecutando una rotación de 360° hasta en conductos curvos. Así es como surge el primer conjunto de instrumentos rotatorios fabricados a partir de esta aleación; NiTi.

La aleación de níquel-titanio proporciona la ventaja de realizar trabajos en forma automatizada con motores eléctricos y velocidades predeterminadas, haciendo posible la rapidez y la eficiencia en la preparación del conducto.

Quality Dental Products en 1991 demuestra una composición del 55% de Níquel y 45% de Titanio en peso.\*<sup>9</sup>

En la fabricación de estos instrumentos existen una serie de exigencias relativas a diámetros, conicidad, longitud de la parte activa y total, torque, deflexión angular, color, etc. Que fueron creadas tener un patrón de fabricación de estos instrumentos endodónticos, incluyendo limas, ensanchadores, tiranervios, etc.\*<sup>7</sup>

### **Conicidad de los instrumentos endodónticos**

Definimos como conicidad al incremento en el ángulo de apertura de un cuerpo de forma cónica en los instrumentos endodónticos, por lo tanto es la cantidad de diámetro de la lima que aumenta cada milímetro a lo largo de la superficie de trabajo desde la punta hasta el final de su parte activa.\*<sup>12</sup>

De acuerdo con las normas de la ADA, Una lima convencional tiene 16mm de parte activa, su grado de conicidad corresponde a 0,02mm es decir, para cada mm mayor que se aumenta en dirección a la porción cervical del instrumento, el diámetro de la lima aumenta con respecto a este tamaño, en los sistemas rotatorios, esta conicidad se presenta en lo doble, triple o cuádruple, del diámetro convencional.

Con el desarrollo de los instrumentos de níquel titanio (NiTi), se verifico la necesidad de crear instrumentos que abolieran el concepto de contacto total de sus hojas de corte contra las paredes del conducto y se desarrollaron algunos nuevos con la característica de que solo puedan ser contactadas en las paredes de las áreas de los instrumentos que efectivamente promueven desgaste dentinario en la porción exacta, además de facilitar la preparación en el sentido corona-ápice. De esta forma, nacen los instrumentos con conicidad mayor a 0.02 teniendo 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.10, 0.12 para la aleación NiTi.\*<sup>7</sup>

### Componentes de la lima rotatoria (Fig. 2)

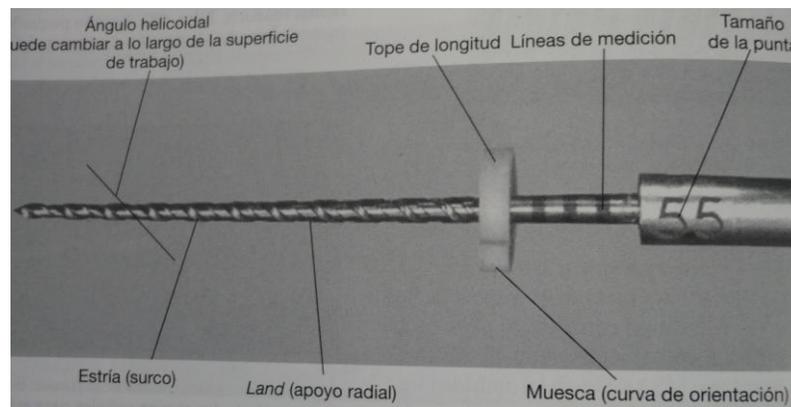


Fig.2



1. Estrías de la lima:

Son los surcos de la superficie del trabajo que recogen los tejidos blandos y los restos de dentina que se van eliminando de las paredes del conducto.

2. borde cortante u hoja de la lima

Es la superficie de mayor diámetro a continuación del surco, que al girar forma el borde cortante guía, este forma y desgasta tejido dentinario paredes del conducto, al mismo tiempo que corta y desgarrar los tejidos blandos.

3. Land, superficie radial, o apoyo radial

Es la superficie que se proyecta axialmente desde el eje central en el extremo del borde cortante que queda entre las estrías, este reduce la tendencia a enrroscarse en el conducto.

4. Ángulo helicoidal

Ángulo que forma el borde cortante con el eje longitudinal de la lima, barrena los residuos coleccionados en las estrías del conducto (Fig. 3 y 4).

5. Ángulo de ataque o de inclinación

Si se secciona una lima perpendicularmente a su eje longitudinal el ángulo de inclinación o de ataque es el ángulo formado por el borde guía y la superficie a cortar, si es obtuso se dice que el ángulo de ataque es positivo o cortante, si este ángulo es agudo se dice que es negativo o rasgador.

6. Pitch (distancias entre espiras)

Distancia entre un punto del borde guía y el punto correspondiente del borde guía adyacente.\*<sup>12</sup>

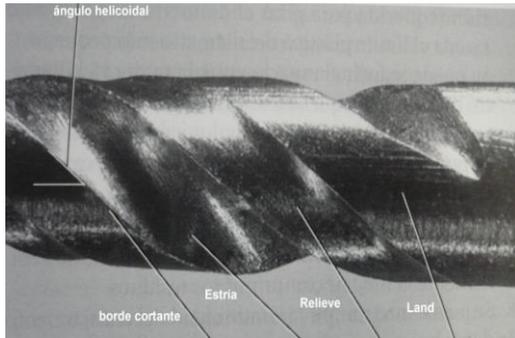


Fig.3

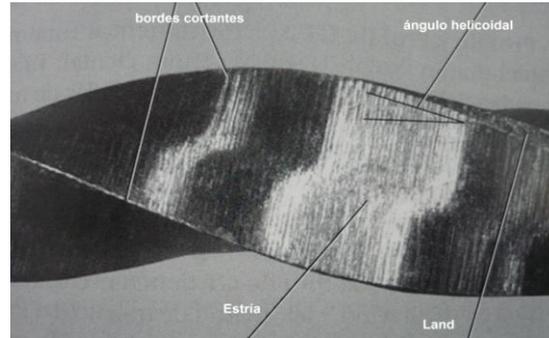


Fig.4

Una de las características de estos instrumentos es que su punta debe trabajar de forma holgada en el interior del conducto, ya que quien debe promover el corte de las paredes dentinarias son las espirales presentes en el cuerpo y no la punta, estos instrumentos deben trabajar a una velocidad extremadamente baja que va de 150 a 300 Rpm (Revoluciones por minuto) y se obtienen con contrángulos adaptados a micro motores neumáticos o eléctricos, estos equipos deben estar dotados de un control torque\*<sup>7</sup> este torque corresponde con la fuerza ejercida por el motor con la idea de mantener una velocidad constante, relacionada directamente con la atrición de la lima en la pared del conducto. Estos a su vez deben contar con un mecanismo de reversión con la idea de mantener una velocidad constantes, este mecanismo de reversión funciona en caso de que la presión por contacto genere una fuerza igual o superior al valor del torque seleccionado, si el instrumento queda atorado en el conducto, entonces el motor acciona el mecanismo de reversa permitiendo que el instrumento sea removido del interior del conducto.

Como es de esperar el conducto cuenta con concreciones dentinarias, angulaciones entre otras alteraciones que pueden dificultar la preparación, es por esto que la fuerza que el instrumento debe tener debe ser superior a la ejercida por las paredes del conducto en sentido contrario, con el fin de que



esta resistencia sea rota, permitiendo el desgaste de la dentina y en consecuencia la preparación de la región apical.\*<sup>7</sup>

En cambio cuando no se logra lo anterior nos encontramos frente a las fracturas, siendo este un acontecimiento complejo.

Existen dos modos de fractura de instrumentos rotatorios NiTi, fractura por torsión y fractura por flexión ó fatiga cíclica\*<sup>7,21,22</sup>

### **Fractura por torsión**

- Se produce cuando el instrumento es sometido a una sobrecarga de un solo evento, una gran deformación plástica se produce, provocando una fractura, siendo el resultado de la fuerza de corte superior a la resistencia a la fluencia del metal.\*<sup>23</sup>
- Cuando los instrumentos son aplicados contra las paredes del canal con una fuerza excesiva apical durante la instrumentación.\*<sup>16,24.</sup>
- Cohen menciona que se da cuando la punta del instrumental permanece fija en el conducto mientras el mango sigue rotando, con lo que ejerce un torque suficiente para fracturar la punta\*<sup>12</sup>
- También puede ocurrir cuando la rotación del instrumento se frena lo suficiente en relación con su diámetro transversal.\*<sup>15</sup>
- Por otro lado Machado menciona que solo basta con imaginar que la punta del instrumento queda atrapada o retenida y el contraángulo continua girando.\*<sup>7</sup>



## Fractura por flexión ó fatiga cíclica.

- Se produce cuando la carga cíclica conduce a la fatiga del metal; o bien es producida sin signos visibles de deformación del instrumento, provocada por la propia fatiga del instrumento que gira libremente en la misma longitud de trabajo, pero en un conducto acentuadamente curvo de tal forma que la curvatura del instrumento se fractura.\*<sup>16</sup>
- Dicho de otra forma es causada por el estrés continuo aplicado en la instrumentos que han sido trabajados anteriormente y donde el estrés fue grande y que han sido llevados a la flexión máxima así como en canales curvos.\*<sup>18,25,26.</sup>
- Bien cuando el instrumento es rotado en un conducto curvo , donde cíclicamente existe la inversión de la deformación elástica que se produce en la región de la curvatura, en el momento inicial la parte del instrumento dirigida hacia el lado interno de la curva está comprimida, ya que la parte opuesta del instrumento que ésta dirigida hacia la parte abierta de la curvatura, está distendida. A partir de una media vuelta dentro del conducto la partes del instrumento se invierten, lo que estaba contraído se distiende y lo que estaba distendido se contrae. Con el instrumento rotando dentro del conducto curvo, esta inversión se produce dos veces en cada vuelta, 600 veces por minuto con un motor a una velocidad de 300 rpm, este movimiento cíclico de contracción, distensión provoca invariablemente la fractura del instrumento, ya que se alcanza el límite de fatiga cíclica. A medida en que la curvatura es más severa, es decir, que el radio va disminuyendo y mayor la velocidad de rotación más severa será el efecto. Este efecto es acumulativo, de manera que en conductos muy curvos con doble curvatura o cuando se pretende aumentar la velocidad de utilización



se debe limitar el número de veces que este instrumento puede ser utilizado hasta el descarte.\*<sup>7</sup>

Es por ello que deben tomar en cuenta el sistema de conductos, tanto en términos de radio como curvaturas, experiencia del operador, velocidad de operación, número de usos anteriores de los instrumentos, procedimientos de esterilización, influencia de hipoclorito de sodio en la fractura y corrosión de los instrumentos, y diseño del instrumento.\*<sup>15,27</sup>

Como ya se había mencionado, la fabricación de instrumentos rotatorios implica el mecanizado de un alambre, que debe ser torneado o esmerilado, y como consecuencia de esto quedan marcas ocasionadas por el torneado, defecto de superficie o abultamientos,\*<sup>16,12,28</sup>. dejando una superficie que es irregular, plásticamente deformados o contaminados. Esto logra eliminarse con el electropulido (eliminación electroquímica controlada de rugosidad de la superficie) también conocido como vanisado inverso o pasivación Super,\*<sup>15</sup> que puede aumentar la resistencia a la fatiga.

El electropulido se lleva a cabo por primera vez el 19 de Enero de 1911 en Rusia por I, Shpitalskiy.

La patente describe “un procedimiento para dar una apariencia pulida a los metales y recubrimientos galvánicos, caracterizado por el hecho de que la pieza de metal u objeto recubierto por una capa metálica es sumergido como ánodo (polo positivo de un generador de electricidad) en una solución electrolítica, la cual tiene tal composición que cuando el metal actúa como ánodo se producen condiciones inestables de pasividad, las cuales se manifiestan por un cambio anómalo de la intensidad con incremento de potencial, estando el voltaje ajustado para dar una intensidad de corriente



previamente determinada por experiencia, la cual es característica para el metal dado y la solución dada, con cuya intensidad de corriente se produce una transformación de la superficie mate en una pulida brillante” .<sup>\*29</sup>.

Por lo tanto una eliminación selectiva de defectos en la superficie que sobresale y se produce a un ritmo de aproximadamente 3.5 micras por minuto.<sup>\*15,16</sup>.

Por otro lado en algunos estudios<sup>\*16,28</sup> se menciona que el electropulido afecta la naturaleza química y la morfología de la superficie haciéndolos más sensibles a la corrosión y a la fractura, aunque esto no está comprobado del todo.

Schäfer y cols<sup>\*24</sup>, Bonaccorso y cols<sup>\*28</sup>, Rangel y cols<sup>\*30</sup> han demostrado la presencia de microfisuras y defectos en la superficie de los instrumentos nuevos y usados aun con el electro pulido. Lo anterior da pie a que estos defectos sean las causantes de las fracturas en las limas, ya que la fractura de los metales se iniciara con la formación de microfisuras en la superficie del metal seguido por la propagación de las grietas y finalmente la ruptura del metal.<sup>\*16,21,22</sup>

Aunque también Bonaccorso y cols<sup>\*28</sup>, Haikel y cols<sup>\*31</sup> han sugerido que la corrosión por cloruros, (hipoclorito de sodio) pueden originar defectos microscópicos con la posterior fractura<sup>\*15</sup> sin embargo estas fracturas solo se presentan si se sumergen en esta solución por un largo periodo. ya que mencionan que existe corrosión de los instrumentos con la subsiguiente disminución de la resistencia a la torsión, por otro lado los procedimientos a la limpieza habituales no parecen afectar a estos instrumentos.



En la utilización del instrumental, el éxito depende de la forma en que se relacionan el material, su diseño y la técnica empleada con la fuerza ejercida sobre el instrumento.

Los siguientes términos cuantifican las acciones y reacciones de las fuerzas de los instrumentos.

- Estrés; es la fuerza deformante medida en un área determinada.  
Punto de concentración del estrés: cambio brusco en la forma geométrica de una lima, como una muesca, que ocasiona un nivel de estrés más alto en ese punto que en el resto de la lima en que la forma es más regular.
- Tensión: la cantidad de deformación que experimenta una lima.
- Limite de elasticidad: es un valor establecido que representa la máxima tensión que al aplicarse a una lima permite que vuelva a sus dimensiones originales. Cuando se elimina la tensión las fuerzas internas residuales vuelven a cero.
- Deformación elástica: es la deformación reversible que no excede el límite de elasticidad.
- Memoria plástica: es una situación que se presenta cuando el límite de elasticidad es sustancialmente más alto, propio de los metales convencionales. Permite que un instrumento recupere su forma original después de haber sufrido deformación.
- Deformación plástica: es el desplazamiento permanente por desunión que aparece cuando se ha excedido el límite de elasticidad.

- Limite de plasticidad; es el punto en el que una lima plásticamente deformada se rompe.\*<sup>12</sup>



Hoy en día existen muchos sistemas de instrumentos rotatorios todos ellos con el objetivo de aprovechar las cualidades del Nitinol.

## SISTEMA RaCe

El Sistema RaCe (Reamer with alternating Cutting Edges) es uno de estos sistemas que ha utilizado las cualidades del NiTi, está fabricado por la FKG Dentaire y su nombre implica láminas alternadas de corte (Reaming Alternating Edges).

Empezó a fabricarse en 1999 por FKG en Suiza y más adelante fue distribuida en Estados Unidos por Brasseler (Savannah, GA) <sup>\*12</sup>.

La característica principal de estos instrumentos es el diseño de su parte activa forma de láminas de corte normales, con ángulos helicoidales alternando segmentos torcidos, con segmentos rectos (Fig.5). Este diseño permite la rotación del instrumento en el interior del conducto radicular sin el efecto de atornillamiento, <sup>\*7,8,12</sup>, permitiendo movimientos más amplios y lentos de penetración y retirada con las paredes del conducto. <sup>\*7</sup> Únicamente las partes retorcidas cortan, las partes rectas dan el espacio adecuado para la salida de los detritos y residuos fuera del conducto. <sup>\*23,32</sup>

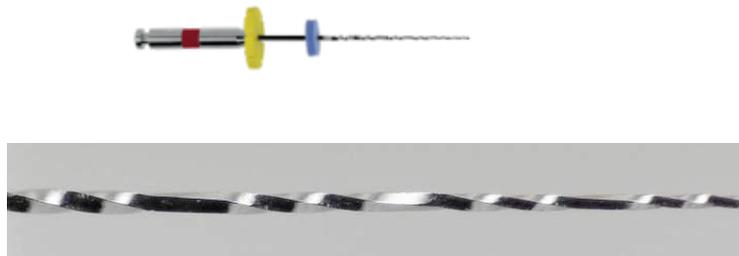


Fig 5

Puede utilizarse a velocidades que van de 300 y 600 rpm.

