

Universidad Nacional
FEDERICO VILLARREAL

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“DISOLUCIÓN ELECTROQUÍMICA DE FRAGMENTOS DE LIMAS
ENDODÓNCICAS DE NÍQUEL TITANIO Y NÍQUEL TITANIO GOLD 2019”**

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN ODONTOLOGÍA

AUTOR

Mg. MARIA LUISA RAMOS INCA ROCA

ASESOR

DR. GLENN LOZANO ZANELLY

JURADO

DR. MIRAVAL ROJAS EDGAR JESUS

DRA. CRUZ GONZALES GLORIA ESPERANZA

DRA. TEMOCHE HUERTAS ABIGAIL

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis queridos padres por su apoyo incondicional
y sabios consejos .

A mi hermano por su apoyo permanente.

Agradecimiento

A Dios por protegerme y darme sabiduría para enfrentar todos los obstáculos.

Al Dr. Glenn Lozano Zanelliy por su asesoría y consejos en la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Germán Chávez Zelada y al Dr. Hair Salas por su ayuda y consejos en la elaboración
de esta tesis.

INDICE

Carátula	.....	i
Dedicatoria	.....	ii
Agradecimiento	.....	.iii
Resumen	.....	vii
Abstrac	.....	viii
Resumo	.....	ix
I. Introducción	.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	.....	2
1.2 Descripción del Problema	.....	4
1.3 Formulación del Problema	.....	5
- Problema General	.....	5
- Problemas Específicos	.....	5
1.4 Antecedentes	.....	5
1.4.1 Antecedentes Internacionales.....	.....	5
1.4.2 Antecedentes Nacionales	.....	8
1.5 Justificación de la Investigación	.....	8
1.6 Limitaciones de la Investigación	.....	9
1.7 Objetivos	.....	9
- Objetivo General	.....	9
- Objetivos Específicos	.....	9
1.8 Hipótesis	.....	10
- Hipótesis General.....	.....	10

	- Hipótesis Específicas	10
II.	Marco Teórico	11
	2.1 Marco Conceptual	11
	2.1.1 Endodoncia	11
	2.1.2 Anatomía interna	12
	2.1.3 Apertura cameral	16
	2.1.4 Irrigación en endodoncia	18
	2.1.5 Conductometría	27
	2.1.6 Preparación Biomecánica.....	27
	2.1.7 Obturación	32
	2.1.8 Limas Endodóncicas	33
	2.1.9 Fractura de instrumentos	36
	2.1.10 Disolución electroquímica.....	37
	2.2 Marco Filosófico	39
	2.2.1 Instrumentos endodóncicos	39
	2.2.2 Disolución electroquímica	40
III.	Método	46
	3.1 Tipo de Investigación.....	46
	3.2 Población y Muestra	46
	3.3 Operacionalización de variables.....	47
	3.4 Instrumentos	48
	3.5 Procedimientos	48
	3.6 Análisis de datos	48

3.7 Consideraciones Éticas.....	49
IV. Resultados	50
4.1 Prueba de Hipótesis	50
V. Discusión de Resultados	54
VI. Conclusiones	56
VII. Recomendaciones	57
VIII. Referencias	58
IX. Anexos	64

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo determinar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodónticas de NiTi y NiTi-Gold en tiempos de 7min, 14min y 21min midiendo los pesos de los fragmentos de Limas.

Para lo cual se obtuvieron 15 limas NiTi de X2 ProtaperNext y 15 limas NiTi-Gold Primary Wave One Gold, se obtuvo fragmentos de 4mm, medidos de la punta hacia el vástago de la lima, los cuales se introdujeron dentro de los cubos de resina simulando los conductos radiculares, se realizó un primer pesaje de cada una de las muestras, luego se utilizó como electrolito una solución de fluoruro de sodio y cloruro de sodio cuyo pH fue de 5, se colocaron los electrodos del Bipotensiostato a una corriente constante de 6v y se pesaron las muestras a los 7min, 14min y 21min.

Teniendo como resultado que la disolución de los fragmentos de limas NiTi y NiTi-Gold en el tiempo es progresiva y es estadísticamente significativa, así mismo se encontró que la disolución electroquímica entre ambos grupos a los 7 minutos no tiene diferencia estadísticamente significativa, encontrándose diferencia estadísticamente significativa a los 14min y 21min.

Concluimos que los fragmentos de limas de NiTi, tuvieron menor disolución que las limas NiTi- Gold y que hubo una disminución progresiva del peso de los fragmentos de limas NiTi y Niti-Gold de acuerdo al tiempo de exposición.

Palabras clave: Disolución electroquímica, instrumentos endodónticos, fractura, Niquel-Titanio.

ABSTRACT

This study aimed to determine the electrochemical dissolution of NiTi and NiTi-Gold endodontic file fragments in times of 7min, 14min and 21min by measuring the weights of the Limas fragments.

For which 15 NiTi files of X2 ProtaperNext and 15 NiTi-Gold Primary Wave One Gold files were obtained, 4mm fragments were obtained, measured from the tip towards the lime stem, which were introduced into the resin cubes simulating the root canals, a first weighing of each of the samples was performed, then a solution of sodium fluoride and sodium chloride whose pH was 5 was used as electrolyte, the electrodes of the Bipotensiostat were placed at a constant current of 6v and samples were weighed at 7min, 14min and 21min.

Having as a result that the dissolution of the NiTi and NiTi-Gold file fragments over time is progressive and statistically significant, it was also found that the electrochemical dissolution between both groups at 7 minutes has no statistically significant difference, with a statistically significant difference. significant at 14min and 21min.

We conclude that NiTi file fragments had less dissolution than NiTi Gold files and that there was a progressive decrease in the weight of NiTi and Niti-Gold file fragments according to the exposure time.

Keywords: Electrochemical dissolution, endodontic instruments, fracture, Nickel-Titanium

RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar a dissolução eletroquímica de fragmentos endodônticos de NiTi e NiTi-Gold em tempos de 7min, 14min e 21min, medindo-se os pesos dos fragmentos de Limas.

Para o qual 15 arquivos NiTi de X2 ProtaperNext e 15 NiTi-Gold Primary Wave One Gold foram obtidos, foram obtidos fragmentos de 4mm, medidos da ponta em direção à haste de cal, que foram introduzidos nos cubos de resina simulando os canais radiculares, uma primeira pesagem de cada uma das amostras foi realizada, em seguida, uma solução de fluoreto de sódio e cloreto de sódio cujo pH foi 5 foi usado como eletrólito, os eletrodos do Bipotenciostat foram colocados a uma corrente constante de 6v e as amostras foram pesadas aos 7min, 14min e 21min.

Tendo como resultado que a dissolução dos fragmentos das limas NiTi e NiTi-Gold ao longo do tempo é progressiva e estatisticamente significativa, também foi constatado que a dissolução eletroquímica entre os dois grupos aos 7 minutos não apresenta diferença estatisticamente significativa, com diferença estatisticamente significativa. significativo aos 14min e 21min.

Conclui-se que os fragmentos de arquivos NiTi tiveram menor dissolução do que os arquivos de NiTi Gold e que houve uma diminuição progressiva no peso dos fragmentos de NiTi e Niti-Gold de acordo com o tempo de exposição.

Palavras-chave: Dissolução eletroquímica, instrumentos endodônticos, fratura, níquel-titânio.

I. Introducción

La endodoncia es una de las especialidades de la odontología, que estudia la morfología interna del sistema de conductos, trata las patologías pulpares, para lo cual utiliza instrumentos manuales, rotatorios y reciprocantes, los cuales son fabricados de diferentes aleaciones.

En la actualidad la recuperación de fragmentos de instrumentos endodónticos de dentro de los conductos radiculares ha sido ampliamente reportado en la literatura, implementándose diferentes protocolos con los cuales se busca la mejor manera de poder retirarlos de dentro de los conductos radiculares aplicando instrumentos específicos para su retiro y actualmente la combinación de estos con el uso del ultrasonido, lo que genera muchas veces un excesivo desgaste de las paredes de los conductos, de tal manera que se debilita la pieza dentaria lo que produce dificultades al momento de la rehabilitación de las piezas dentarias tratadas endodóncicamente, haciendo muchas veces imposible lograr la rehabilitación, por lo que se busca un método de recuperación de fragmentos de Limas endodóncicas menos invasivo y complejo.

Capítulo I: En este se hace la descripción del planteamiento del problema y antecedentes del problema lo que permitió formular la pregunta de investigación, objetivos y justificación.

CapítuloII: Marco teórico, en este se hace la descripción de las variables de investigación, para dar el sustento teórico a la investigación.

CapítuloIII: Método, en este describimos el tipo y diseño de la investigación, se define la población y muestra, así como la determinación de las técnicas de investigación.

CapítuloIV: Resultados, los cuales se presentan en tablas, se presentan también las respectivas pruebas estadísticas haciendo el análisis e interpretación, respondiendo las hipótesis y objetivos de la investigación.

CapítuloV: Discusión, se realiza la comparación de los resultados con trabajos similares.

CapítuloVI: Conclusiones, que se redactaron en base a los resultados obtenidos en la investigación.

CapítuloVII: Las recomendaciones que es el aporte del trabajo de investigación.

CapítuloVIII: Referencias bibliográficas, que fueron de mucha utilidad para el desarrollo de esta investigación, mostradas en forma ordenada.

1.1 Planteamiento del Problema

“La endodoncia es una especialidad de la odontología que se encarga del estudio de la morfología de la cavidad pulpar, fisiología y patología de la pulpa dentaria, así como la prevención y tratamiento de las alteraciones pulpares y de su repercusión sobre los tejidos periapicales y por consiguiente en todo el organismo”. (Leonardo, 2005; De Lima Machado, 2009; Leonardo, 2009; Soares y Goldberg, 2012).

El tratamiento endodóntico consta de las siguientes fases:

- “Apertura cameral: Esta fase operatoria del tratamiento endodóntico permite el acceso a interior del diente por medio de la remoción del techo de la cámara pulpar, así como de la realización de desgastes compensatorios y de extensiones complementarias; la importancia de esta primera etapa del tratamiento es permitir el acceso de los instrumentos hacia la zona apical”. (Biedma, 2017)

- “Irrigación aspiración: Es un proceso físico químico que se realiza simultáneamente durante todo el tratamiento endodóntico, el acto de irrigar, aspirar; consiste en producir la circulación de la sustancia irrigadora en el interior del conducto radicular y del volumen de la solución irrigadora representando una de las mayores ventajas en la limpieza del sistema de conductos”.

“La irrigación se define como la introducción de una o más soluciones en la cámara pulpar y conductos radiculares antes, durante y después de la preparación biomecánica, formando parte fundamental de esta, facilitando la instrumentación al humectar las paredes del conducto radicular”.

- “Conductometría: Se realiza posterior al acceso radicular, se define como la medida entre el límite cemento dentina conducto y una referencia anatómica externa de la corona, con características de permanente durante el tratamiento y expresada en milímetros”.

- “Preparación biomecánica: La preparación de los conductos radiculares, tiene como objetivo la modificación de su morfología, respetando al máximo la anatomía interna original, de manera que los conductos adquieran una forma

cónica desde el orificio de entrada(cámara pulpar), hasta el ápice, manteniendo la posición de la constricción y del orificio apical”.

- “Obturación: Consiste en el aislamiento de la totalidad de la cavidad endodóntica para separar el sistema de conductos del medio bucal y del parodonto profundo, es el relleno compacto y permanente del espacio vacío dejado por la pulpa cameral y radicular al ser extirpada y del propio espacio creado por el profesional durante la preparación de los conductos”.(Estrella, 2005; Leonardo, 2005; De Lima Machado 2009; Soares y Goldberg, 2012)

1.2 Descripción del Problema

Durante la preparación biomecánica es que se puede producir la fractura de instrumentos dentro del conducto radicular, es un accidente que muchas veces ocurre por fallas en la fabricación de las limas endodónticas o por la aplicación de fuerzas de flexión y torsión durante el uso de los instrumentos rotatorios dentro de los conductos radiculares especialmente en aquellos que presentan variaciones anatómicas complejas como son las curvaturas acentuadas, la recuperación de fragmentos de instrumentos endodónticos de los conductos radiculares ha sido reportado en la literatura sobretodo en conductos de molares superiores o inferiores, describiéndose protocolos detallados del retiro de fragmentos mediante el uso de instrumentos manuales para su retiro y actualmente la combinación de estos con el uso del ultrasonido, lo que genera muchas veces un excesivo desgaste de las paredes de los conductos, de tal manera que se debilita la pieza dentaria lo que genera dificultades al momento de la rehabilitación de las piezas dentarias tratadas o después de este produciéndose la fractura radicular provocando de esta manera el fracaso de tratamiento, tanto endodóntico como rehabilitador, haciendo muchas veces imposible

lograr la recuperación de la pieza tratada endodóncicamente, lo que produce malestar en los pacientes, por tanto se busca un método de recuperación de fragmentos de limas endodóncicas menos invasivo y complejo, es así que es interés del investigador dar a conocer una alternativa que sea menos compleja y que a la vez cause el mínimo daño a las estructuras dentales remanentes. (López,2005; Cohen, 2008; Leonardo, 2009).

1.3 Formulación del Problema

- Problema General

¿Existirá disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-Gold?

- Problemas Específicos

¿Se producirá la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi?

¿Se producirá la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi-Gold?

¿Cuál de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-Gold presenta mayor disolución electroquímica?

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes Internacionales

Kowalczuck, et.al. (2017) investigaron acerca de la, Disolución Electroquímica de Instrumentos Fracturados de níquel titanio en Dientes Humanos Extraídos, Pontificia Universidad Católica del Paraná, Brasil, donde se evaluó el efecto de la concentración de soluciones de cloruro de sodio en soluciones fluoradas, durante la

disolución electroquímica de fragmentos de instrumentos rotatorios; estas soluciones fueron:

1: NaF 12 g L⁻¹+ NaCl 1 g L⁻¹, pH = 5.0

2: NaF 12 g L⁻¹+ NaCl 180 g L⁻¹, pH = 5.0

Teniendo como resultado que la solución 2 está asociada con el efecto más corrosivo de las dos pruebas aplicadas, se utilizaron limas protaper universal F1. (Kowalczuck, 2017)

Amaral, Ormiga y Gomes (2015) en este estudio sobre, Disolución Inducida Electroquímicamente de Limas de Acero Inoxidable, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil, se vio la efectividad del proceso de la disolución de limas manuales de acero inoxidable polarizadas en soluciones que contienen cloruro y fluoruro para promover su disolución; encontrándose que hubo una disminución progresiva de las limas N° 20 y 30, observando polarización total en tiempos de 7 y 9 minutos respectivamente, limas con los diámetros más grandes exhibieron mayor pérdida de peso, generando una mayor carga eléctrica durante el proceso de disolución activa (prueba t, P <0,05) después de 60 min, la polarización anódica de fragmentos de limas en conductos radiculares simulados resultaron en disolución parcial. (Amaral, 2015)

Ormiga, Aboud y Gomes (2015) este estudio acerca de, Disolución Inducida Electroquímicamente de Limas de Níquel-titanio de Diferentes Diseños, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil, se comparó el proceso de disolución activa de instrumentos endodóncicos rotatorios K3, ProTaper y MtwoNiTi

soluciones que contienen cloruro y fluoruro, observando un consumo progresivo de los instrumentos K3 y ProTap perteniendo una pérdida de peso significativamente mayor que los instrumentos Mtwo después de 30 min de polarización; después de 60 min, la polarización anódica de los fragmentos en conductos radiculares simulados resultaron en su disolución parcial. (Ormiga, 2015)

Aboud, Ormiga y Gomes (2014) estudiaron, Inducción de la Disolución Electroquímica de Fragmentos de limas Endodónticas de Niquel –Titanio y su Remoción de los Conductos Radiculares Simulados, se compararon los valores de pérdida de peso, los valores de pérdida de longitud y los valores totales de carga eléctrica en cada período de tiempo, los que fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) en las pruebas usando la solución seleccionada comparada con la solución propuesta previamente.

Un consumo progresivo de la extremidad de la lima K3 se observó hasta 30 min. La polarización anódica de los fragmentos de las limas en conductos radiculares simulados durante 60 min dieron lugar a su disolución parcial y permitió la recuperación de la vía original de los conductos con limas 10K.

Se concluyó que la disolución de limas fracturadas en conductos radiculares simulados permitió la recuperación del trayecto original del conducto, durante un período de tiempo clínicamente aceptable. (Aboud, 2014)

Ormiga, Cumba Ponciano, Pimienta de Araujo y Ormiga Galvao (2011) en este trabajo sobre una, Investigación Inicial de la Disolución Electroquímica de Fragmentos de Limas Endodónticas de Niquel- Titanio, se observaron los valores

totales de carga eléctrica generados durante las pruebas que evidencian una diferencia estadística entre los 3 grupos de fragmentos de limas endodóncicas (análisis de varianza, $p < 0,05$). Cuanto mayor es el diámetro de la sección transversal de la superficie expuesta, mayor es el valor total de la carga eléctrica. Las imágenes radiográficas obtenidas antes y después de las pruebas mostraron una reducción significativa de la longitud del fragmento como resultado de la polarización impuesta.

Los resultados presentados aquí mostraron que es posible obtener una disolución significativa de los fragmentos de instrumentos endodónticos K3 NiTi. El diámetro de la superficie del fragmento expuesto al medio afecta los niveles actuales utilizados para promover la disolución. (Ormiga, 2011)

1.4.2 Antecedentes Nacionales

No existen antecedentes nacionales ni locales, relevantes ni actualizados sobre el tema de investigación, motivo por el cual se ha considerado solamente los antecedentes internacionales para la discusión.