Esto se plasma en un estudio realizado por Jörg F y cols<sup>\*32</sup> para comprobar la capacidad y la seguridad de 5 instrumentos rotatorios y manuales, en donde el sistema RaCe mantiene mejor la curvatura del canal sin transportes.

La sección transversal es triangular (Fig.6), lo que favorece su acción de corte (ensanchamiento) con la excepción de los instrumentos de calibre 15 y 20, con conicidad 0.02, que es cuadrangular. La longitud de la porción cortante varía entre 9 y 16 mm<sup>\*12</sup>. Además poseen una punta redondeada no cortante que funciona óptimamente para centrarse en la curvatura del conducto.<sup>\*7,8,9,12</sup> Se han publicado estudios donde se han obtenido menores transportaciones que con el sistema Pro-Taper, gracias a esta punta.<sup>\*24</sup>



Fig.6

El sistema RaCe presenta un sistema para el control de fatiga del instrumento a través del Safety Memo Disc (SMD) que es un tope de silicona con pétalos removibles, y se utiliza retirando un pétalo en cada trabajo mecánico de conductos rectos o fáciles; dos o tres en conductos difíciles y 4 en canales muy estrechos o con curvaturas severas (Fig.7).

En conductos muy estrechos/curvos es recomendable utilizar un nuevo RaCe.

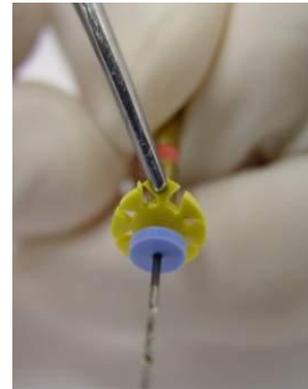


Fig. 7

Otra función del SMD es identificar, de inmediato, la conicidad del instrumento.

Los diámetros de los instrumentos del sistema FKG-RaCe, se identifican por un anillo (estría o franja) en su vástago metálico de anclaje en el contrángulo, de acuerdo con el código convencional de colores ISO.

Las conicidades de los instrumentos, se identifican de acuerdo con los colores del tope de silicona (SMD), montado en la base del vástago metálico del enclaje de la lima (Fig.8).

- Safety Memo Disc (SMD) Amarillo .....0,02mm/mm
- Safety Memo Disc (SMD) Negro.....0,04mm/mm
- Safety Memo Disc (SMD) Azul.....0,06mm/mm



Fig. 8



La longitud de la parte activa es de 16mm, con longitud total de 21, 25, 28 y 31mm.

Los instrumentos con más conicidad, los llamados Pre-Race se recomiendan para realizar el limado anticurvatura y se identifican de acuerdo con los colores del tope de silicona (SMD) montado en la base del vástago metálico de anclar.

- Tope amarillo (SMD).....0,10mm/mm
- Tope negro (SMD).....0,08mm/mm
- Tope azul (SMD).....0,06mm/mm

La longitud de la parte activa del instrumento Pre- Race, es de 9mm en el n° 30 (conicidad de 0,06mm/mm), de 10mm en el n° 35 (conicidad de 0,08mm/mm) y en el n° 40 (conicidad de 0,10mm/mm).

Los topes de colores, de menor diámetro, montados en la base de la parte activa de los instrumentos, identifican la longitud total del instrumento (Fig. 9).

- Tope amarillo: 19mm de longitud total
- Tope rojo: 21mm de longitud total
- Tope azul:25mm de longitud total
- Tope verde: 28mm de longitud total
- Tope negro: 31mm de longitud total

Los instrumentos Pre-Race y Race son comercializados en dos secuencias diferentes de acuerdo al grado de curvatura del conducto, Easy Race, y Xtreme RaCe ambos compuestos de 5 instrumentos (Fig.10).

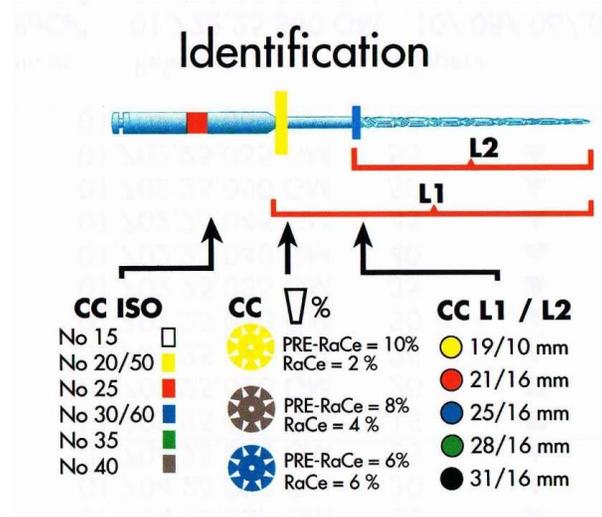


Fig.9

#### EASY RACE

- PRE-Race n° 40 – conicidad de 0,10mm/mm (40/.10)
- PRE-Race n° 35 – conicidad de 0,08mm/mm (35/.08)
- Race n° 25 – conicidad e 0,06mm/mm (25/.06)
- Race n° 25 – conicidad de 0,04mm/mm (25/.04)
- Race n° 25 – conicidad de 0,02mm/mm (25/.02)

#### XTREMA RACE

- PRE-Race n° 40 – conicidad de 0,10mm/mm (40/.10)
- PRE-Race n° 35 – conicidad de 0,08mm/mm (35/.08)
- Race n° 15 – conicidad e 0,02mm/mm (15/.02)
- Race n° 20 – conicidad de 0,02mm/mm (20/.02)
- Race n° 25 – conicidad de 0,02mm/mm (25/.02)

**EASY RACE**

**XTREMA RACE**

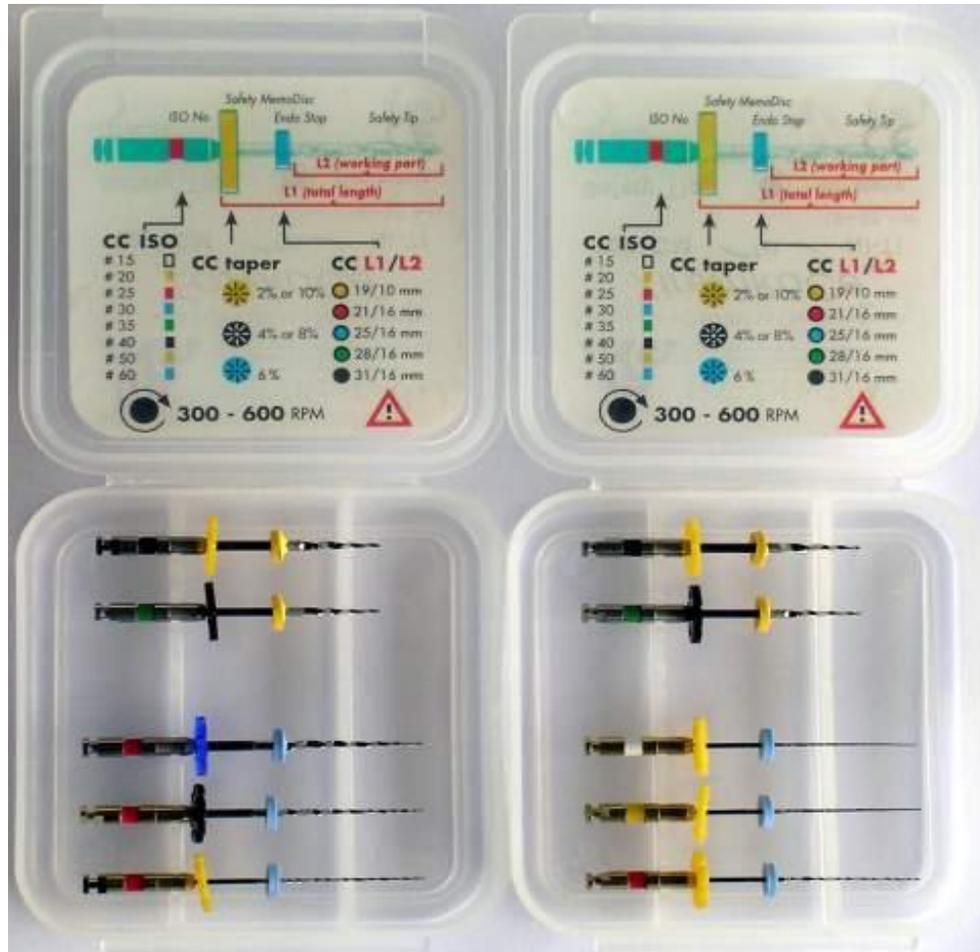


Fig.10

Para determinar el grado de dificultad del tratamiento y seleccionar una guía de instrumentación, es necesario que después de realizar la radiografía preoperatoria coloquemos sobre ella la plantilla de curvaturas FKG y comprobar a que tipo de curvatura se adaptan los conductos: S (simple), M (mediana) o D(difícil o severa). En la mayoría de los casos la curva es S o M; entonces seleccione la secuencia Easy RaCe. Ocasionalmente son D; entonces seleccione la secuencia Xtreme RaCe.

Adicional a ésto, la casa comercial recomienda la utilización de S-Apex Instrumento rotatorio con una conicidad invertida :  $D1 > D2$  (parte activa  $\pm$  16mm) Si se rompe , lo hace en el extremo más coronal del vástago que es un punto débil, especialmente diseñado, consiguiendo su fácil extracción del conducto (Fig. 11).

Este instrumento crea un espacio para las puntas de las limas utilizados posteriormente, permitiéndoles trabajar libremente, ayuda a los irrigantes a difundirse hasta la LT y crean un Stop apical para mejorar la compactación vertical así como calibrar la zona más apical del conducto.

Este instrumento debe usarse después de los instrumentos Pre-RaCe tras confirmar la LT con una RaCe manual o lima tipo K , para preparar el tercio apical antes de la secuencia RaCe.

Este debe usarse a 500 y 1000 rpm, se encuentran en calibres de 15 al 40 en longitudes de 21 y 25mm\*<sup>5</sup>

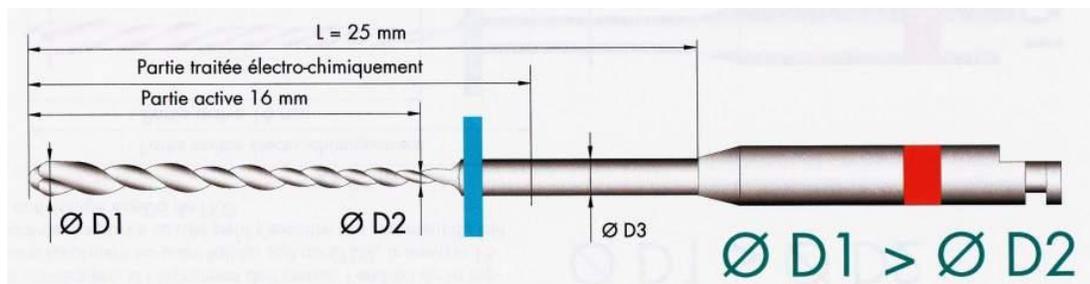


Fig.11

RaCe tiene la característica de que la calidad de la superficie ha sido mejorada ya que estos instrumentos pasan por un tratamiento electroquímico superficial para eliminar el raspado y las ranuras del proceso de desgaste.\*<sup>9</sup> Sin embargo también se menciona que estos no son eliminados por completo ya que existen irregularidades parecidas a una cáscara de naranja, ya al ver los instrumentos al microscopio electrónico de



barrido (SEM), se observan surcos, grietas, hoyos, aunque en menor proporción. A pesar de esto el electropulido puede tener efectos benéficos en la prolongación de la vida a la fatiga, estos son causados por una reducción de las irregularidades de la superficie que sirven como puntos de concentración de esfuerzos. El electropulido no es el único factor que influye en la resistencia a la fatiga cíclica, la forma de la sección transversal puede ser de mayor importancia <sup>\*16</sup>

Leonardo<sup>\*8</sup>, Margot y cols<sup>\*16</sup>, y Rangel y cols<sup>\*30</sup> mencionan que el electropulido es capaz de eliminar estrías de mecanizado, así mismo Bonaccorso y col<sup>\*28</sup>, Dirheimer y cols<sup>\*23</sup>, menciona que esto puede aumentar la resistencia a la fatiga relacionada con la fractura de ReCe.

Finalmente los resultados de los estudios de Rangel y cols<sup>\*30</sup> sugieren que el diseño de los instrumentos producen canales más centrados, limpios y de la forma efectiva para la obturación.

El fabricante propone 2 secuencias básicas de trabajo que son las siguientes.

Este es para la mayoría de los conductos hasta el 75% de los casos. Utilizando Easy RAce

1. Acceso
2. Localización de la entrada de los conductos
3. Introducción de la lima de calibre .10 a una profundidad aproximada de la mitad de la longitud, de forma que actúe como un camino guía para el Race



4. Prepare las partes coronal y media con Pre-ReCe 40/.10 y 35/.08
5. Realice la conductometría
6. Emplee S-ApeX
7. Proceda a ensanchar el resto del conducto usando RaCe 25/.06 después 25/.04 y 25/.02
8. Usar 25/.06 hasta notar resistencia o que alcance la longitud de trabajo(LT) tan pronto sienta resistencia, cambie a 25/.04 hasta LT y en muchos casos (dientes anteriores)se puede reutilizar cómodamente el 25/.06 hasta LT,si este instrumento alcanza la LT no es necesario utilizar el 25/.04 ni el 25/.02.

### **Xtreme RaCe**

Para conductos más difíciles

1. Acceso
2. Longitud aparente
3. Pre-RaCe 40/.10, Pre-RaCe 35/.08 en el tercio coronal
4. Determinar longitud de Trabajo con una lima 10-15 y memorice la orientación de la curva.
5. Emplear S-ApeX

### **FORMA DE TRABAJO DE RACE**

- Se introduce RaCe en rotación en el interior del conducto y se mantiene rotando mientras permanezca en el conducto



- Se realizan movimientos de entrada y salida largas y lentas, sin presión apical como si se estuviese pintando las paredes del conducto, cepillándolas al salir del conducto
- Máximo 4-5 segundos por instrumento.
- Limpie regularmente el instrumento y reintrodúzcalo en rotación.
- Utilice lubricantes para facilitar el corte, e irrigue copiosamente.
- En conductos ovoides o aplanados, se debe realizar el limado circunferencial para limpiar las irregularidades del canal.
- Remover el barro dentinario alternando NaOCL y EDTA.
- En conductos calcificados: si no se consigue permeabilizar con un RacE 15/.02, se debe utilizar con una lima manual del 10 y precuvar la punta o un S-ApeX n° 15.



## ***PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA***

La preparación de conductos radiculares con instrumentos rotatorios se han hecho cada vez más popular en la odontología moderna, por lo que hoy en día existen una infinidad de sistemas rotatorios para dicho fin, entre ellos se encuentra el sistema RaCe que es evaluado en este trabajo para considerar hasta que punto las modificaciones estructurales, fisuras, deformaciones plásticas ó cambios en su superficie son significativas para el trabajo endodóntico, es por ello que surge la pregunta ¿Cuántas veces puede ser utilizado este sistema, antes de que ocurran estos cambios?.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

Evaluar por medio de Microscopia Electrónica de Barrido las modificaciones que se presentan en el sistema endodóntico rotatorio RaCe posterior a la preparación de conductos en dientes extraídos, así como determinar la cantidad de veces que puede ser usado antes de que sufra modificaciones en su estructura.

### **ESPECIFICOS**

1. Comparar los cambios estructurales que se presentan en el sistema rotatorio RaCe, antes y después de la preparación de conductos.
2. Determinar si existe deformación en el sistema endodóntico rotatorio RaCe posterior a la preparación en dientes extraídos
3. Determinar cual es el principal cambio de estructura como fisuras, raspaduras y desgastes del sistema endodóntico rotatorio RaCe sometido a varias preparaciones en dientes extraídos



4. Evaluar el sitio de mayor afectación estructural del sistema endodónico rotatorio RaCe sometido a varias preparaciones en dientes extraídos.
  