1.5 Justificación de la Investigación

En los últimos años la recuperación de fragmentos de instrumentos endodónticos de dentro de los conductos radiculares ha sido ampliamente reportado en la literatura, con este fin se han descrito protocolos de retiro de fragmentos mediante el uso de instrumentos específicos para su retiro y actualmente la combinación de estos con el uso del ultrasonido, lo que genera muchas veces un excesivo desgaste de las paredes de los conductos, de tal manera que se debilita la pieza dentaria lo que produce

dificultades al momento de la rehabilitación de las piezas dentarias tratadas, haciendo muchas veces imposible lograr la recuperación de la pieza tratada endodónticamente, por lo que se busca un método de recuperación de fragmentos de Limas endodónticas menos invasivo y complejo, así que es interés del investigador dar a conocer una alternativa que sea menos compleja y que a la vez cause el mínimo daño a las estructuras dentales remanentes, por lo que se propone el estudio de la disolución electroquímica de las limas de uso endodóntico de aleación de níquel titanio.

1.6 Limitaciones de la Investigación

- Disponibilidad de tiempo del investigador, que se subsano gracias al cronograma de actividades programado para realizar la investigación.
- Acceso al laboratorio de Metalurgia de la facultad de Minas de la Universidad de Ingeniería, que se subsano con el trámite administrativo correspondiente.

1.7 Objetivos

- Objetivo General

Determinar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodónticas de NiTi y NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

- Objetivos Específicos

Evaluar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas NiTi a los 7min, 14min y 21min.

Evaluar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

Comparar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas de NiTi y NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

1.8 Hipótesis

- Hipótesis General

Los fragmentos de limas endodónticas de NiTi y NiTi-Gold presentarán disolución electroquímica.

- Hipótesis Específicas

La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodónticas Niti será progresiva en el tiempo.

La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodónticas de NiTi-Gold será progresiva en el tiempo.

La disolución electroquímica de los fragmentos que las limas endodónticas de NiTi será mayor que las limas de NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

II. Marco Teórico

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Endodoncia :

“Es ciencia y arte, que comprende etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dentaria y las repercusiones en la región periapical”. (Leonardo, 2009)

“Su objetivo es el estudio de la estructura, morfología, fisiología y patología de la pulpa dentaria y de los tejidos perirradiculares, la endodoncia integra las ciencias básicas y clínicas que se ocupan de la biología de la pulpa, así como la etiopatogenia, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades y lesiones de la misma así como del periodonto”.

En el ámbito de la endodoncia se incluye el diagnóstico diferencial y el tratamiento del dolor bucofacial, de origen pulpar y periapical; los tratamientos para mantener la vitalidad de la pulpa, los tratamientos de conductos radiculares cuando no es posible conservar su vitalidad o cuando ya existe necrosis de la misma, con o sin repercusión a nivel periapical, así también los tratamientos quirúrgicos para eliminar los tejidos periapicales inflamados como consecuencia

de la patología pulpar, así como la resección apical, hemisección y radicectomía, tratamiento de la afección de la pulpa como consecuencia de traumatismos, los reimplantes de dientes avulsionados, clareamiento de dientes con alteraciones del color, retratamiento de dientes que presentan fracaso de un tratamiento endodóncico previo y la restauración de la corona del diente mediante procedimientos que implican pernos y muñones ubicados en las zonas antes ocupadas por la pulpa.

La endodoncia se interrelaciona con las demás ciencias de la salud, tanto básicas (morfología, histología, histopatología, microbiología, inmunología, bioquímica, etc) y también con ciencias como la metalurgia, física, química y estadística. (Canalda, 2014)

2.1.2 Anatomía interna de los conductos radiculares:

La pulpa dentaria puede adoptar diferentes formas en la parte interna de los dientes, por lo tanto es importante el conocimiento de la morfología dental, la interpretación radiográfica, el acceso adecuado al interior del diente y su exploración son los principales requisitos para el éxito del tratamiento de conductos ya sea este quirúrgico o no quirúrgico (Rubinstein, 2002)

“Muchas veces el resultado óptimo es difícil de conseguir si no se prepara el acceso radicular de forma adecuada, es muy importante el conocimiento de la complejidad del sistema de conductos para entender los principios y los problemas que pudieran aparecer durante la preparación del acceso”.

Lo complejo que es el sistema de conductos radiculares se entenderá mejor con la integración del conocimiento formativo de la anatomía tanto interna como externa de los dientes y la interpretación radiográfica de las placas diagnósticas.

Componentes del sistema de conductos radiculares:

Usualmente a la pulpa dentaria se le da el nombre de sistema de conductos radiculares para poder diferenciarlo de un tubo simple o espacio circular gracias a su complejidad, el perfil del sistema de conductos radiculares por lo general corresponde al contorno externo del diente, sin embargo factores como el envejecimiento fisiológico, enfermedad, traumatismos y oclusión pueden modificar sustancialmente las dimensiones a través de la producción de dentina y dentina de reparación que puede ser dentina secundaria o terciaria. (Cohen, 2016)

El sistema de conductos radiculares se encuentra dividido en dos porciones:

La cámara pulpar que se encuentra en la corona anatómica del diente.

El conducto o conductos pulpares o radiculares ubicados en la raíz anatómica de los dientes.

Dentro de las demás características anatómicas se incluyen:

Los cuernos pulpares que son importantes puesto que en ellos la mayoría de las veces la pulpa queda expuesta a causa de la caries dental, traumatismos o por invasión mecánica, lo que significa la intervención de los conductos radiculares o la pulpa que se encuentra vital; por otro lado los cuernos pulpares también experimentan una rápida mineralización que produce la reducción de su tamaño, modificando a su vez la forma de la cámara pulpar, debido a la formación en el tiempo de dentina reparadora.

Los conductos radiculares que comienzan con un orificio muchas veces en forma de embudo, usualmente en la línea cervical el cual termina en un agujero a nivel apical llamado foramen apical, el cual se abre en la superficie radicular, en el

centro del ápice radicular o puede ser excéntrico y encontrarse a menos de 3mm de este.(Cohen, 2016)

En su mayoría los conductos radiculares son curvos especialmente en sentido vestibulo lingual, esas curvaturas pueden causar problemas durante los procedimientos de conformación y limpieza debido a que no se ven claramente en una radiografía bidimensional normal, muchas veces es necesario proyecciones anguladas para determinar su presencia y dirección, esta curvatura se puede presentar de manera gradual en todo el conducto o en forma de una curva aguda cerca del ápice, también se pueden encontrar curvaturas dobles en forma de S, en su mayoría el número de conductos es igual al del número de raíces pero una raíz de conformación oval puede presentar más de un conducto.

Los llamados conductos accesorios generalmente son muy pequeños en diámetro, los cuales se pueden extender horizontal, vertical o lateralmente, desde la pulpa hasta el periodonto, en el 74% de los casos los encontramos en el tercio apical de la raíz, en el 11% en el tercio medio y en un 15 % en el tercio cervical (Vertucci, 1984; Cohen, 2016).

Los conductos accesorios no suministran suficiente circulación a la pulpa ya que solamente contienen tejido conectivo y vasos, ya que estos son formados por atrapamiento de los tejidos periodontales en la vaina radicular epitelial de Hertwig durante la calcificación dentaria.

Pueden tener también un papel importante en la comunicación de los procesos patológicos al actuar como medios para el paso de irritantes, principalmente desde la pulpa al periodonto.

Los conductos accesorios que se encuentran en la bifurcación o trifurcación de dientes multiradiculares se llaman conductos de furca. Estos conductos se forman como consecuencia del atrapamiento de tejido periodontal durante la fusión del diafragma que posteriormente se convierte en el suelo de la cámara pulpar

El significado del conocimiento sobre anatomía ha sido subrayado por estudios en los que se ha demostrado que las variaciones naturales de la geometría del conducto tenían un efecto mayor en los cambios producidos durante el ensanchamiento y conformación asociado a las técnicas de instrumentación usadas.