5. Calcular o determinar el tiempo de vida y cantidad de veces que puede ser utilizado el sistema endodónico rotatorio RaCe antes de sufrir alguna deformación estructural.



## ***JUSTIFICACIÓN***

El sistema RaCe se caracteriza por el diseño diferente de su parte activa de otros sistemas rotatorios ya que presenta segmentos torcidos con segmentos rectos permitiendo su rotación en el interior del conducto sin presentar efecto de atornillamiento.

En estas condiciones de diseño evaluaremos por medio de microscopia electrónica de barrido Si existen cambios morfológicos o estructurales en la superficie del instrumento una vez que son sometidos al trabajo biomecánico.



## METODOLOGIA

Se realizó un estudio experimental de tipo longitudinal para la elaboración preliminar de dientes extraídos por razones ortodónticas, protésicas y periodontales, seleccionando aquellos con características anatómicas similares (conductos únicos, rectos) los cuales fueron mantenidos en soluciones fisiológica hasta el momento de realizar el trabajo biomecánico en cada uno de ellos. Realizando el siguiente protocolo de preparación:

Se tomó radiografía del diente seleccionado para observar las condiciones anatómicas y determinar la longitud de trabajo aparente, en base a esto se le restó 1mm para determinar la longitud real de trabajo, posteriormente se realizó acceso seleccionando una fresa de diamante para la apertura y una vez en dentina se cambió por una fresa de bola de carburo de tamaño adecuado a la cámara pulpar para apertura del acceso rectificando con instrumentos PC1 y PC2, realizado esto se introdujo una lima tipo K .10 para verificar la permeabilidad del conducto, posterior a esto se introdujo limas Pre-RaCe 40/.10 en rotación al interior del conducto, manteniéndola en rotación durante el trabajo sin ejercer presión apical con movimientos de entrada por salida lentos, hasta sentir presión, cuando se comenzó a sentir dicha presión se retiró el instrumento en rotación y se irrigó el conducto con hipoclorito de sodio al 2.5% aproximadamente 5 ml . Se verificó nuevamente la permeabilidad del conducto con lima tipo K .10 y se introdujo lima Pre-RaCe 35/.08 en rotación con movimientos de entrada por salida sin presión apical nuevamente se trabajó hasta sentir resistencia retirando el instrumento en rotación e irrigando con 5ml de hipoclorito de sodio al 2.5%, se verificó permeabilidad y con esto se terminó la secuencia de las limas Pre

RaCe utilizando entonces instrumentos RaCe de calibre 25/.06 hasta menos 3mm de la longitud real, con las mismas características que las anteriores se introdujo en rotación con movimientos de entrada por salida, con limado de paredes, se retiró en rotación se se irrigó con hipoclorito de sodio al 2.05%, se verificó permeabilidad del conducto. Posterior a esto se trabajó con 25/.04 a menos 2 mm y luego 25/02 hasta la longitud real, una vez alcanzada esta longitud total del conducto se regresó al instrumento 25/.04 hasta la longitud total concluyendo con 25/.06 la instrumentación.

Una vez terminado el trabajo biomecánico se enjuagaron las limas y se metieron a ultrasonido para su limpieza.

Se montaron las limas en unas platinas de aluminio cuadradas de 2.5mm x 2.5mm elaboradas especialmente para este trabajo, se montaron por medio de pinzas para no contaminar la muestra y se sujetaron con cinta doble al carbón para impedir su movimiento durante la observación esta se realizó en el laboratorio de Histología de la Facultad de Medicina por medio de un Microscopio Electrónico de Barrido Zeiss DSM-950 (Fig.12).



Fig.12



Una vez dentro del microscopio se tomaron fotografías panorámicas de las dos platinas, y se fueron recorriendo cada uno de los instrumentos desde la punta hasta el final de la parte activa de trabajo, donde se encontraron alteraciones físicas se tomaron fotografías a diferentes aumentos, estas observaciones se realizaron con los instrumentos nuevos y posterior a cada trabajo biomecánico.

Obteniendo los siguientes resultados.



## RESULTADOS

### PRIMERA OBSERVACIÓN.

Se analizaron las características generales de los instrumentos realizando un recorrido de superficie de cada uno de ellos, desde su punta hasta el final de su parte activa, colocándolos con la guía de anclaje hacia arriba, representando esta forma de colocación una constante para las observaciones subsecuentes.

En esta primera observación se tomaron fotografías de las puntas de los instrumentos 40/.10 y 35/.08. (Fig.13 a y b) y de los instrumentos 25/.06 y 25/.04, 25/.02 a 200X (Fig.14).

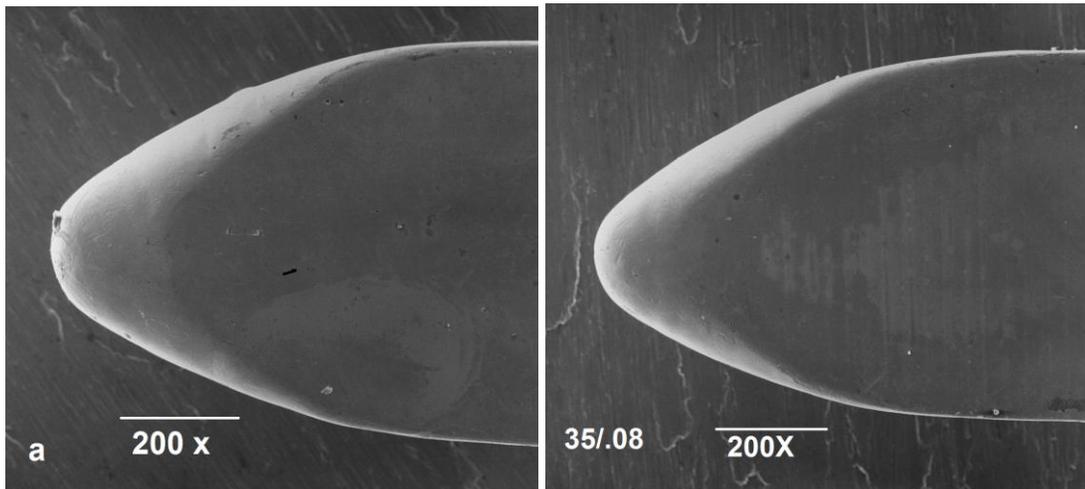


Fig. 13. a 40/.10

Fig.13 b 35/.08

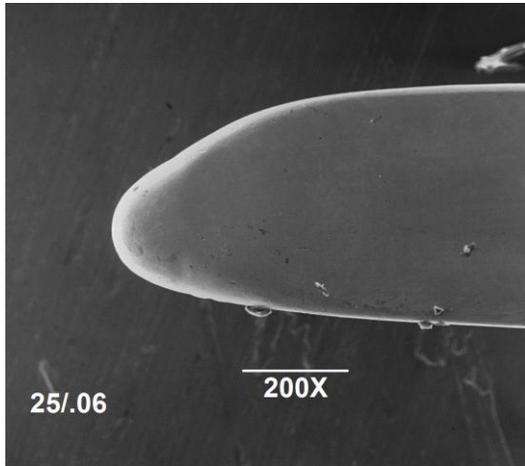


Fig.14 c

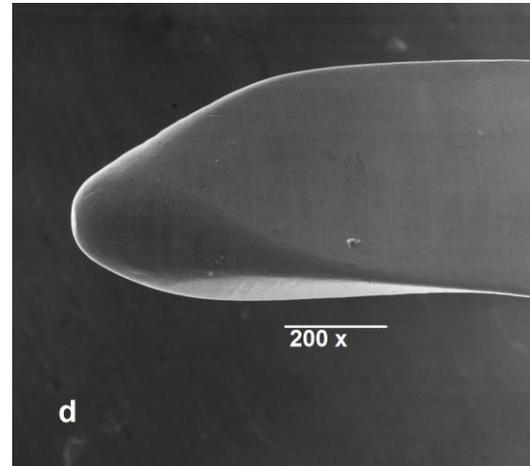


Fig.14 d

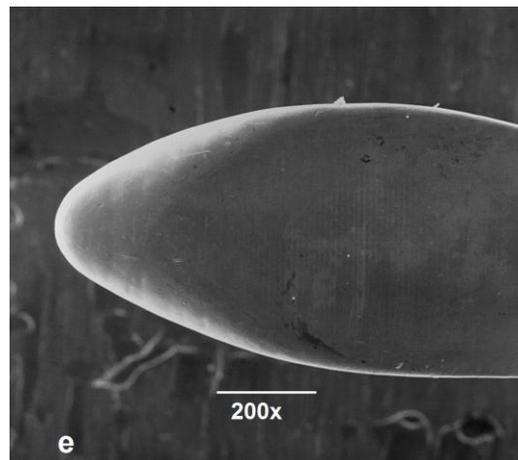


Fig 14. e

En el análisis de la superficie del instrumento 25/04 nuevo se encontró una irregularidad de forma que no había sido observada en los instrumentos anteriores, por lo que se tomó una magnificación a 500X (Fig.15) pensando que este defecto pudiese representar una característica de predisposición a la deformación plástica durante el trabajo a realizar.

Así mismo se tomaron fotografías panorámicas a 7X, 9X y a 10X de toda la parte activa de los instrumentos nuevos para tener un parámetro de comparación fotográfica una vez que estos fueran utilizados (Fig.16).

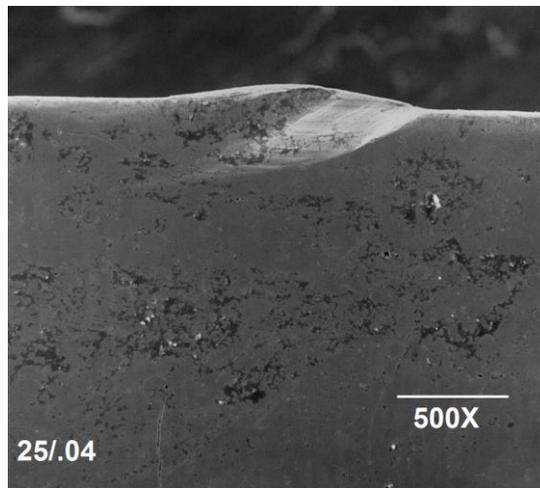
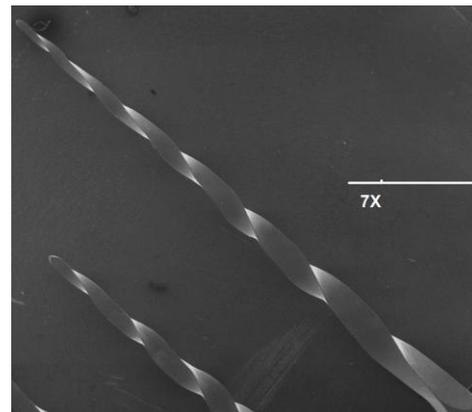
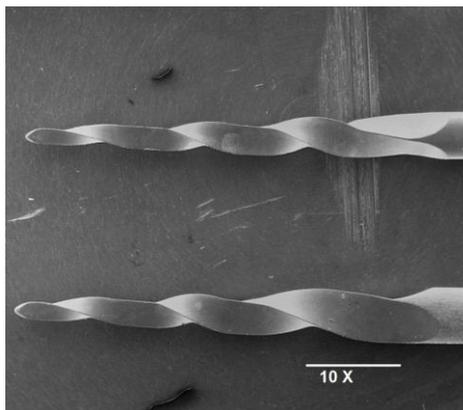


Fig 16



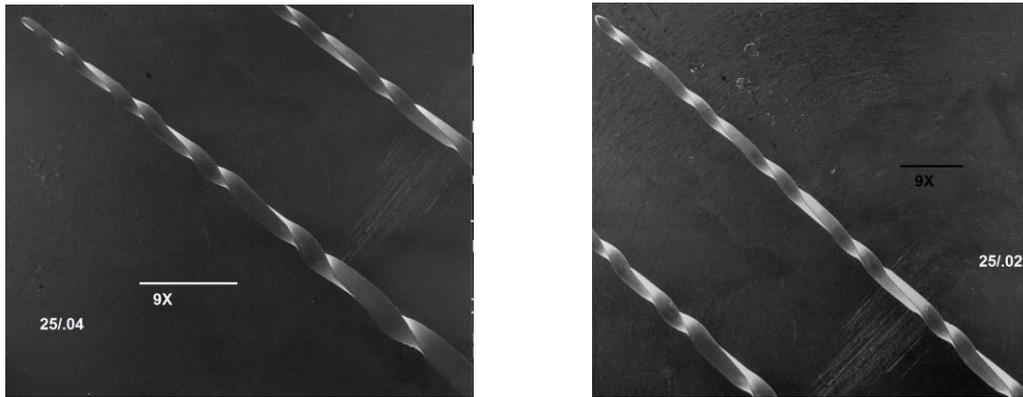


Fig. 16

## SEGUNDA OBSERVACIÓN

Una vez realizado el primer tratamiento, bajo el protocolo de preparación anteriormente mencionado, se realizó la segunda observación de los instrumentos encontrándose lo siguiente.

Durante el recorrido de la superficie de la parte activa de todos los instrumentos no se encontraron cambios importantes respecto de la primera observación, salvo en la punta de las limas 40/.10 (Fig.17), 25/.06 (Fig.18) y 25/.02 (Fig.19) donde se observaron a 200X raspaduras en la punta y la presencia de material agregado que probablemente no fue eliminado durante la limpieza de los mismos.

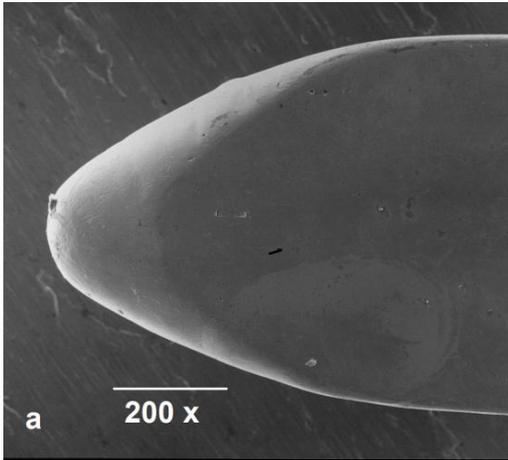
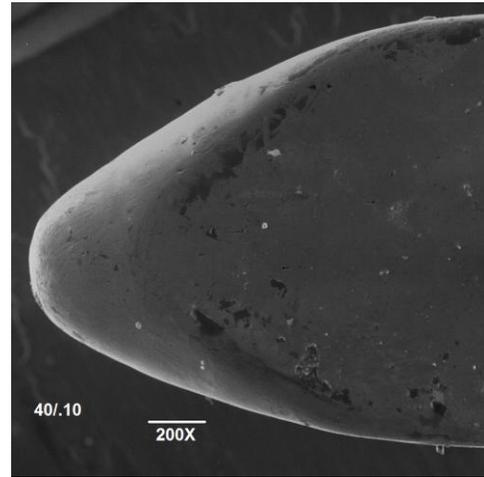


Fig.17 instrumento nuevo



primer tratamiento

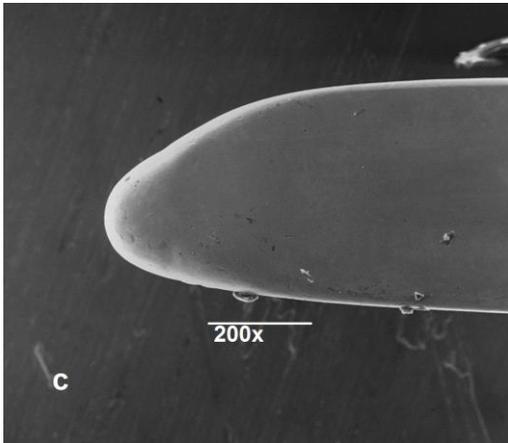
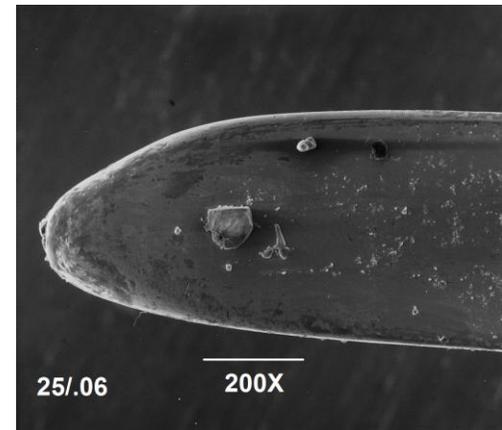


Fig. 18 Instrumento nuevo



Primer tratamiento

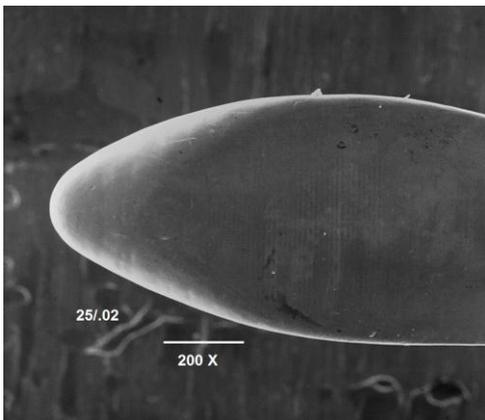
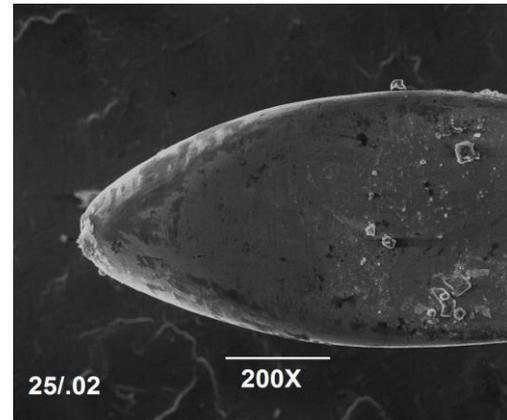


Fig. 19 instrumento nuevo



primer tratamiento

## TERCERA OBSERVACION

Siguiendo con el protocolo de instrumentación descrito, se realizó la segunda preparación de conductos, para llevar a cabo la tercera observación, encontrando lo siguiente.

En análisis comparativo con la fotografía inicial de los instrumentos nuevos de esta zona encontramos que la lima 40/.10 presenta pequeñas fisuras y zonas de raspaduras sobre la superficie (Fig.20).

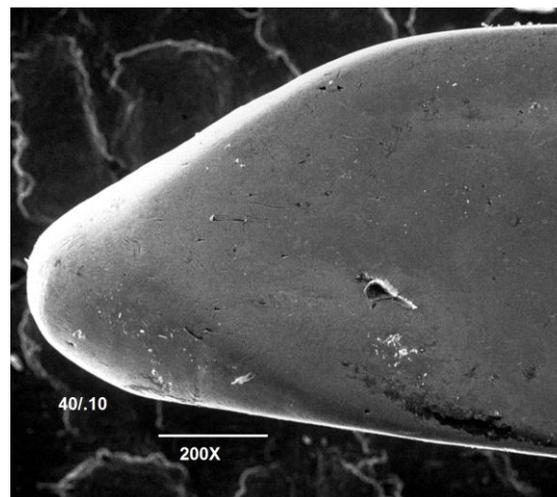


Fig.20

En la lima 35/.08 la observación a 200 X nos permitió ver que existen en la punta rayaduras, desgaste y pequeñas porosidades (Fig.21), por lo que se decidió realizar una ampliación a 500X para ver con más claridad estos detalles (Fig. 22). En el recorrido del análisis de parte activa se encontraron bordes irregulares a 200X (Fig.23) tomándose de igual manera una ampliación a 500X de esta zona (Fig. 24).

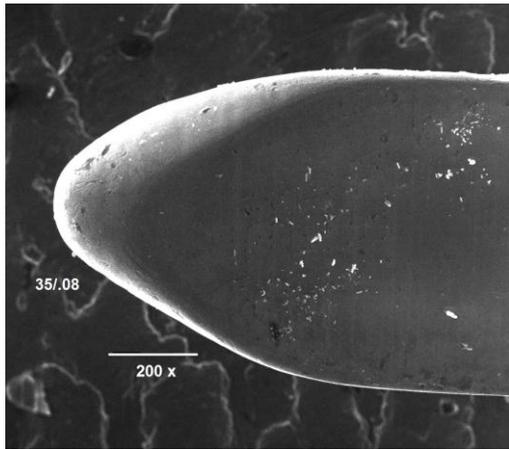


Fig. 21

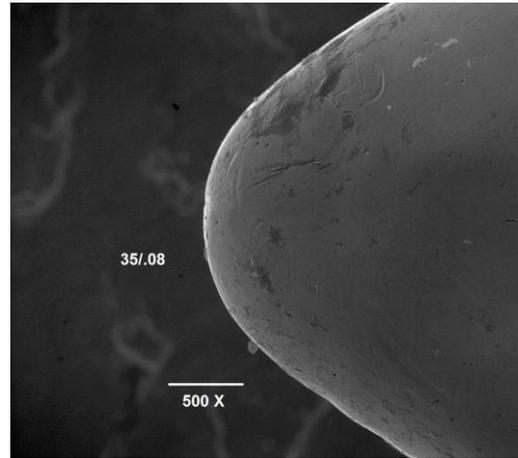


Fig. 22

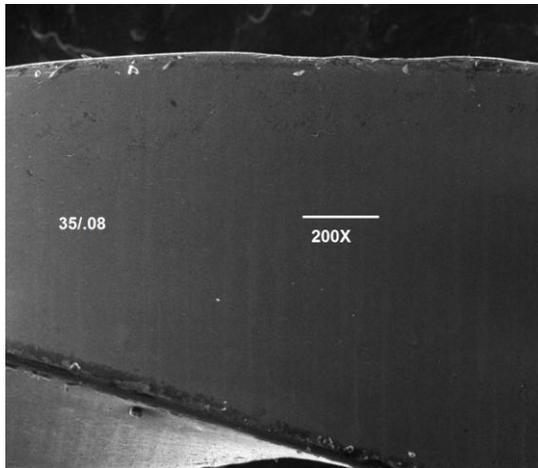


Fig. 23

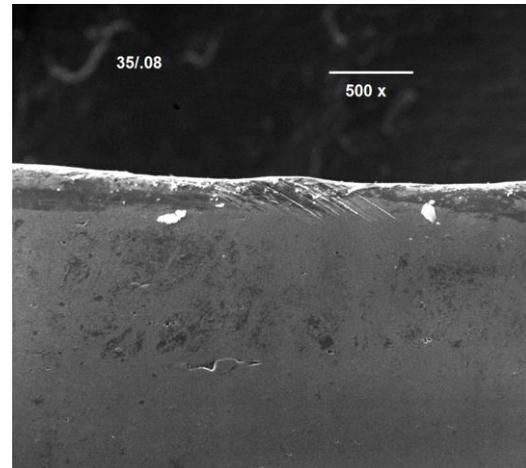


Fig. 24

#### CUARTA OBSERVACIÓN

Como resultado del tercer tratamiento realizamos la cuarta observación donde nuevamente la lima 40/.10 nos muestra la evidencia física del trabajo realizado ya que este instrumento presento en comparación con la observación anterior, mayor evidencia de desgaste y ralladuras en la punta (Fig.25). Presento también una línea de deformación sobre el borde cortante de uno de sus ángulos (Fig.26).

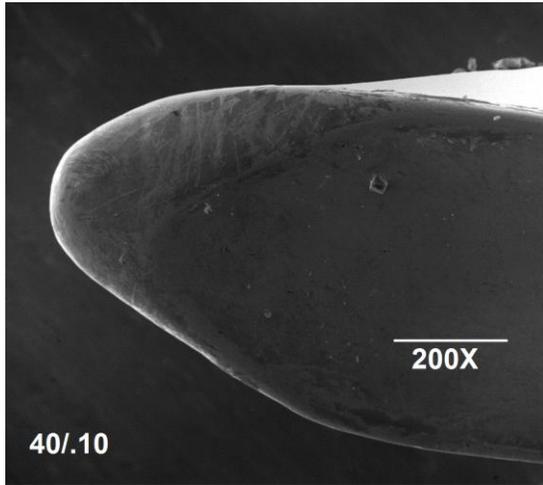


Fig. 25

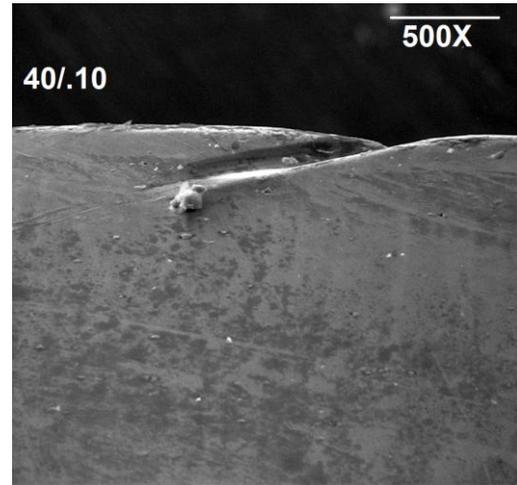


Fig. 26

En la lima 35/.08 se observa la evidencia del desgaste de la capa superficial del instrumento permitiendo mostrar la evidencia del tallado original del asta metálica, condición que hasta este momento no se había presentado en ninguna de las observaciones (Fig.27).

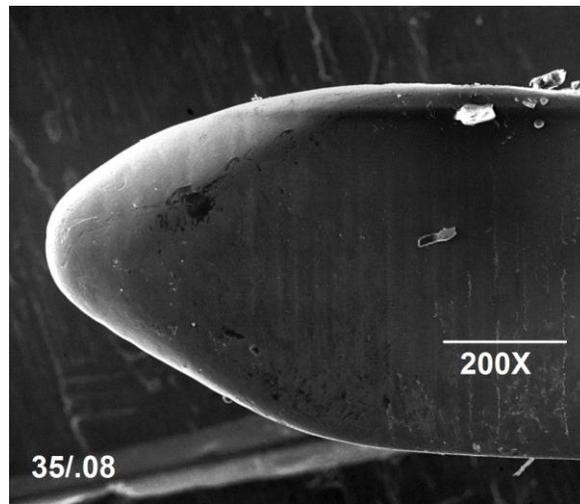


Fig.27

En la lima 25/.06 En el recorrido de la superficie se encuentran fisuras en todas direcciones, condición que no se había presentado en las observaciones anteriores por lo que decidimos tomar una ampliación a 500X para poder observar con mayor detalle las características de estos cambios que se describen a continuación.

Se observaron zonas achatamiento en las aristas del borde cortante de la parte activa, zonas de porosidad evidente sobre toda la superficie de la parte activa del instrumento así como zonas del tallado original idénticas a las que aparecieron en el instrumento 35/.08 Presento además de la irregularidad en la arista del borde cortante una zona de deformación cercana a la punta y con dirección hacia ella. (Fig 28 a y b).

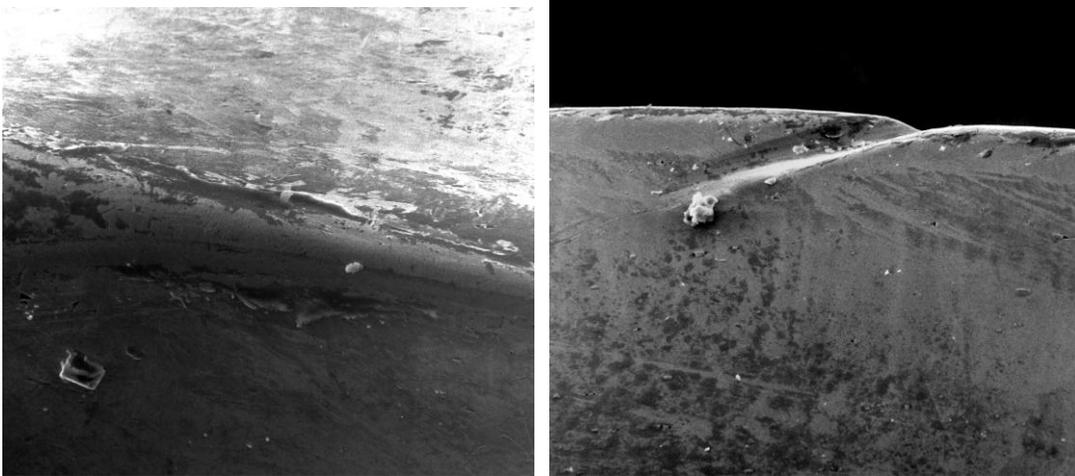


Fig. 28 a y b

En la lima 25/04 se observa evidencia del tallado original al igual que en la lima 35/.08 así como la presencia de pequeñas porosidades en los extremos cercanos al borde cortante del instrumento (Fig.29).

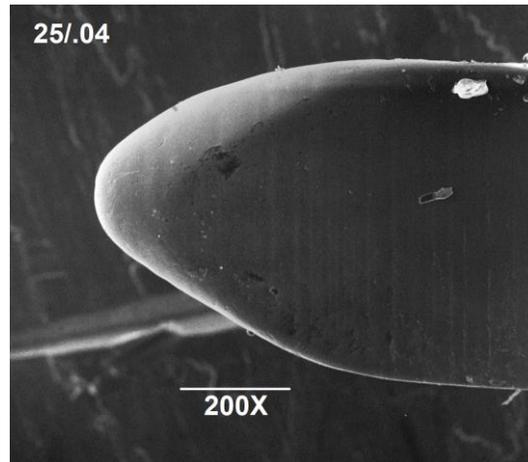


Fig. 29

En la lima 25/02 se hace evidente la presencia de ralladuras, porosidades cercanas al borde cortante, además de que existe un achatamiento en la punta y en las aristas de los bordes cortantes.(Fig.30)

En el recorrido de la parte activa se observan zonas alternadas de modificación del borde cortante con zonas agudas y romas en casi toda la superficie analizada, acompañadas de porosidades en toda la superficie de la lima encontrándose un aumento de estas en la cercanía al borde cortante.(Figs.31,32 y 33)

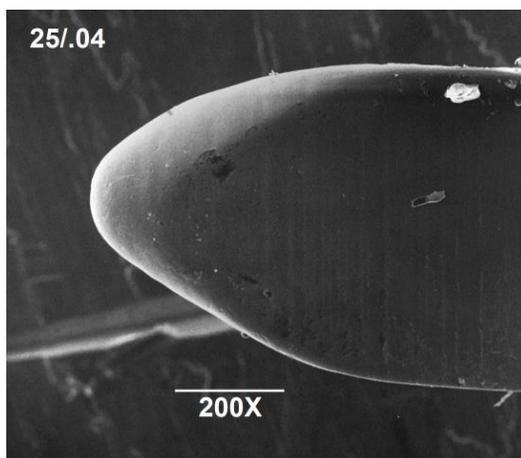


Fig.30

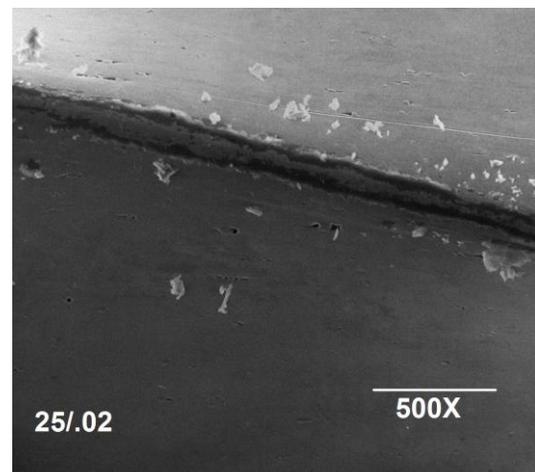


Fig.31

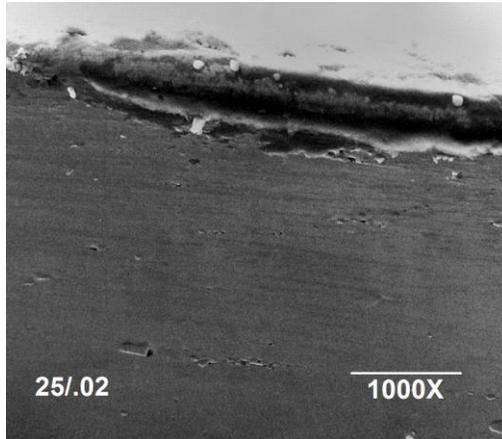


Fig. 32

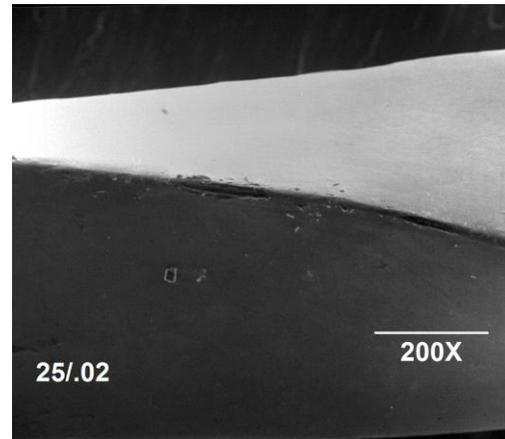


Fig.33

### QUINTA OBSERVACIÓN.

En la lima 40/10 se observa desgastes de la arista del borde cortante, apareciendo estos más redondeados a lo largo de la superficie de la lima, en algunas zonas se observan excavaciones y surcos así como pequeñas porosidades. Además se hace nuevamente evidente el tallado original de la lima observando líneas verticales (Fig.34 y 35). Los surcos y dobleces permiten la acumulación de detritus o restos de tejido durante la instrumentación (Fig.36).