Desde los primeros estudios de Preiswek en 1972 , Fasioli y Arlotta 1913 y Hess y Zurcher en 1917 hasta estudios más recientes los cuales han demostrado la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares, indicando que la raíz que presenta un solo conducto cónico y un foramen es la excepción y no la regla. Se ha demostrado la presencia de múltiples forámenes y foraminas, conductos accesorios, aletas, deltas apicales, conexiones entre los conductos, conductos en forma de C, furcas y conductos laterales en la mayoría de los órganos dentarios estudiados (Soares, 2012 ; Canalda, 2014; Cohen, 2016)

Comúnmente los conductos radiculares adoptan vías variables de recorrido desde la cámara pulpar hasta la región apical, el sistema de conductos radiculares es complejo y los conductos se pueden ramificar dividir y volver a juntar Weine realizó una clasificación de los sistemas de conductos radiculares en cuatro tipos básicos, otros estudios usaron dientes diafanizados o transparentados en los cuales, se teñían los conductos con colorante encontrando así un sistema de

conductos radiculares mucho más complejo, identificando así ocho configuraciones que son las siguientes:

Tipo I.- Un conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice (1)

Tipo II.- Dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto (2-1)

Tipo III.- Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz, los dos conductos se funden después para salir como uno solo (1-2-1)

Tipo IV.- Dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (2)

Tipo V.- Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos, con forámenes apicales separados (1-2)

Tipo VI.- Dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se unen en el cuerpo de la raíz y se vuelven a dividir cerca del ápice para salir como dos conductos diferentes. (2-1-2)

Tipo VII.- Un conducto sale de la cámara pulpar, se separa y luego vuelve a unirse en la raíz y se divide nuevamente en dos conductos diferentes cerca del ápice. (1-2-1-2)

Tipo VIII.- Tres conductos diferentes y separados van desde la cámara pulpar hasta el ápice. (3conductos)

Estas ocho variaciones anatómicas se observaron en segundas premolares superiores. (Clasificación de Vertucci). (Soares, 2012; Cohen, 2016)

El tratamiento endodóntico consta de las siguientes fases:

2.1.3 Apertura cameral: Esta fase operatoria del tratamiento endodóntico permite el acceso al interior del diente por medio de la remoción del techo de la cámara

pulpar, así como de la realización de desgastes compensatorios y de extensiones complementarias; la importancia de esta primera etapa del tratamiento es permitir el acceso de los instrumentos hacia la zona apical. (Biedma, 2017)

El acceso al complejo sistema de conductos radiculares es la primera fase del tratamiento de conductos no quirúrgico, la apertura cameral tiene tres objetivos:

Primero eliminar toda la lesión cariosa, si existiera, para evitar la contaminación del sistema de conductos radiculares.

Segundo ser conservadores de la estructura dental que esté sana.

Tercero aperturar totalmente la cámara pulpar.

Cuarto eliminar todo el tejido pulpar de la porción coronal sea este vital o necrótico.

Quinto localizar todos los orificios de entrada de todos los conductos radiculares.

Sexto lograr en lo posible un acceso lo más recto posible hacia el foramen apical o hacia la primera curvatura del conducto.

Un acceso correctamente preparado proporcionará un camino recto y liso al sistema de conductos radiculares, o hasta el tercio apical o hasta la aparición de la primera curvatura, un acceso en línea recta reduce en un porcentaje alto el riesgo de fractura de los instrumentos (limas) y es la mejor opción para poder debridar todo el contenido de la cámara y conductos radiculares.

Fases mecánicas de la apertura cameral.

La preparación de la apertura cameral requiere el siguiente equipo:

Magnificación e iluminación

Turbinas de alta y baja

Fresas

Exploradores endodóncicos

Cucharilla operatoria endodóncica

Unidad y puntas ultrasónica

2.1.4 Irrigación en Endodoncia

Importancia de la Irrigación.- La irrigación en el campo de la endodoncia se define como la introducción de una o más soluciones en la cámara pulpar y conductos radiculares antes, durante y después de la preparación biomecánica para reducir la población microbiana. La preparación biomecánica se realiza con instrumentación y una irrigación óptima capaz de eliminar detritos, así como la disolución de tejido vital o necrótico y restos de dentina infectada y no infectada, sobre todo en aquellas áreas que la instrumentación no puede alcanzar como son conductos accesorios, invaginaciones y grietas. Los propósitos de la irrigación para Ingle IJ. (2004) son la disolución tisular, acción antibacteriana y lubricación. Según Soares & Goldberg, (2002), la preparación química del conducto radicular consiste en el empleo de soluciones irrigantes, Peters et. al. 2001 comprobaron que la instrumentación mecánica deja aproximadamente 35% y 40% de las paredes del conducto radicular con una preparación incompleta, ya que los túbulos dentinarios se limpian con irrigación, de lo contrario estas áreas pueden albergar detritos, bacterias organizadas en biofilms así como sus productos de desecho, los cuales pueden impedir una buena adaptación del material de obturación y desencadenar en un fracaso endodóncico .

Requisitos de un Irrigante Endodóncico.- Los propósitos de la irrigación son:

Químico-mecánicos:

Impedir la acumulación de debris.

Lubricar el canal radicular.

Disolver materia orgánica e inorgánica.

Prevenir la formación de la capa de barrillo dentinario durante la instrumentación o disolverla una vez formada.

Biológicos:

Tener una alta eficacia contra microorganismos aerobios y anaerobios.

Inactivar toxinas y endotoxinas bacterianas.

Poseer biocompatibilidad con los tejidos periapicales.

Ser incapaz de producir una reacción alérgica. (Basrani, 2012; Cohen, 2017).

Aparte de que facilite la instrumentación de los conductos con acciones lubricantes. (Estrella, 2005) Además es de gran importancia su acción prolongada o también llamada sustentividad que asegura la desinfección.

Medios Químicos

Compuestos halogenados

Hipoclorito de Na.- Durante la Primera Guerra Mundial, Dakin aconseja el limpiar las heridas producidas con una solución al 0,5% de hipoclorito de sodio, con un pH de 9. Posteriormente, serán Grossman y Meiman (Grossman, 1941) quienes demuestren la capacidad química para disolver tejido pulpar tanto necrótico como vital, por este motivo, el NaOCl se lleva usando desde hace más de 70 años como irrigante endodóntico. A día de hoy es el irrigante más empleado. (White, 2002; Bauman, 2008), ya que tiene un gran efecto antimicrobiano superior cuando se compara con otros desinfectantes (Vera 2012). En la literatura podemos encontrar que se utiliza en concentraciones del 0,5 al 6% (Bauman, 2008), aunque según algunos autores su concentración

óptima es de 5,25% (Machnick, 2003). Aumentado su concentración se mejora la penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios, aunque no se consiguen eliminar totalmente de su interior (Wong, 20014). En cuanto a sus características generales, se puede decir que es un producto barato, fácilmente accesible y que tiene una buena conservación (Zehnder, 2006).

Químicamente, se trata de un agente alcalino, con pH de entre 12 y 13 en soluciones con concentración del 5,25 al 6% y que además es hipertónico (Vera, 2012).

Se define la clorina “disponible” como la suma del ácido hipocloroso y del anión hipoclorito. Este concepto se puede definir como la capacidad de oxidación y se expresa en términos de clorina elemental (Christensen, 2008). Dentro de este proceso de disociación es el ácido hipocloroso el que se considera la parte activa, responsable de la capacidad antibacteriana. Actúa produciendo la oxidación de los grupos sulfhidrilo presentes en los sistemas enzimáticos bacterianos, lo que interrumpe el metabolismo del microorganismo. (Siqueira, 1997)

Ya que el hipoclorito de sodio tiene un pH de entre 11 y 12, cuando contacta con las proteínas tisulares se forma nitrógeno, formaldehído y acetaldehído en un periodo corto de tiempo, lo que produce que las uniones peptídicas se rompan, produciendo la disolución de las proteínas. Es por eso que el hipoclorito es muy tóxico para los tejidos vivos en concentraciones no diluidas (El Karim, 2007). Es bactericida (Christensen, 2008). Es efectivo para eliminar microorganismos como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Cándida* (Cohen, 2016), ya que se considera que, a altas concentraciones, tiene efecto fungicida (Canalda, 2014).

Es capaz de alterar el biofilm .

Tiene la capacidad de desnaturalizar toxinas.

Tiene buena capacidad de disolver tejido orgánico, afectando tanto al tejido pulpar como al colágeno gracias a su potente acción proteolítica. (Butler, 1992; Bryce, 2009; Jungbluth, 2011; Cohen, 2016)

Aporta un medio líquido que ayuda a eliminar las raspas de dentina y proporciona lubricación.

Concentración: En la literatura podemos encontrar diferentes concentraciones que van desde el 0,5% como es la solución de Dakin al 6%. Senia en 1971 muestra que las concentraciones de 5,25% es suficiente para eliminar tanto formas vegetativas como esporas, atacar biofilms y lograr la inactivación de los Gram negativos. En su estudio Stojicic et. al. en 2010 se vio que la pérdida en peso de tejido blando durante los primeros 5 minutos con una solución al 2,5% era la misma que la conseguida con el grupo control de agua destilada al mismo tiempo e incluso para soluciones del 1% durante 5 minutos no existía pérdida sino ganancia (probablemente debida a la hidratación). (Stojisic, 2010)

Temperatura: Al aumentar la temperatura del hipoclorito de sodio produce una mayor remoción de tejido orgánico que aquellas soluciones que no han sido calentadas, de hecho se sabe que se consigue más del doble de la capacidad bactericida del hipoclorito de sodio por cada 5° C de aumento de temperatura en un rango de 5 a 60°C.

“Activación del Hipoclorito de Sodio: Se han desarrollado medios y técnicas para activar el irrigante y así ayudar a aumentar la efectividad del mismo en el sistema de conductos” (Howard, 2011).