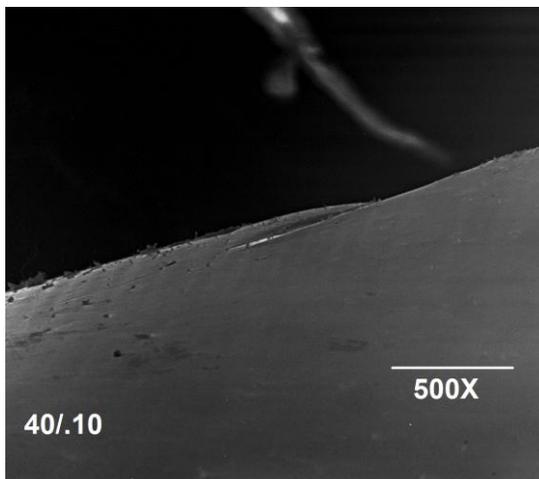


Fig.34

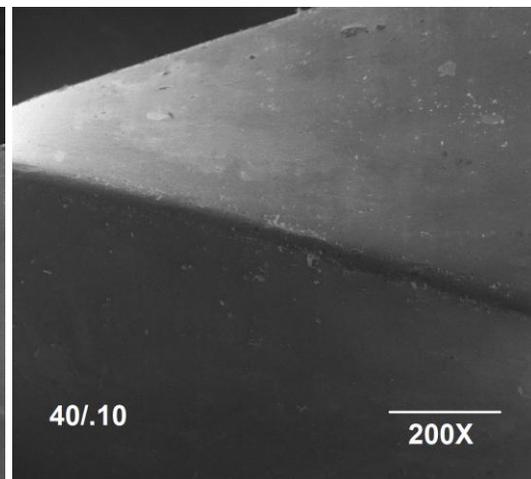


Fig.35

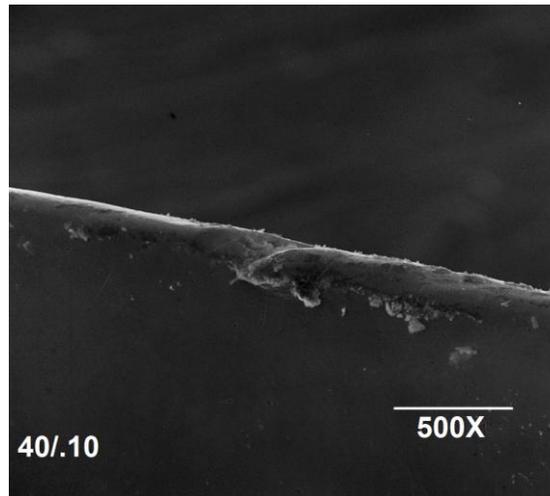


Fig.36

En la lima 35/.08 nuevamente se presenta el rallado del asta metálica, dando una apariencia de pérdida de la superficie lisa de la lima, esta condición que apareció inicialmente en la tercera observación se hace cada vez más evidente conforme se avanza en el trabajo de los instrumentos.

En esta sesión se empieza a observar en mayor grado la deformación plástica e irregularidades en las aristas del borde cortante (Fig.37 a y b).

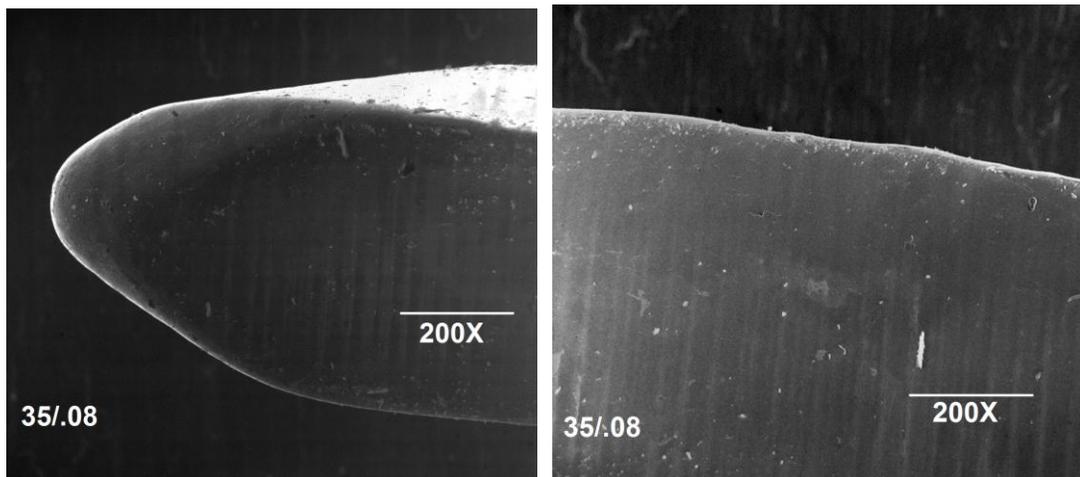


Fig.37 a y b

En la lima 25/.06, se observaron porosidades en toda la superficie de la lima. Al igual que en la lima anterior en las aristas del borde cortante se observa el achatamiento del borde cortante y se hacen más evidentes una serie de ralladuras que junto con las porosidades le dan a la lima un aspecto rugoso o poroso y no el aspecto liso que presentaba el instrumento antes de ser utilizado (Fig.38 a y b).

También se encontró en las aristas de la parte activa una deformación plástica que aparentemente refleja un doblé de la arista del borde cortante en sentido antihorario, lo que nos hace suponer que fue provocado por la fuerza ejercida durante la preparación del conducto (Fig.39).

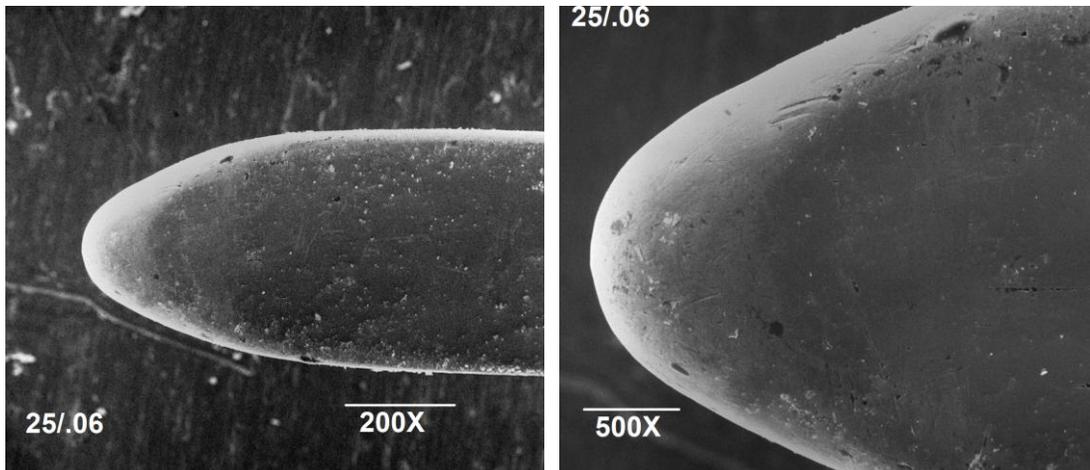


Fig.38 a y b

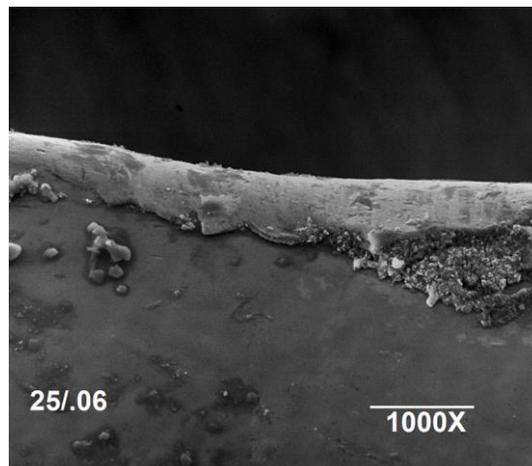


Fig.39

En la lima 25/.04 se encuentran porosidades en la punta así como en toda la superficie, el rallado del asta metálico se observa con mayor grado, además de un forma ondulada en el inicio de la punta (Fig. 40 a y b).

Las fisuras de las aristas de corte se observan con mayor frecuencia y en mayor numero en la longitud de la parte activa (Fig. 41 a y b).

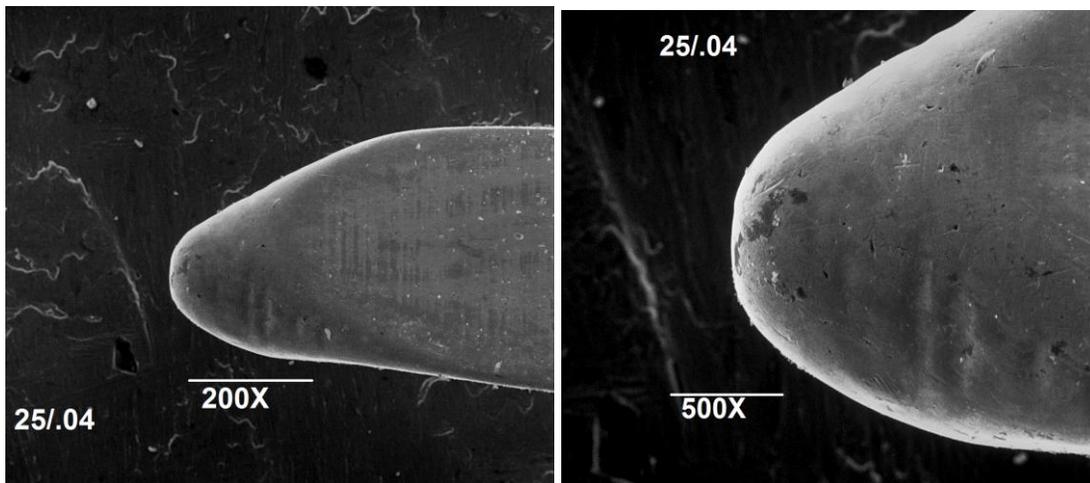


Fig. 40 a y b

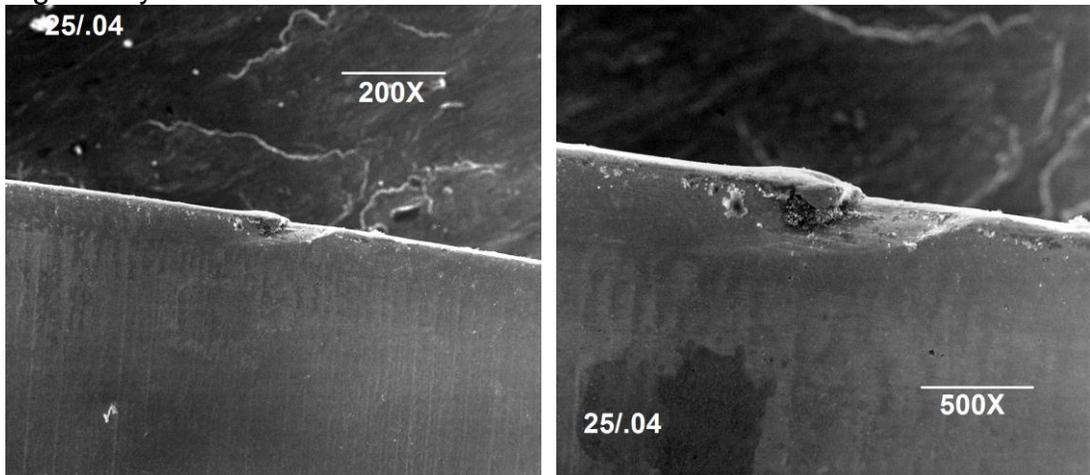


Fig. 41 a y b

En la lima 25/.02 se observa desgaste de la punta con porosidades así como desgaste en las aristas del borde cortante con pequeñas fracturas del mismo (Fig.42).

De igual forma el rallado del asta metálica se observa con claridad. Aunque estos cambios no muy diferentes a la anterior sesión (Fig.43 y 44)

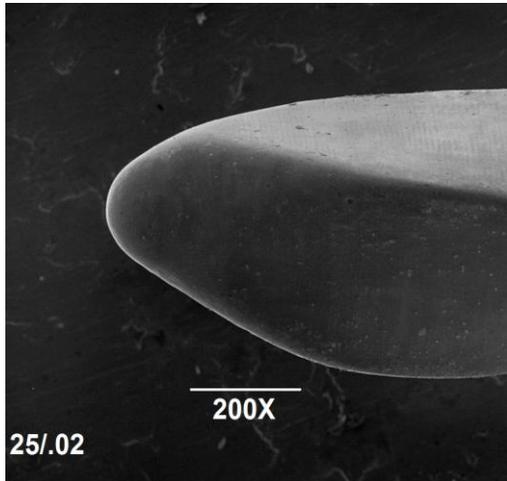


Fig.42

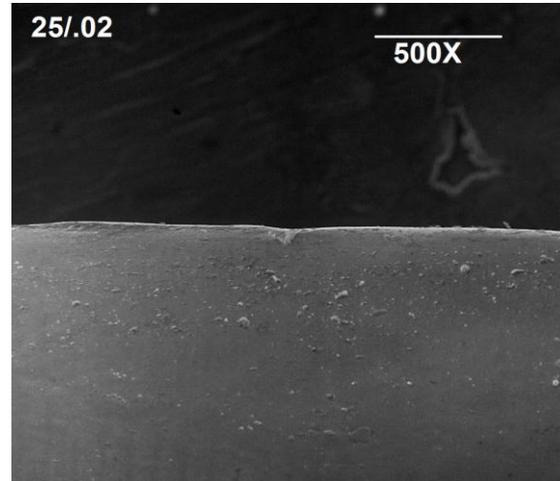


Fig.43

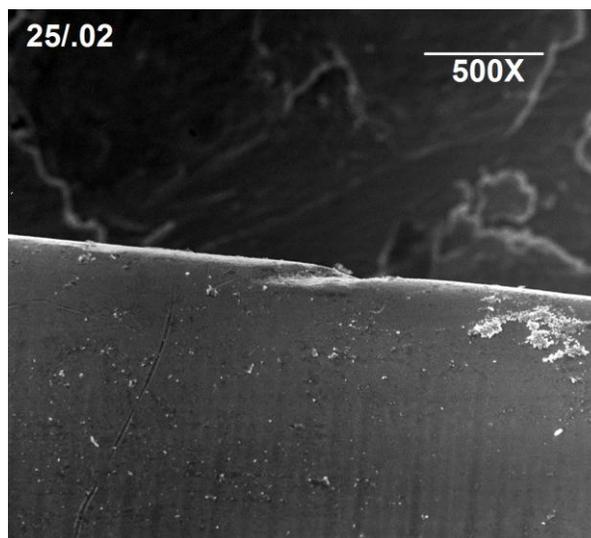


Fig.44

## SEXTA OBSERVACIÓN

En base al protocolo original descrito anteriormente, se realiza el quinto tratamiento observándose nuevamente en el microscopio, obteniendo resultados más marcados.

En todas las limas los bordes cortantes se observan dentados e irregulares (Fig.45) .

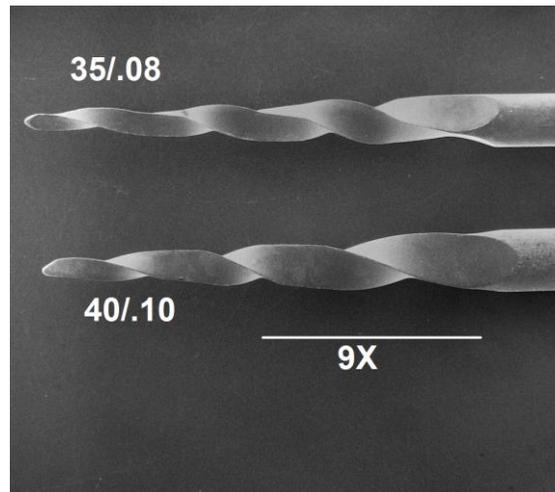


Fig.45

En la superficie de la punta se observo hoyos grandes, desgaste a causa del trabajo realizado, ralladuras en todas las direcciones, perdida de los vértices dirigidos hacia la punta perdiéndose la forma triangular (Fig.46).

También se encontró aumento en la cantidad y frecuencia de irregularidades en los bordes cortantes de la lima, tomándose una fotografía de 500X para poder observar estas características presentes a lo largo de toda la parte activa (Fig. 47). Así mismo la frecuencia de la pérdida de angulación de los bordes cortantes es más frecuente, ya que esta aparece en más porciones de la lima (Fig. 48).

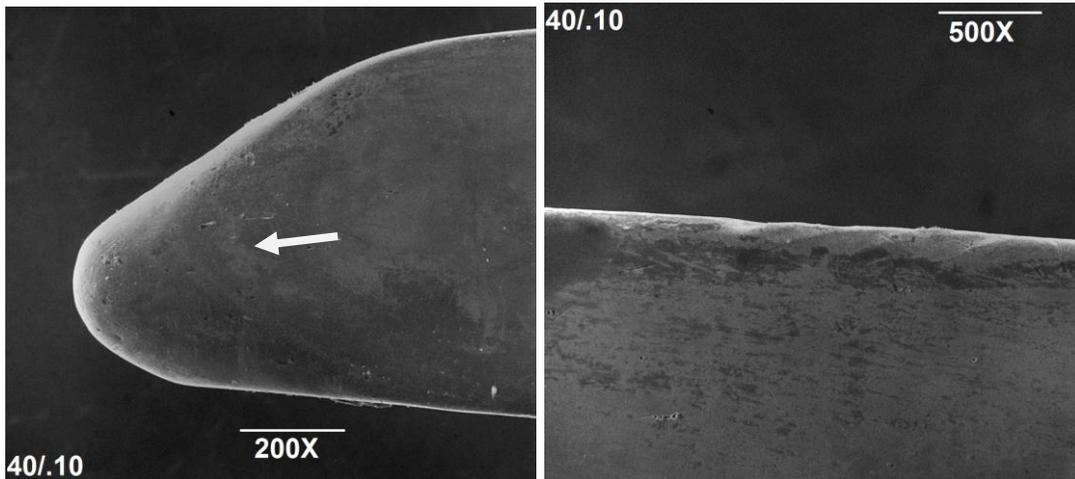


Fig.46

Fig.47

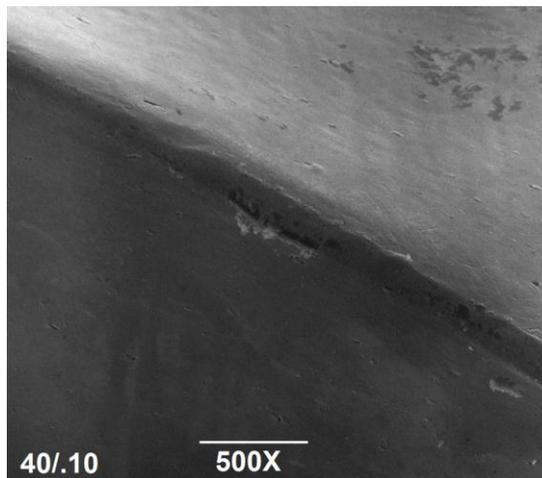


Fig. 48

En la lima 35/.08 se pudo observar que el desgaste de la punta cada vez es más evidente pues también se observa irregularidad en toda la superficie, porosidades, además del rayado original del asta metálica aparece más profundo, permitiendo que esta sea más superficial, los ángulos de la punta desaparecen observándose una sola superficie y no la forma característica de triángulo que se presentaba en los instrumentos nuevos. (Fig. 49).

A lo largo de la lima también se observa más porosidades, ralladuras en todas las direcciones, así como fisuras de pequeño calibre a lo largo de la

lima, las aristas de los bordes se pueden observar con mayor redondez (Fig. 50).

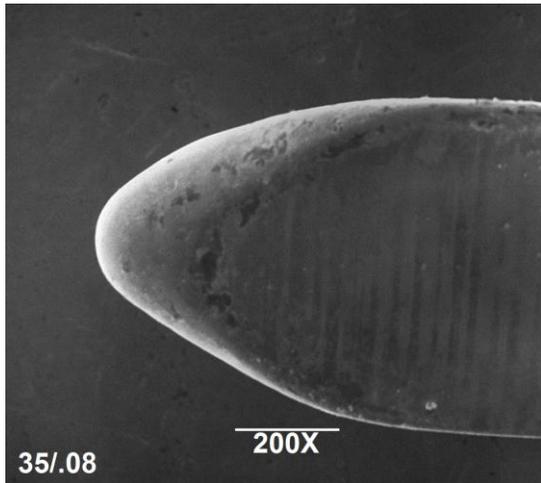


Fig. 49

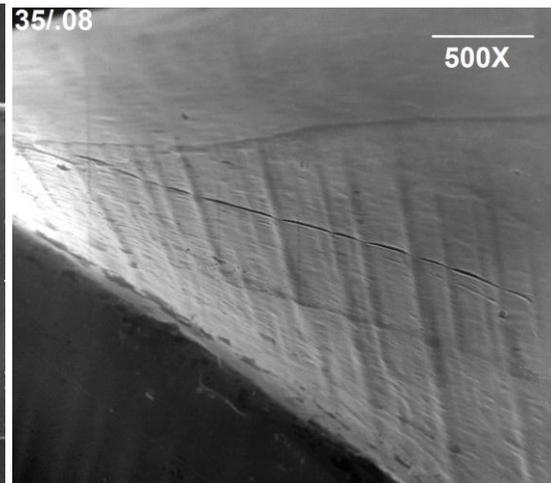


Fig.50

En la lima 25/06 se observan cambios totalmente drásticos ya que los cambios presentados en la sesión anterior se han enfatizado teniendo que el desgaste de la punta es más evidente, con las líneas de ralladura por todas las direcciones, además se presentó irregularidad en la punta perdiendo la forma original. La textura de la superficie se observa rugosa y porosa (Fig.51), tomándose una fotografía a 500X para apreciar con mayor claridad estos cambios (Fig.52). A lo largo de la parte activa de la lima se observó en los bordes cortantes deformaciones plásticas en donde existen dobleces en forma antihoraria del metal y encima de estas deformaciones se encontraron ralladuras y hoyos en todas las direcciones, además hay presencia de fisuras que salen por debajo de esta deformación del borde, al mismo tiempo este borde se observa de una forma plana y no redonda como en la sesión anterior, observándose un borde cortante ya no en filo sino plano se tomó fotografía a 1000X donde se permitió ver esta deformación (Fig.53). Se tomó una foto a 2500X en donde permite observar con claridad estas características (Fig. 54).

En otras partes del borde se observan fracturas del mismo en sentido oblicuo quedándose el asta del metal original fotografía tomada a 2000X (Fig.55).

En otras porciones se observa que las aristas del borde cortante sufrieron deformaciones plásticas doblándose al interior del eje longitudinal en sentido anti horario, quedando depresiones del borde cortante (Fig.56 y 57).

Todas estas alteraciones no se habían observado con tanta claridad en las sesiones anteriores.

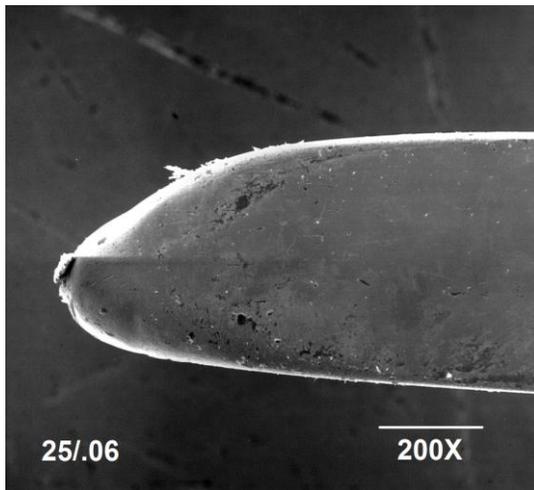


Fig.51

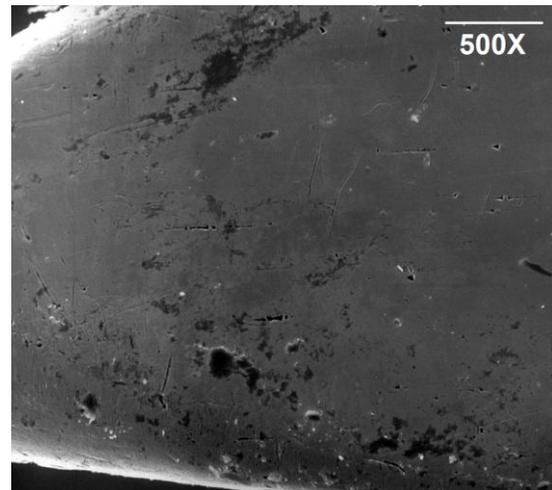


Fig. 52

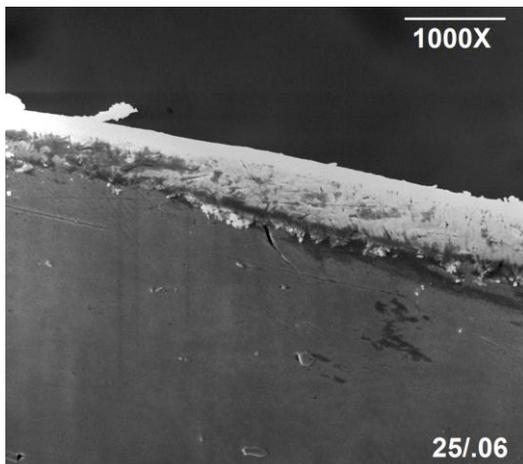


Fig.53

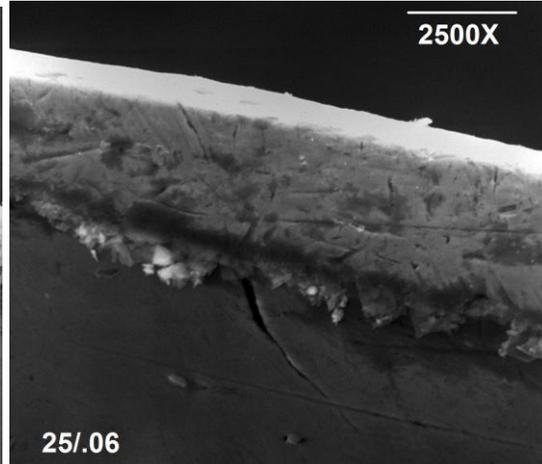


Fig.54

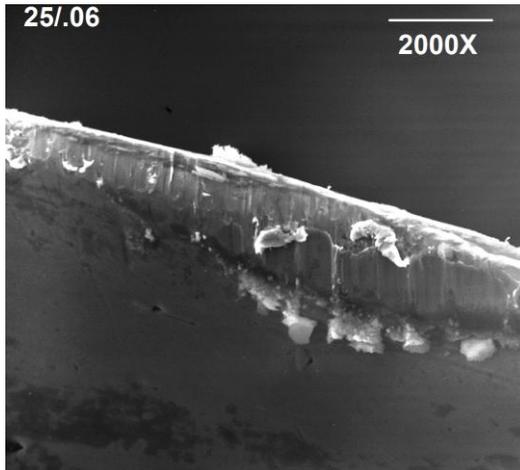


Fig. 55

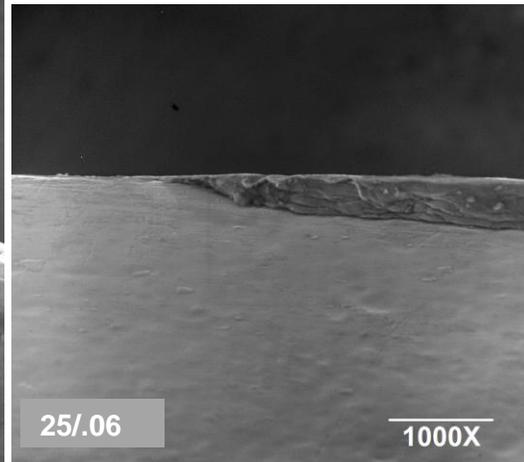


Fig.56

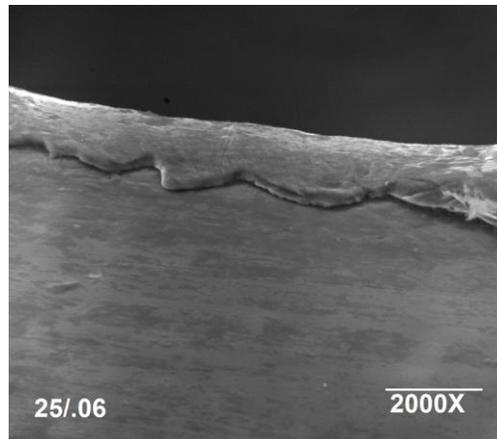


Fig.57

En la 25/04 se observa la punta la misma características que las limas anteriores, perdida del bordes internos, rallado del asta metálica, así como irregularidad en la punta observándose porosidades en la superficie (Fig. 58). La deformación plástica en las aristas de los bordes cortantes es muy marcada, dando la impresión de abertura de dicho borde, a los lados se pueden observar ondulaciones del metal así como porosidades , aunado a esto en ciertas porciones se ven fracturas dirigidas a la punta.(Fig.59,60 y 61).

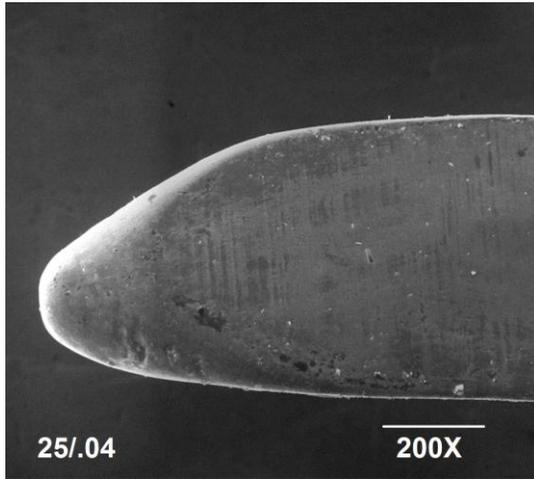


Fig.58

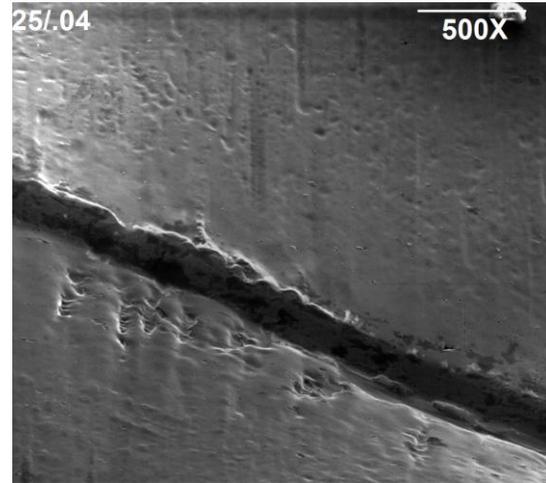


Fig.59

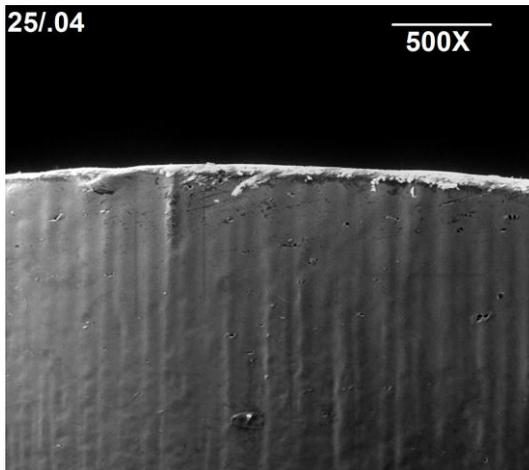


Fig.60

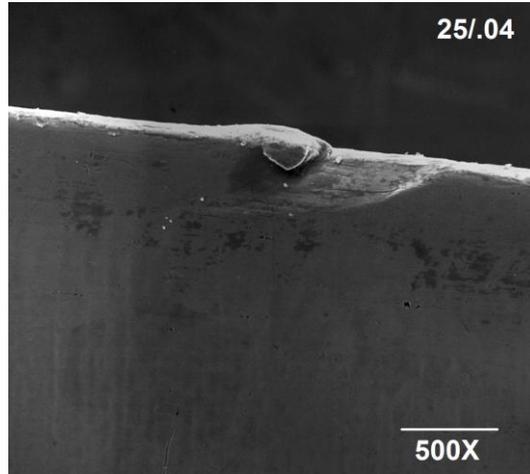


Fig.61

En la lima 25/.02 se observan las mismas características de la lima anterior con la única diferencia de que el rallado del asta metálica con la que fue elaborada la lima se observa con mayor claridad, aquí ya puede ver los surcos y crestas de esta superficie fotografía a 500X (Fig. 62).