Debido a su capacidad proteolítica puede afectar a las características mecánicas de la dentina, ya que puede degradar la matriz orgánica dentinaria (Mota, 2009)

Clorhexidina

“En endodoncia se utiliza en una concentración del 2%, demostrando un buen efecto sobre especies microbianas aerobias y anaerobias en el interior de los conductos radiculares, ya que su actividad antimicrobiana prolongada característica denominada sustantividad, además que es bien tolerada por el tejido conectivo periapical, es decir que es Biocompatible” (Canalda, 2014). Por esta razón es que la Clorhexidina 2% ha sido utilizada en este estudio como control o registro positivo.

La Clorhexidina se introdujo en odontología por Davies y cols. en 1954 en la antisepsia de campos operatorios y en la desinfección de conductos radiculares, ya que estaba dotada de una gran actividad antimicrobiana, hoy en día es un importante irrigante endodónico al 2% de concentración (De Lima Machado, 2009).

Es una base fuerte que se presenta en diferentes concentraciones y a manera de digluconato, gluconato o acetato de clorhexidina.

La sal de digluconato de clorhexidina es soluble en agua y es una sustancia ligeramente detergente.

Mecanismo de acción: Es una solución desinfectante que posee amplio espectro contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, además de su capacidad de adsorción en los tejidos dentales y de las mucosas, es decir el poder de adherirse o ser atraída por las superficies sólidas. “La gran afinidad de la clorhexidina por las bacterias, probablemente sea consecuencia de una interacción electrostática

entra las moléculas de la misma, con carga positiva y la pared celular bacteriana cargados negativamente. Esta interacción permite la penetración de la clorhexidina al citoplasma del microorganismo, provocando su muerte. En altas concentraciones como al 2% es bactericida, ya que causa la precipitación del contenido citoplasmático de los microorganismos; a una concentración inferior como 0.2% es una sustancia bacteriostática” (Leonardo, 2009). Posee acción prolongada y gradual hasta 48 horas, dicha propiedad es denominada Sustantividad. Se presenta en diferentes concentraciones, la más utilizada en endodoncia es al 2%. Es altamente soluble en agua y ligeramente detergente. (De Lima Machado, 2009)

“Jeansonne en 1994 y White en 1997 compararon la actividad antimicrobiana de la clorhexidina 2% y del hipoclorito de sodio 5,25% y determinaron que además de ser menos tóxica, la clorhexidina tiene una acción equivalente a la del hipoclorito de sodio 5,25%”. (Leonardo, 2009)

“Es por eso que la clorhexidina 2% es una opción de irrigación bastante interesante, especialmente en conductos contaminados cuando el paciente posee sensibilidad al hipoclorito de sodio”. (Leonardo, 2009).

Quelantes

EDTA

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue introducido por Nygaard-Ostby en 1957, (Vera, 20012; Cohen, 2016) como parte del tratamiento endodóntico con el objetivo de ayudar en la preparación de conductos estrechos y/o calcificados. En la literatura, su concentración más usada es al 17% (Eldeniz, 2005; Sayin, 2007) y puede presentarse como líquido o como pasta. Este último

aparece en 1961 cuando Stewart prepara una mezcla con peróxido de urea con glicerol.

La quelación es un proceso definido como un “Proceso fisicoquímico de captación de iones positivos multivalentes (calcio, cobre, plomo, mercurio, hierro, cromo) por ciertos cuerpos: agentes quelantes complexores, tales como los derivados del ácido etilendiaminotetraacético”.

El EDTA puede formar complejos estables de calcio con el barrillo dentinario, detritus y con el calcio de las propias paredes del conducto. Actúa reemplazando iones calcio por iones sodio, lo que hacen que la dentina sea más soluble. (Cohen, 2016)

“No se conoce a ciencia cierta el tiempo ideal para la utilización del EDTA. En la literatura encontramos tiempos entre 1 y 5 minutos, aunque se establece que un tiempo de 3 minutos de EDTA al 17% debería ser suficiente para eliminar toda la parte inorgánica del barrillo dentinario”. (Soares, 2012)

Puede ayudar a que los biofilms ligados a la pared del conducto se separen de ésta manera producir una reducción de la carga microbiológica si lo comparamos con una solución salina, a pesar de tener una capacidad antiséptica limitada (Zehnder, 2006)

“Es altamente Biocompatible”

Por el contrario, como carencias podríamos señalar:

Sus capacidades antisépticas son limitadas.

No disuelve tejido orgánico

Combinación de irrigantes.- Para obtener los beneficios que aportan uno y otro irrigante, es interesante combinar los dos ya que entre sí compensan las carencias

el uno del otro. El hipoclorito de sodio y el EDTA interaccionan entre ellos, disminuyendo considerablemente la clorina disponible en la disolución, por lo que el NaOCl se vuelve inactivo frente a bacterias y tejido necrótico (Zehnder, 2005). Por esta razón, no se deben utilizar de manera simultánea. Hay que considerar en qué orden deben emplearse los irrigantes, ya que, por ejemplo, aunque sea importante la eliminación del barrillo dentinario para la limpieza de los conductos radiculares, si hacemos el último lavado con EDTA podría no eliminarse de forma correcta la parte orgánica de ese barrillo. Además, tratándose de un ácido, su acción se podría mantener por un tiempo indeterminado sin poder controlar su duración. Niu y colaboradores en 2002 demostraron que el EDTA al 15% seguido de NaOCl al 6% elimina más detritus que el EDTA por sí mismo, a pesar de que produce una aceleración de la erosión dentinaria.

Además Yamada y colaboradores indican que la mejor manera de eliminar el barrillo dentinario es un penúltimo lavado con 10ml de EDTA al 17% seguido de uno de NaOCl al 5.25%. Si seguimos la pauta recomendada por Zehner en 2006 se debe irrigar exclusiva y copiosamente con hipoclorito durante la instrumentación, sin alternar con el quelante. Una vez concluida la fase de instrumentación debe hacerse un penúltimo lavado con 10ml de EDTA o ácido cítrico durante un minuto, siendo cautos en el tiempo empleado ya que la dureza de la dentina y su módulo elástico dependen del contenido mineral de la misma. Como último lavado, recomienda utilizar hipoclorito si después se va a usar hidróxido de calcio como medicamento intraconducto para neutralizar el EDTA. Si la intención es la de completar el tratamiento endodóntico en una sola sesión, y con el objetivo aumentar el efecto antiséptico, entonces recomienda el uso de

clorhexidina debido a su substantividad. Aunque es cierto que el empleo de estos dos compuestos de forma combinada aportan la mejor situación en cuanto eliminación de barrillo y disminución de carga microbiológica, hay que tener en cuenta que autores como Sayin en 2007 nos advierten de que el uso de EDTA solo o previamente al hipoclorito de sodio suponen la máxima disminución de microdureza en la dentina en comparación a otras sustancias (Sayin, 2007). Esto puede ser debido a que, tal y como muestran Doğan y Çalt en su estudio de 2001, la combinación de EDTA con hipoclorito de sodio como irrigación final o el hipoclorito por sí mismo cambian el ratio calcio/fósforo de forma significativa en la dentina radicular. Además, se incrementa de manera significativa el nivel de magnesio con el uso de la combinación quelante/hipoclorito. Ellos concluyen que el empleo de NaOCl como irrigación final altera la efectividad de los agentes quelantes. Si se sigue el estudio realizado por Zang y colaboradores en 2010, ellos indican que los cambios que se producen en las características físicas dentinarias, como es la disminución de la resistencia a la flexión, no está tan relacionada a la desmineralización subsiguiente a utilizar EDTA como irrigante final sino que es más dependiente de la concentración y el tiempo empleados en el uso del NaOCl (Zhang, 2010). Otro estudio que considera que no existen alteraciones en el módulo de elasticidad o la resistencia a la flexión de la dentina, al menos dentro de la secuencias que ellos proponen, son Marending y colaboradores en 2007, lo cual justifican por la corta duración de su secuencia de 3 minutos y porque es posible que el hecho de que al quedar presencia durante la secuencia de irrigación de EDTA, éste haya reducido la acción del hipoclorito, bloqueando su acción proteolítica. Teniendo en cuenta todo esto y a pesar de que

esta unión produzca mejores resultados al fijarse en eliminación de barrillo y tejido pulpar necrótico y bacterias, no se deben olvidar los efectos negativos que conlleva la utilización de esta combinación de líquidos irrigantes.

2.1.5 Conductometría:

“Se realiza posterior al acceso radicular, se define como la medida entre el límite cemento dentina conducto y una referencia anatómica externa de la corona, con características de permanente durante el tratamiento y expresada en milímetros”.

(De lima Machado, 2009; Leonardo,2009; Sares y Goldberg, 2012; Cohen,2016)

2.1.6 Preparación biomecánica:

“La preparación de los conductos radiculares, tiene como objetivo la modificación de su morfología, respetando al máximo la anatomía interna original, de manera que los conductos adquieran una forma cónica desde el orificio de entrada(cámara pulpar), hasta el ápice, manteniendo la posición de la constricción y del orificio apical”. (Soares y Goldberg; 2012)

Schilder (1967) introdujo el concepto de "limpieza y conformación".