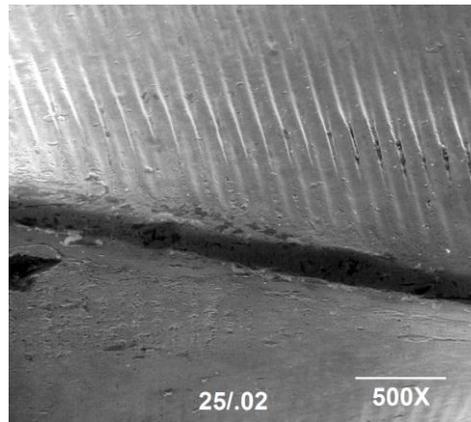


Fig. 62

## SÉPTIMA OBSERVACIÓN

De acuerdo a los puntos del protocolo planteado se realizó el 6° tratamiento en un diente para observar las limas en el microscopio y se observó lo siguiente.

En la lima 40/.10 se observan rasguños y desgaste en toda la punta, los bordes internos de la punta desaparecieron por completo, además se presenta mayor porosidad en su superficie (Fig.63), así como irregularidades en los bordes y porosidades, presencia de pequeñas fracturas atravesando los bordes cortantes en mayor frecuencia y cantidad (Fig. 64 y 65).

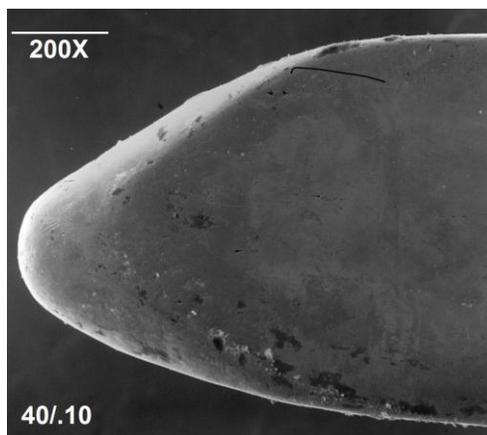


Fig. 60

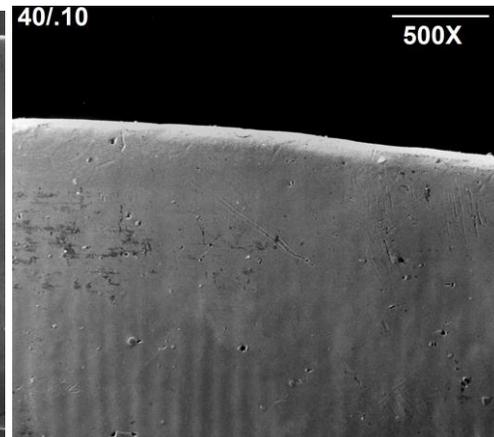


Fig. 61

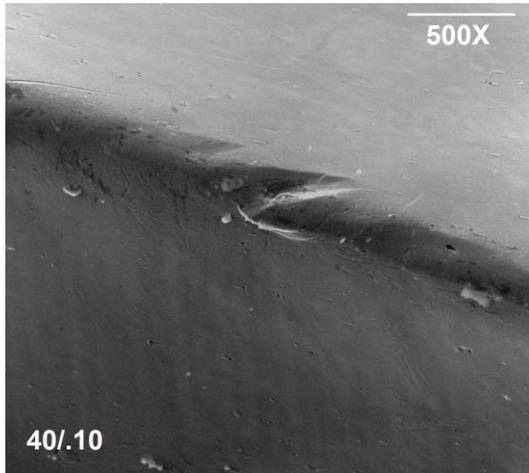


Fig. 62

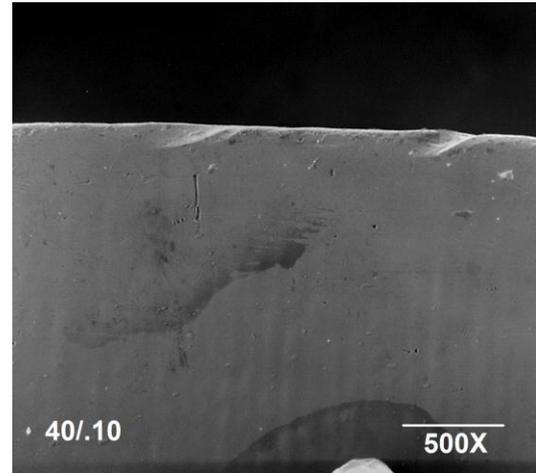


Fig. 63

En la punta de la lima 35/.08 se observa el mismo rayado vertical que se ha estado observando anteriormente, existe un cambio de coloración de la superficie debido al desgaste de la misma, este desgaste se observa con la presencia de hoyos, desprendimiento de pequeñas porciones de los filos (Fig.64).

Durante el recorrido se toma una fotografía a 1000X donde se apreciar la pérdida del filo del borde cortante así como de zonas de irregularidades onduladas en dirección interna de la superficie, también se pudo observar las líneas verticales de las limas y porosidades así como la presencia de hoyos (Fig.65) repitiéndose constantemente a lo largo de la superficie.

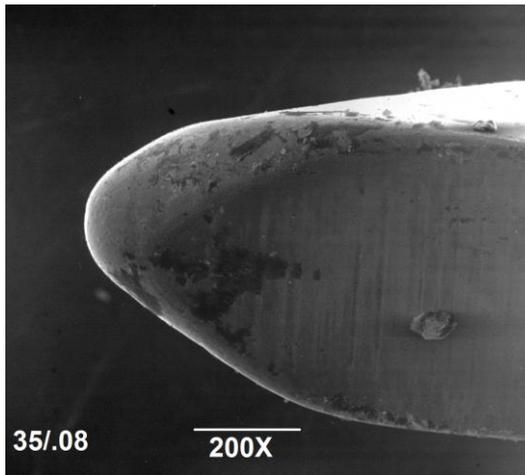


Fig. 64

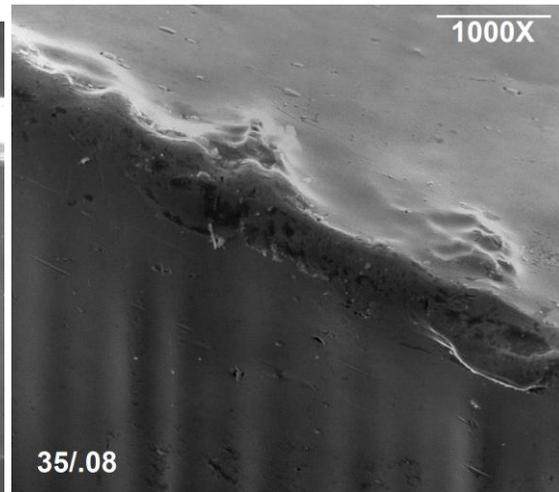


Fig.65

En la lima 25/06 su punta se encontró totalmente desgastada, con una superficie aparentemente rugosa e irregular con la presencia de hoyos y fisuras, al igual que líneas de ralladuras en todas las direcciones (Fig. 66).

Durante el recorrido de la parte activa de la lima se tomó una fotografía a 1000X donde se logró apreciar las características de la superficie de la lima en donde se encontraron fisuras, hoyos, ralladuras y desgaste en todas las direcciones (Fig. 67), toda la aristas de los bordes se encontraron planas observándose la pérdida de la característica del filo observado en los instrumentos nuevos, en los mismos bordes se encuentran fracturas en dirección a la punta del instrumento (Fig. 68).

Las deformaciones antes mencionadas se encontraron en la mayoría de las partes de la lima durante su recorrido, características que no se había observado antes ya que estas deformaciones solo se encontraban en ciertas porciones de la lima.

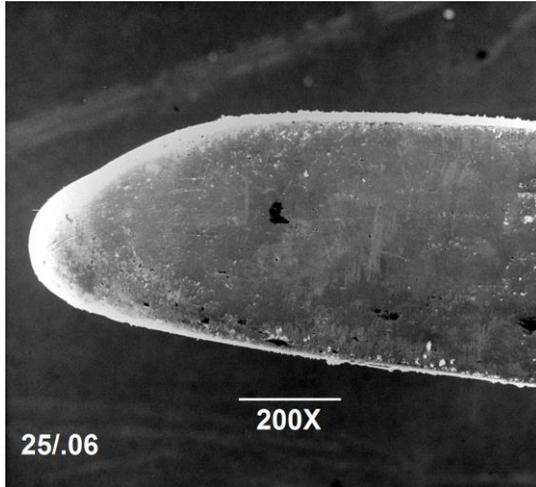


Fig.66

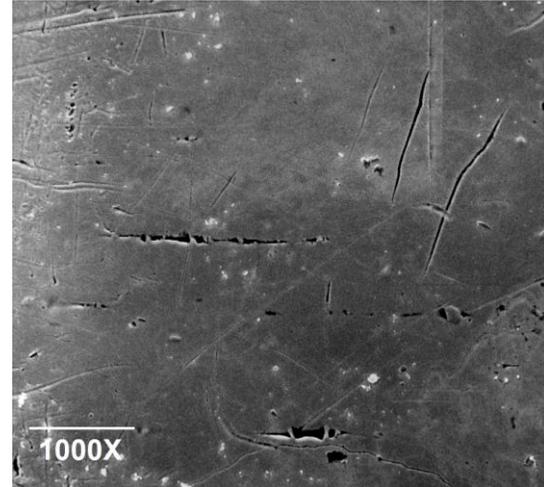


Fig.67

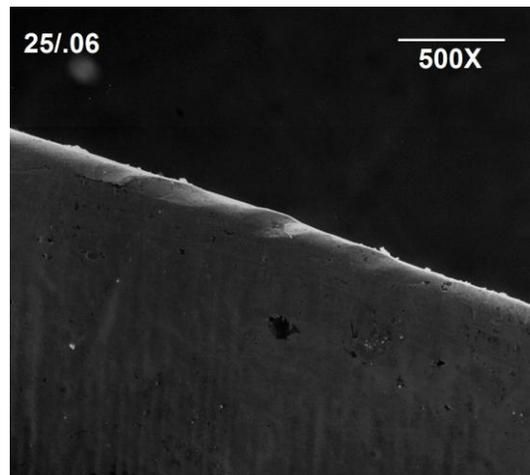


Fig.68

En la lima 25/.04 se encontró en la punta deformación con ondulaciones en su estructura, desgaste de la superficie acentuado con porciones de porosidades y hoyos característica que ocasiona que se adhieran partículas del material durante la preparación del diente, además se observa una superficie de la mismo densidad perdiéndose por completo los límites de la punta, aunado a esto se puede observar el tallado del asta metálica original (Fig.69).

Los hoyos encontrados en el recorrido se observan de mayor proporción, por lo que se tomo una fotografía a 2000X para poder mirar sus características. La presencia de la irregularidad del borde se encuentra presente en toda la longitud observándose totalmente redondeado e inclusive cuadrado (Fig. 70). Así mismo las fisuras se encuentran en toda la porción del área de trabajo (Fig.71).

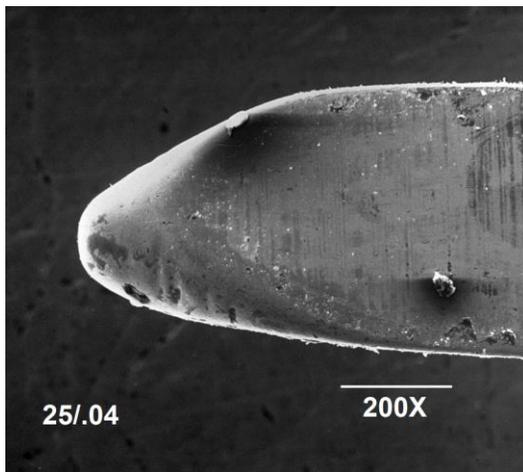


Fig.69

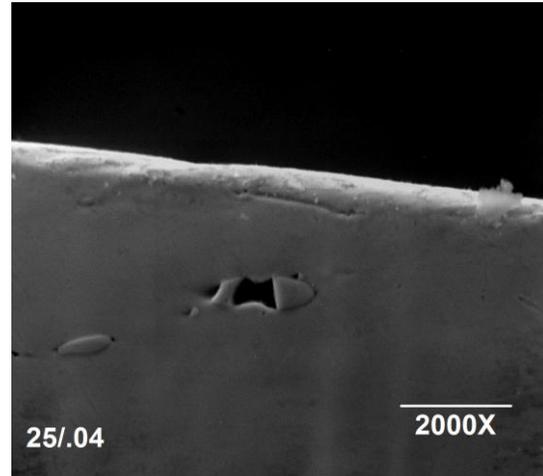


Fig.70

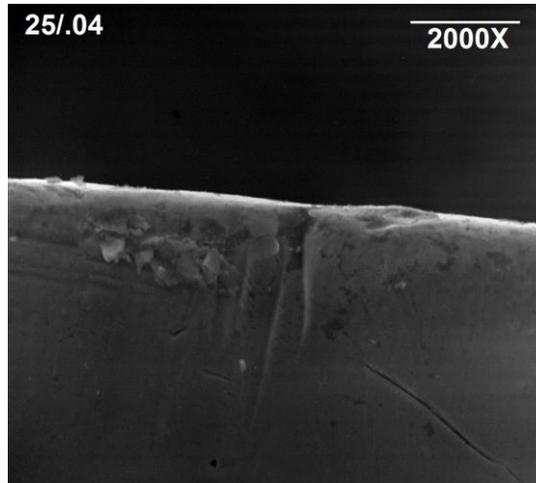


Fig.71

Por último en la lima 25/02 al igual que en las anteriores limas del 6° tratamiento, se observo el desgaste de la punta, notándose en la perdida de

los bordes internos (característica que limitaba la punta y el área de trabajo), junto con la presencia de porosidades e irregularidad de los bordes (Fig.72).

Durante el recorrido a lo largo de la lima se observó irregularidad en las aristas del borde cortante adoptando una forma roma en los bordes, con deformaciones plásticas en todas las aristas, presencia de grietas y fisuras así como de ralladuras, melladuras y hoyos más notorios, además de la presencia de abultamientos (Fig.73).

Siguiendo con el recorrido de la lima se observó que la imagen lisa característica de un instrumento nuevo se ha perdido cambiando a una forma rugosa con la presencia de surcos y crestas en donde se acentúa el desgaste se observó una coloración diferente, esto se encuentra generalizado en la parte activa de la lima por lo que se tomaron fotografías a diferentes aumentos para observar estos defectos. (Fig. 74,75 y 76).