Limpieza se refiere a la remoción de todo el contenido del sistema de conductos radiculares.

Conformación se refiere a la creación o formación de un espacio para la obturación radicular.

Después de determinar la longitud real de trabajo por medio de la conductometría, el paso siguiente es la remoción de la pulpa.

“Pulpotomía es la remoción sólo de la porción cameral de la pulpa dental”.

“Pulpectomía es la remoción completa de la pulpa dental”.

“Pulpectomía vital (o biopulpectomía) se refiere a la remoción del órgano pulpar ya sea en estado de salud o cuando está afectada por alguna enfermedad pulpar, excepto por necrosis”.

“Pulpectomía no vital o necropulpectomía se refiere a la remoción de una pulpa con necrosis. (necropulpectomía)”. (Leonardo, 2009)

Leonardo sugiere el uso de limas tipo hedstrom para conductos amplios.

Para conductos delgados o atrésicos, la remoción se realiza simultáneamente con los actos de ensanchado y limado, lo que denomina remoción pulpar por fragmentación.

“La preparación biomecánica consiste en procurar obtener un acceso directo o directo al límite CDC a través de la cámara pulpar y el conducto dentinario, preparando una forma conveniente para una completa desinfección y una fácil y perfecta obturación, respetando el conducto cementario”.

“Instrumentación es un proceso físico mecánico, que por medio de limas u otros instrumentos, remueve detritos, da forma, esculpe y alisa las paredes dentinarias del conducto radicular”.

Las soluciones químicas actúan en el conducto, durante la preparación, sobre los restos necróticos y microorganismos, material orgánico e inorgánico, sumando los efectos de desinfección y remoción de barro dentinario (smear layer).

Instrumentos

Movimientos de la Instrumentación.

“Limado.- Un cuarto de vuelta en el sentido de las agujas del reloj para colocar un instrumento, continuando con un movimiento de corte al retirar el instrumento del conducto, limado circunferencial del conducto.”

“Escariado.- Indica la rotación del instrumento en el sentido de las agujas del reloj o hacia la mano derecha del clínico, $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ vuelta pegado a las paredes y retirar. Ensanchamiento.”

“Girar-estirar.- Combinación de los movimientos de escariado y limado antes descritos. La lima se inserta con un cuarto de vuelta en el sentido de rotación de las agujas del reloj y se dirige hacia el interior mediante presión manual. Colocada así en el interior del conducto, a continuación se tira de la lima efectuando una acción cortante”.

“Movimiento de dar cuerda a un reloj.- Consiste en oscilar una lima hacia delante y hacia atrás, 30 a 60 grados a la derecha y a la izquierda, según se empuja el instrumento en el conducto. Se trata de un avance muy definido del movimiento de la lima y es muy eficaz. Es menos agresivo que los movimientos de un cuarto de giro y tiramiento”.

“Movimientos de fuerza balanceada.- O de Roane esta técnica se realiza rotando una lima en sentido horario a las manecillas del reloj, de forma que la hoja del instrumento se atornille en la pared dentinaria y posteriormente con una rotación en sentido antihorario de la lima con ligera presión hacia apical y retiro de la lima”. (Leonardo, 2009; Soares y Goldberg; 2012)

Objetivos de la Preparación Biomecánica

Limpieza (Retiro)

Conformación

Desinfección

Principios de Weine:

- La preparación debe ampliar el conducto manteniendo la forma general preoperatoria, pero también debe desarrollar la mejor forma para ser obturada.
 - Una vez que se ha determinado la longitud de trabajo, todos los instrumentos deberán mantenerse a esa medida.
 - Los instrumentos deben ser usados en un orden manteniendo siempre una secuencia, sin saltarse ningún número.
 - Los instrumentos deben descartarse ante el menor cambio en su forma puesto que el riesgo de seguir usándolos es la fractura y complicación de todo el tratamiento.
 - Los conductos deben ser preparados siempre en un ambiente irrigado.
- (Leonardo, 2009; Soares y Goldberg; 2012; Cohen, 2016)

Técnicas de Preparación Biomecánica

- Técnica estandarizada.- En la cual colocamos todos los instrumentos que van a ingresar al conducto dentario a la misma medida o longitud de trabajo, por consiguiente se basa en la forma de los instrumentos para darle la forma final al conducto. Cuando nos enfrentamos a conductos estrechos la exploración y negociación de estos se realiza con instrumentos finos con un movimiento llamado watch-winding, este movimiento indica que las limas avanzan a longitud de trabajo realizando movimientos de cuarto de vuelta hasta que pueda ingresar un instrumento de mayor diámetro al conducto (Cohen, 2016)

- Técnica step back.- Llamada también técnica paso atrás, esta técnica incorpora una reducción gradual de la longitud de trabajo para limas de mayor conicidad, normalmente haciendo un retroceso de 1mm o 0.5mm, para dar lugar a formas más ensanchadas del conducto que se está trabajando, esta reducción creciente de la longitud de trabajo con limas más grandes y mucho más rígidos hizo que se redujera la incidencia de errores durante la preparación de los conductos sobretodo en conductos curvos. (Leonardo, ; 2009, Soares y Goldberg,2012; Cohen,2016)
- Técnica de step down.- El objetivo de esta técnica es minimizar los residuos necróticos, los cuales podrían extruirse por el foramen apical durante la instrumentación, en esta técnica se ensanchan primero los tercios coronales por lo tanto los instrumentos que llegan a longitud de trabajo no encuentran obstáculos en gran parte del trayecto dentro del conducto tratado, lo que permite un control mayor y una menor posibilidad de compresión en la constricción apical. (Soares y Goldberg, 2012; Cohen, 2016)
- Técnica corono apical.- Esta técnica se basa en el ensanchamiento de la porción coronaria del conducto llamada también tercio cervical, con instrumentos rotatorios “Gate Gliden” o con otros de la misma cinemática, se debe irrigar entre cada instrumento para mantener limpia la entrada del conducto y evitar el acúmulo de detritus y recapitular después de cada dos instrumentos. Una vez ensanchado el tercio cervical a medio del conducto se procede a realizar la conductometría y obtener la longitud de trabajo. (Schrader, 1999)

- Técnica de Fuerzas Balanceadas.- Esta técnica consta de tres pasos principales primero es una rotación en sentido horario de unos 90° para enganchar la dentina, el segundo consta de mantener el instrumento en el conducto y girar en sentido antihorario para liberar dentina de la pared del conducto, el tercer paso es retirar el instrumento en sentido horario para su limpieza. (Roane, 1985)
- Instrumentación Rotatoria.- Los instrumentos de níquel titanio, se deben utilizar después de haber realizado el preensanchamiento del tercio cervical de los conductos, los cuales deben de estar inundados de líquido irrigante, el cual actuará dentro del conducto como lubricante, las limas NiTi trabajan dentro del conducto a longitud de trabajo y son accionadas mediante motores eléctricos, existen en el mercado numerosos sistemas, es importante seguir las indicaciones que da el fabricante para el uso correcto de cada sistema. (De Lima Machado, 2009, Leonardo, 2009; Cohen, 2016)

2.1.7 Obturación:

“Consiste en el aislamiento de la totalidad de la cavidad endodóncica para separar el sistema de conductos radiculares del medio bucal y del parodonto profundo, es el relleno compacto y permanente del espacio vacío dejado por la pulpa cameral y radicular al ser extirpada y del propio espacio creado por el profesional durante la preparación de los conductos”. (Estrella, 2005; Leonardo, 2005; De Lima Machado 2009; Soares y Goldberg, 2012)

2.1.8 Limas endodóncicas:

“Este es el grupo más importante de instrumentos pues con estos se trabaja en el interior de los conductos radiculares, estos instrumentos tienen por finalidad realizar la limpieza y el modelado del conducto radicular dándole una conformación cónica del ápice hacia la corona, lo más regular posible para favorecer y facilitar la obturación del conducto radicular” (Leonardo, 2005; Cohen, 2016)

“Los instrumentos endodónticos se fabrican sobre la base de acero inoxidable o de níquel titanio los primeros pueden ser torsionados o torneados, los segundos son casi en su totalidad torneados”.

Limas manuales:

“ La mayoría de instrumentos endodónticos de uso manual están hechos de acero inoxidable y presentan una considerable resistencia a la fractura, el acero inoxidable sustituyó al acero carbono y gracias a ello es posible confeccionar instrumentos flexibles, resistentes, con buena capacidad de corte durabilidad aceptable y que no sufran alteraciones importantes en contacto con hipoclorito de sodio o bien como consecuencia de procedimientos de esterilización usados en endodoncia”. (Soares y Goldberg, 2012; Cohen, 2016)

Existen también diferentes instrumentos diseñados para ser utilizados con baja velocidad, como la fresas Gates Glidden o Peeso.

Limas rotatorias:

Estos instrumentos están hechos por una aleación de níquel titanio compuesta por una proporción de 56% de níquel y 44% de titanio, aleación que también se conoce como nitinol, se observaron varios efectos relacionados a su

configuración atómica cristalina con dos fases estables, austenita y martensita, un efecto de memoria como una pseudoelasticidad dependiente de la temperatura y de la fuerza con la que se trabaja con el instrumento de NiTi, todo ello se atribuye a propiedades termodinámicas específicas. (Thompson, 2000; Otsuka, 2005; Duerig, 2006)

Los instrumentos fabricados de vástagos de níquel titanio son en su mayoría maquinados, ya que esa aleación por ser superelástica no acepta fácilmente la torsión, las limas de ese material presenta dificultad para ser precurvadas lo que no ocurre con las de acero inoxidable, poseen una considerable flexibilidad pero por esa característica, el vástago de titanio tiende a recuperar su posición no bien la fuerza que lo flexiona deja de actuar, la fuerza de restablecimiento del metal es idéntica a la fuerza mínima que se necesita para ser flexionado, si se traslada eso a dentro del sistema de conductos: cuando el instrumento se curva por las condiciones anatómicas genera una fuerza de restablecimiento muy baja que no es suficiente para superar la resistencia de la pared dentinaria.

La aleación de níquel titanio se ha utilizado para la fabricación de limas tipo K y también de instrumentos usados en técnicas mecanizadas, en la actualidad se lanzaron instrumentos de níquel titanio denominada M-Wire, que consiste en la aplicación de una serie de tratamientos térmicos aplicados a la aleación durante las conformaciones de los vástagos lo que ha permitido aumentar la resistencia a la fatiga cíclica de la aleación, recientemente se comercializan instrumentos de níquel titanio denominados CMWire (controlled Memory) de gran flexibilidad escasa memoria de forma y alta resistencia a la fractura. (Soares y Goldberg, 2012)

Walia et al., 1988 “encontró que los instrumentos de NiTi N° 15 eran de dos a tres veces más flexibles que los de acero inoxidable y que mostraron mejor resistencia a la deflexión angular”.

Otras características que se observaron en los instrumentos de NiTi fue que hubo deformación plástica de las espiras de corte cuando el instrumento fue doblado a 90° y las fuerzas necesarias para doblar las limas a 45° disminuyeron en un 50% en comparación con instrumentos de acero inoxidable.

Serene et al. “indicaron que el calor aplicado durante los ciclos de esterilización, podría restaurar la estructura molecular de las limas de NiTi que ya tuvieron uso, como consecuencia de esto se produce un aumento de la resistencia a la fractura”. (Cohen 2016)

Estas propiedades singulares son el resultado de una transformación de la fase cristalina molecular de las fases austenita y martensita de la aleación NiTi, (Thompson, 2000) las tensiones externas transforman los cristales de austenita en una estructura cristalina martensítica que puede soportar mayores cargas sin aumento de la tensión, por consiguiente un instrumento NiTi posee elasticidad transformacional, que también se conoce como pseudoelasticidad, entendida como la capacidad de recuperar la forma original previa a la deformación, propiedad que lleva a que los instrumentos de NiTi sean fabricados por fresado y no por torsión, el calor también puede producir transformaciones de fase de austenita a martensita y viceversa (Miyal, 2006; Hayashi, 2007)

2.1.9 Fractura de instrumentos:

“Un aspecto a considerar en los sistemas de instrumentos rotatorios, es la posibilidad de fractura de estos instrumentos que durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares, giran a velocidad dentro de conductos con anatomía variada y curvaturas múltiples, esta fractura puede darse por torsión, o por flexión o por ambas”. (Stappan, 2000; Peters, 2002; Ullman, 2005)

La fractura por torsión tiende a producirse cuando el extremo (o cualquier otra parte) del instrumento queda aprisionado entre las paredes del conducto y su eje sigue girando.

La fractura por flexión podrá ocurrir cuando el instrumento se haya sometido a esfuerzos sucesivos que superan el límite de fatiga y elasticidad.

Es importante resaltar que estas deformaciones no siempre son visibles, usualmente el instrumento se fractura sin alteraciones que puedan anunciarlo. (Leonardo, 2009; Soares y Goldberg, 2012; Cohen, 2016)

“La fractura por flexión, se produce cuando la fuerza cíclica o carga cíclica, produce la fatiga del metal, es por esto que no se fabrican instrumentos rotatorios de acero inoxidable”. (De lima Machado, 2009)

Los instrumentos de NiTi resisten más ciclos de flexión que los instrumentos de acero inoxidable (Ullman, 2005)

Los instrumentos rotatorios de NiTi con conicidades y tamaños mayores se fracturaron después de menos rotaciones que los instrumentos de menor conicidad.

Se ha recomendado el uso de la técnica corono-apical para reducir las fuerzas de torsión, y por consiguiente disminuir el riesgo de fractura, al impedir que una porción mayor del instrumento rotatorio se encaje en el tejido dentinario radicular, que es conocido como enclavamiento cónico.

Los fragmentos de limas que se quedan dentro del conducto radicular muchas veces se pueden extraer con facilidad, pero también es posible que se produzca más daño, por ejemplo desgaste excesivo de las paredes del conducto, perforaciones, en lugar de una eliminación satisfactoria.

“Se debe hacer un análisis de los beneficios frente a los riesgos para todos los instrumentos rotatorios de NiTi, en el que se señalen las razones y las implicancias clínicas de la fractura de los instrumentos”. (Cohen, 2016)

2.1.10 Disolución electroquímica:

“ La electrolisis es un proceso mediante el cual, al hacer pasar una corriente eléctrica a través de una sustancia (en solución o fundida) se separa en los iones que la forman, este proceso se utiliza para descomponer una sustancia en sus elementos, para purificar metales y para aplicar una capa metálica externa a un objeto”. “La celda electroquímica, conocida también como pila voltaica o galvanónica, sirve para generar una corriente eléctrica mediante una reacción química. Esta consta de dos vasos conectados por un puente salino, cada vaso contiene un electrolito y tiene sumergida una barra conductora o electrodo, uno de ellos debe ser de un metal cuyos átomos se desprendan al ponerse en contacto con el electrolito. Además, los electrodos están conectados por medio de

un conductor, de manera que los electrones fluyan de un lado para otro”.
(Kenneth, 2004; Barcelò, 2008; Macchi, 2007; Guzmán, 2007)

Definición de ánodo y cátodo

“Para la notación de los dos electrodos en una celda electroquímica (galvánica o electrolítica) son válidas las siguientes definiciones generales: El *ánodo* es el electrodo en el cual, o a través del cual, la corriente positiva pasa hacia el electrolito. El *cátodo* es el electrodo en el cual entra la corriente positiva proveniente del electrolito”.

Generalmente, se toman como válidas las siguientes reglas:

- 1) La reacción anódica es una oxidación y la reacción catódica una reducción.
- 2) Los aniones (iones negativos) migran hacia el ánodo y los cationes (iones positivos) hacia el cátodo. (Avila, 1995; Kennet, 2004; Macchi, 2007)

Corrosión electroquímica

“La corrosión electroquímica es un proceso espontáneo que denota siempre la existencia de una zona anódica (la que sufre la corrosión), una zona catódica y un electrolito, y es imprescindible la existencia de estos tres elementos, además de una buena unión eléctrica entre ánodos y cátodos, para que este tipo de corrosión pueda tener lugar”.

“El proceso de disolución de un metal en un ácido es igualmente un proceso electroquímico. La infinidad de burbujas que aparecen sobre la superficie metálica revela la existencia de infinitos cátodos, mientras que en los ánodos se va disolviendo el metal”. (Kenneth, 2004; Macchi, 2007; Barcelò, 2008)

2.2 Marco Filosófico

Instrumentos Endodóncicos

Los instrumentos (limas) se fabricaron por mucho tiempo de acuerdo a la idea de cada fabricante, que según sus investigaciones facilitarían el trabajo de los profesionales, con el pasar del tiempo las mejoras significativas de los instrumentos deberían ser en el sentido de mejorar las cualidades propias de las limas endodóncicas. Estos patrones fueron desarrollados por Ingle y Levine en 1958, y posteriormente aceptada por la Asociación Americana de Endodoncia en 1962. En 1976 la Asociación Dental Americana, mediante su resolución número 29, definió que dichos instrumentos fueran fabricados con aleación de acero de carbono y de acero inoxidable; aunque según Oliet y Sorin, muchos instrumentos de acero de carbono parecían cortar con cierta eficacia, pero eran más susceptibles a la corrosión por el autoclave y las soluciones irrigadoras, por lo tanto tenían mayor posibilidad de oxidarse y fracturarse, por todo esto los instrumentos de acero inoxidable presentaban mejores ventajas y propiedades físicas diferenciadas siendo utilizadas hasta nuestros días.