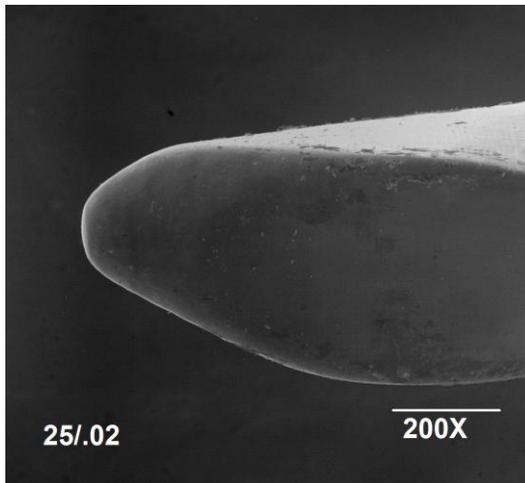


Fig. 72

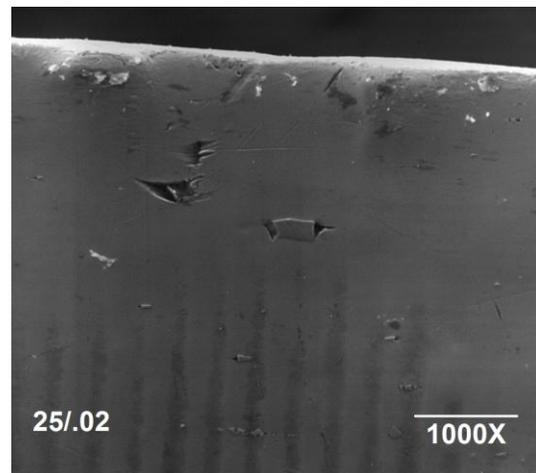


Fig. 73

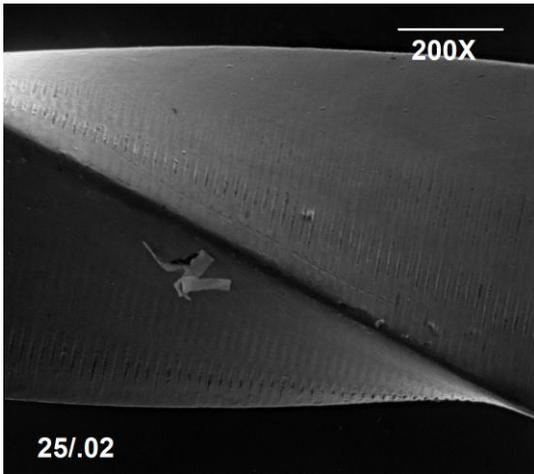


Fig.74

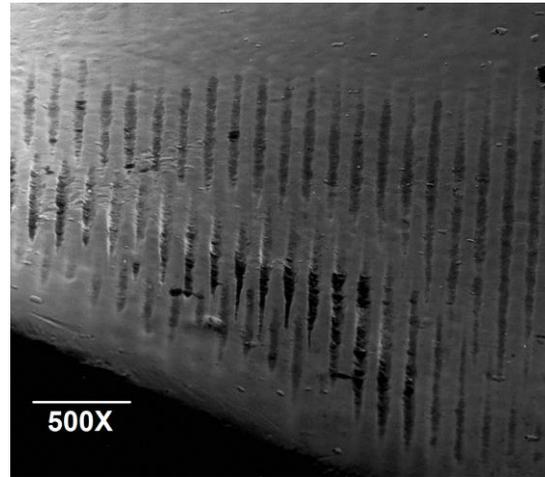


Fig.75

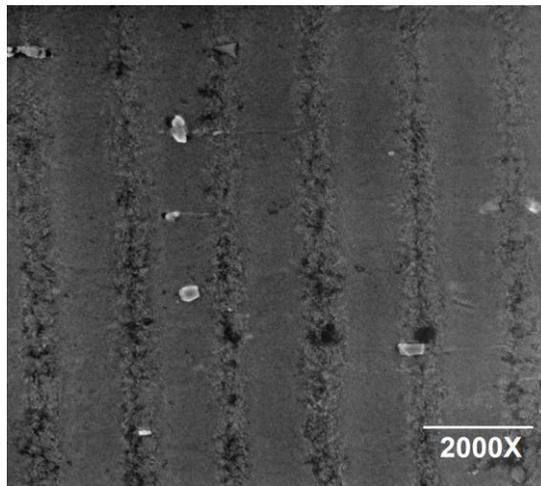


Fig.76

## CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo, fue observar las modificaciones estructurales que se presentaban en el sistema RaCe después de la preparación de conductos radiculares de dientes extraídos.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos mencionar que aun cuando los instrumentos se encontraban nuevos presentaron pequeños defectos estructurales, aunque no podemos determinar que estos afectaran en la preparación de los conductos radiculares.

En la primera preparación se empezaron a dar cambios estructurales, direcciones, sin embargo con el incremento del número de veces estas deformaciones fueron aumentando en cantidad y frecuencia como son las ralladuras, fisuras, raspaduras, porosidades, irregularidades del borde, presencia de hoyos y deformación plásticas (Fig.77 y 78).

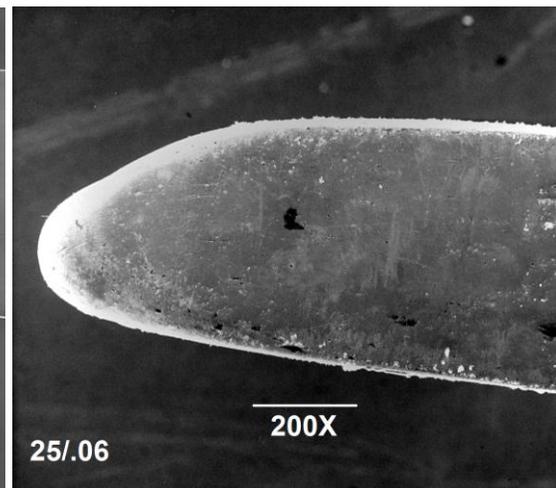
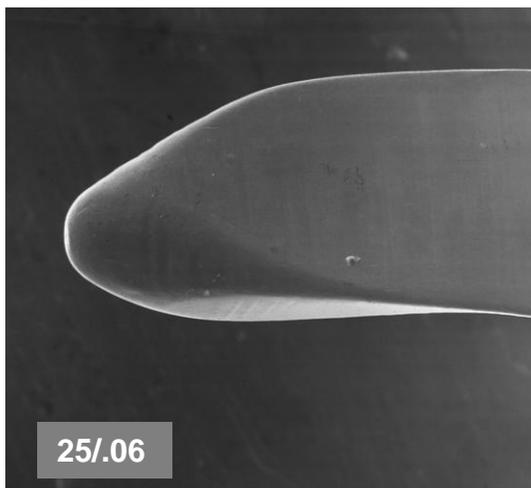


Fig. 77 instrumento nuevo.

Fig.78 instrumento final

Con todo esto podemos determinar que el principal cambio en el sistema RaCe se observó en las aristas del borde cortante, ya que este sufrió todas las deformaciones antes mencionadas, pero no podemos determinar cual defecto se presentó con mayor frecuencia pues no existió parámetro de medición entre las sesiones (Fig. 79 y 80).

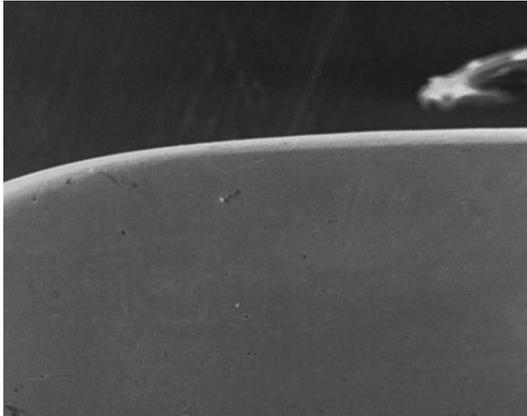


Fig.79 instrumento nuevo 25/.06

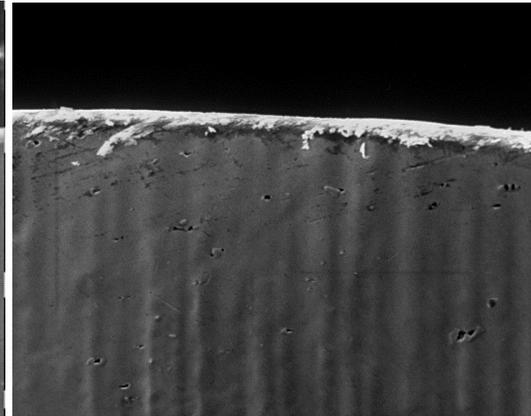


Fig.80 instrumento final 25/.06

En base a las fotografías finales podemos determinar que el electropulido solamente es una característica temporal y superficial de estos instrumentos, que los defectos como ralladuras provocados durante el trabajo biomecánico se alojan en esta superficie perdiéndose en el siguiente trabajo, aunque no sucede así si estas son muy profundas, pues conforme fueron avanzando las sesiones se observaba la pérdida de esta superficie lisa, así como de ciertas ralladuras en algunas zonas.

Conforme avanza la pérdida del electropulido se puede apreciar el rayado directamente del asta metálica primaria, dando paso probablemente al inicio de fisuras que con el trabajo subsecuente se conviertan en fracturas. (Fig. 81 y 82).

Aun cuando no ha sufrido ninguna fractura el sistema RaCe después de 6 tratamientos no podemos recomendar la misma cantidad de uso en los pacientes, ya que se debe recordar que este estudio se realizó en conductos rectos, sin ninguna curvatura, también podemos especular que la fractura de los instrumentos no estaba tan lejos, pues las características de estas ya no eran las óptimas.

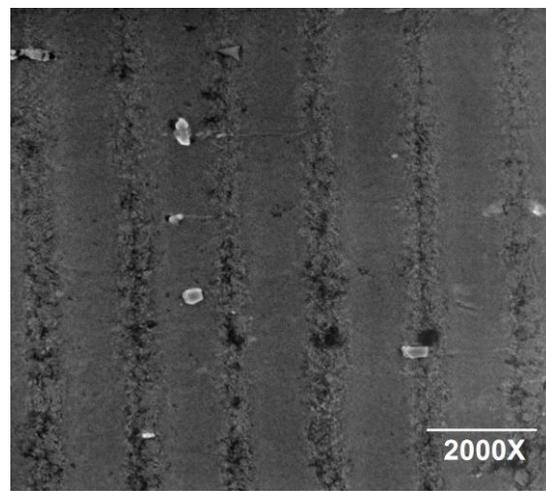
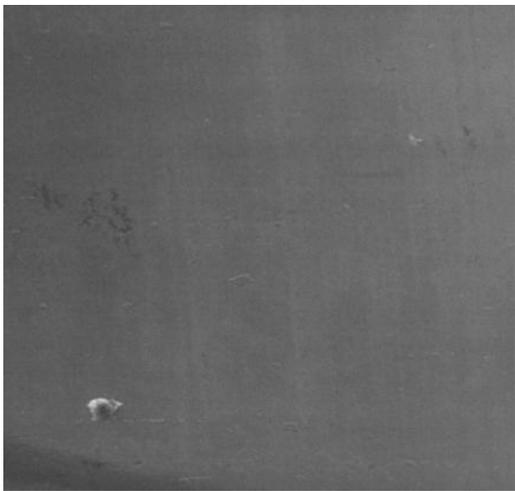


Fig. 81 instrumento nuevo 25/.02

Fig.82 Instrumento final 25/.02

En conclusión podemos decir que el Sistema RaCe al igual que todos los sistemas rotatorios sufre desgaste de la superficie de la parte activa de trabajo, conforme se incrementa el número de veces que se utiliza.

Aun cuando la evidencia microscópica mostró cambios en las superficies de los instrumentos, macroscópicamente estos no presentaron cambios evidentes.

Estos resultados son preliminares ya que habremos de continuar con el trabajo y la preparación biomecánica con los mismos instrumentos con la intención de completar la investigación y concluir con el estudio hasta que



suceda la fractura , o deformación plástica evidente del instrumental, de manera macroscópica.



## BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.medlinedental.com/pdf.doc/endo/vol.27n°4>
2. Martínez R, Bueno R. Manual de endodoncia . Parte 2 Historia de la endodoncia. Rev. Oper. Dent. Endod 2006;5:21
3. Leonardo M.R, Leal J M. Endodoncia tratamiento de los conductos radiculares .2°ed. Buenos Aires, Editorial Panamericana 1994. Pp.1-11,20-30.
4. <http://www.socenotochele.c/18.pdf>. Pp 28
5. Rodríguez Ponce A. Endodoncia consideraciones actuales.1° ed. Caracas Venezuela:2003. Pp 91-96.
6. Miramontes G. Garrido L, Meno, Vera C. Análisis comparativo de los diferentes sistemas de endodoncia rotatoria JADA. Vol4 2009:89-95.
7. Lima Machado M.E. Endodóncia de la Biología a la técnica Colombia: ed. Amolca, 2009 Pp. 117-139, 253-297.
8. Mario Roberto Leonardo. Endodóncia Tratamiento de conductos Radiculares. Principios técnicos y biológicos, Brasil: Ed. Artes Medicas Latinoamericana, 2003 Vol.2 Pp 705-716.
9. Stephen Cohen. Vias de la pulpa 9° ed. España Pp 331-356.
10. Estrela Carlos. Ciencia Endodoncia, Editorial Artes Médicas 2005 Pp 363-380.
11. Leonardi L, D.M. Atlas, Cuezso V, Raiden G. Espesores de dentina /cemento en conductos curvos instrumentando con sistemas rotatorios. JOE 2009;27:190-195.



12. Stephen Cohen. Endodoncia los caminos de la pupa ,4° edición Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A. Agosto 1992. Pp 991-999, 1002-1019.
13. Siragusa M,Racciatti G. Instrumentos endodónticos de última generación Análisis de su capacidad de tallado apical.
14. Endoroot.com /modulos/new articles php.
15. Walia H;M,Brantley, WA Gerstein. An inicial investigación of the bending and torcional properties of nitinol root canal files, J Endodon 14;346.1988.
16. Margot E, Anderson B, John W. Fracture resistance of Electropolished Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments. JOE 30;2007.
17. Troian C,Figueiredo ,P.M,Oliveira. Deformation and fracture de RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. JOE 2006;39:616-625.
18. Yoshitsugu Traucbi.Leary. Removal of separatedfiles from root canals with a new file-removal system;case reports,2006;32:789-796.
19. Al –Sudani D,Al-Shabrani. A comparison of canal centering ability of Profile,K3, and RaCe Nickel Titanium Rotary Systems JOE 2006;32:1198-1201.
20. Satish B, Alapati. Metallurgical Characterization of a new Nickel-Titanium wire for Rotary Endodontic Instruments JOE 2009;08:004.



21. Helio P, Lopes, Carlos N, Victor T, Edson J. Effects of electropolishing Surface Treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRace Nickel-Titanium Rotary Instruments. JOE 2010;06:026
22. Chonrada P, Jeffrey W, Chang B, Gary S. Electropolishing enhances the resistance of Nickel-Titanium Rotary Files to corrosion Fatigue in hypochlorite . JOE 2010;02:025.
23. Dirheimer M, Dirheimer K, Ledwing S, Ledwing E, Preparacion de conductos curvos con instrumentos rotatorios usando la tecnica corona abajo . Rve tecnicas endodonticas 2008.
24. Shafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary níquel-titanium instruments Pro Taper, vs RaCe y Shaping ability on simulated curved canal int endodont JOE 2004;37:229.
25. Michael C, Watanab I, Cyclic Fatigue Analysis of a new generation of Nickel Titanium Rotary instruments JOE 2008;12:010.
26. Hyeon C, Jiwan Y, Sbun G, Cyclic Fatigue and fracture characteristics of ground and Twisted Nickel-titanium Rotary files JOE 2009;09:037
27. Gary S:P, Cheung. Instrument fracture mechanisms removal of fragments and clinical autcomes endodontic topics 2009;16:1-26
28. Bonaccorso A, Shäfer E, Condorelli G. Chemical analysis of Nickel-Titanium Rotary Instruments with and without electropolisshing after cleaning procedures with sodium hypochlorite. JOE 2008;34:1391-1395



29. Fedotiev N, Grilijes. Electropulido y Anodización de metales Barcelona, editorial Gustavo Gili, S. A 1982 Pp 30-127
30. Rangel S, Cremonese R, Bryyant S. Shaping Ability of RaCe Rotary Nickel-Titanium Instruments in simulated root canals J endodontics Basic Research Tecnology 2005;31:460-463-
31. Harkel Y, Serfaty P, Mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment JOE 1998;24:731-
32. Jörg F.Schirrmeister, Christian S, Markus J, Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. JOE 2006;101:807-13.
33. Rode revista Odontológica de especialidades, Manual de endodoncia parte 2 historia de la endodoncia rev.2006
34. Civjan S, Huget E, Potencial Aplicación de ciertos aleamientos de níquel titanio nitinol J1973;58:89-96
35. Pruet J, Clement D, Cyclic Fatigue Testing of Nickel Titanium Endodontic Instruments JOE 1997;23:77-85.