“Los instrumentos endodóncicos se pueden fabricar de dos formas, por torsión y por desgaste, en ambas formas los alambres de acero inoxidable utilizados presentan forma circular, Durante el proceso de torsión este alambre sufre un proceso de fresado para lograr las diferentes formas de las secciones transversales de los instrumentos, es así que si el formato es cuadrangular, el fresado será en cuatro planos; si fuera triangular será hecho en tres planos, a partir de ello el asta metálica será tomada de un extremo y sometida a torsión”.

“Además de las formas de fabricación se deben cumplir una serie de exigencias relacionadas a los diámetros, longitud de la parte activa y longitud total del

instrumento, torque, deflexión angular, color, etc, que fueron ideadas para crear un patrón de fabricación de los diferentes instrumentos como limas , ensanchadores, extirpa nervios, etc”. (Machado, 2009)

“La mayoría de instrumentos endodóncicos manuales están hechos de acero inoxidable en la actualidad se utiliza la aleación de níquel titanio, compuesta por una porción de 56% de níquel y 44% de titanio aleación que también es conocida como nitinol, los instrumentos fabricados con alambres de níquel titanio, son en su mayoría maquinados ya que esa aleación por ser super elástica no acepta fácilmente la torsión, característica que no permite precurvar estos instrumentos (memoria de forma) lo que no ocurre con las limas de acero inoxidable; poseen una flexibilidad considerable, pero por su superelasticidad, el vástago de titanio tiende a recuperar su posición no bien la fuerza que lo flexiona deja de actuar, la fuerza con la que regresa a su forma original es igual a la fuerza mínima que se necesita para ser flexionado, si llevamos eso dentro de los conductos radiculares, cuando el instrumento se curva ya sea por las condiciones anatómicas este genera una fuerza de restablecimiento muy baja que no es suficiente para superar la resistencia que tiene la pared dentinaria del conducto”. (Soares y Goldberg, 2012)

Disolución electroquímica

Comienzos de la electroquímica y de la galvanotecnia: Con el descubrimiento de la pila de A. Volta, puede establecerse el año 1800 como el comienzo de la era de la electrodeposición de metales, es decir, el nacimiento de la galvanotecnia y técnicas afines. Antes de esta fecha, A. Lavoisier (1743–1794) ya había formulado las leyes de conservación de la masa, y L. Galvani, en 1780, realizaba sus experiencias "eléctricas"

con ancas de rana. “Estas experiencias llamaron la atención de Volta, que ya había trabajado con el electróforo (que era una máquina de fricción y fuente única de electricidad que sólo mantenía la corriente durante una fracción de segundo) y había inventado un electrómetro capaz de medir cantidades muy pequeñas de electricidad”.

“Las experiencias de Galvani y las propias llevaron a Volta a establecer su pila, consistente en discos alternados de plata, papel secante empapado de agua-sal, y cinc”.

“Los experimentos de L. V. Brugnatelli, colaborador de Volta, establecerían el inicio de la galvanotecnia. Este investigador depositó por primera vez por vía química de reducción los metales plata y oro, a partir de un baño de fulminato, al tiempo que, aprovechando el descubrimiento de la pila voltaica, depositaba por primera vez por vía electrolítica, los metales plata, cinc y cobre, posteriormente, oro”.(Julve, 2009)

“Al final de la década de 1860, Friedrich Wilhelm Georg Kohlrausch(1840- 1910) realizó una importante serie de investigaciones sobre la conductividad de disoluciones, Kohlrausch estaba más interesado en experimentos que en teorías y una de sus innovaciones más importantes fue el uso de corrientes alternas, también redujo la polarización utilizando electrodos esponjosos de grandes áreas. Así obtuvo, por primeravez, medidas precisas de conductividad para una variedad de disoluciones a lo largo de una amplia gama de concentraciones”. (Julve, 2009)

“Jaffe en 1976, afirma que Arrhenius junto a Ostwald y Van'tHoff constituyen un trío que encabezaba estas investigaciones. A su vez, forman parte de un grupo notable de científicos que, en este período de tiempo, investigan desde distintos ángulos lo que va a constituir la moderna Química-Física. Arrhenius desde muy joven se distinguió por una especial predisposición para las Matemáticas, Física y Química, realizó la tesis

doctoral en la Universidad de Estocolmo, en el laboratorio y bajo la dirección del profesor Erik Edlund”.

“Comenzó por medir la conductividad de los electrolitos (ácidos, bases y sales), esperando calcular el peso molecular de las sustancias a partir de sus efectos sobre la conductividad. Pronto constató que la conductividad de una sal en disolución era una cuestión de gran interés y centró en ello su labor investigadora”.

“La concepción de la naturaleza atómica de la electricidad y el trabajo de Kohlrausch sobre conductividad fueron plasmando una teoría comprensiva que, finalmente, fue propuesta por Arrhenius como la “teoría de la disociación electrolítica”. Sin duda, su mayor contribución a la Ciencia”.

La tesis doctoral de Arrhenius está constituida por dos partes:

La primera parte, “La conductividad de las disoluciones acuosas extremadamente diluidas”, realizada en el laboratorio de Edlund, consta de 13 tesis. Describe un método para medir la resistencia de las disoluciones electrolíticas, extendido a grandes diluciones.

La segunda parte, “Teoría química de los electrolitos”, consta de 56 tesis, y explica los trabajos previos de Williamson (1851) y Clausius (1857). Arrhenius la resumió así: “En esta parte del trabajo hemos señalado primero la probabilidad de que los electrolitos puedan asumir dos formas diferentes, una activa y otra inactiva: la parte activa es siempre, bajo las mismas condiciones externas (temperatura y dilución), una cierta fracción de la cantidad de electrolito. La parte activa conduce la electricidad y es en realidad el electrolito, no así la parte inactiva”.

“Define el coeficiente de actividad de un electrolito como la relación entre el número de iones que hay realmente en el electrolito, al número de iones que estarían presentes

si el electrolito se convirtiera totalmente en moléculaselectrolíticas simples”.
Corresponde a lo que más tarde se llamó grado de disociación.

“Admitió que los cationes y aniones están asociados con cantidades definidas de carga positiva y negativa”. Explicó la hidrólisis y llegó a interpretar numerosos fenómenos de disolución hasta el punto de que Lodge (1886) afirmase que, aunque el título de la Memoria era “La teoría química de los electrolitos”, en realidad era algo mucho más ambicioso: un intento de “una teoría electrolítica de la Química”, posteriormente fue ampliamente aceptada gracias a los esfuerzos de Ostwald y Van'tHoff, encontrando una confirmación definitiva en la moderna teoría de la estructura atómica.

“Resumiendo, se puede decir que para explicar la no conductividad de las sales sólidas y del agua pura cuando están separadas y la conductividad de las disoluciones acuosas de las sales, Arrhenius defendía que cuando las sales se disuelven en agua se disocian o ionizan en partículas cargadas que Faraday llamó iones, la diferencia está en que mientras Faraday postulaba que los iones eran producidos sólo durante la electrólisis, Arrhenius proponía que estaban presentes en las disoluciones antes de aplicar la corriente eléctrica; a Arrhenius le faltó un conocimiento más profundo del estado sólido que hoy se tiene”.

“Probó la influencia de la disociación electrolítica sobre la presión osmótica, el descenso del punto de congelación y la elevación del punto de ebullición en disoluciones que contienen electrolitos. Investigó el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción”.

Estudió la hidrólisis de sales, ácidos y bases débiles en 1894 y la alteración de la fuerza de los ácidos por adición de sales en 1899, Arrhenius insistía en su carta que “el NaCl está parcialmente disociado, exactamente igual que afirmamos que el I_2 , está

disociado a altas temperaturas”; ahora bien, añade “asumir esto, es decir, admitir que los electrolitos están parcialmente disociados y que se descomponen en sus iones puede creerse que es temerario, pero como estos iones están cargados con cantidades muy grandes de electricidad de signo opuesto, son condiciones que no sabemos tratar adecuadamente”.

Desde 1887, Arrhenius es reconocido como una autoridad en Química Física, trabajando en un laboratorio pequeño y mal equipado logró que su nombre fuera conocido universalmente y atrajo a muchos investigadores extranjeros que contribuyeron a que sus ideas fueran más y más difundidas.

Le otorgaron el premio Nobel de Química en 1903, en reconocimiento a los extraordinarios servicios con que había contribuido al avance de la Química, especialmente por su teoría de la disociación electrolítica. Fue el primer sueco en recibir este honor.

“Hoy se sabe que la teoría de la disociación parcial es válida para los electrolitos débiles, que en estado anhidro tienen enlaces covalentes y sólo se ionizan en presencia de disolventes de constante dieléctrica alta. También se sabe que la fuerza de atracción entre los electrolitos no puede anularse o compensarse globalmente, sino que produce sobre cada ión un efecto resultante, por estar rodeado cada ión de una “atmósfera iónica” de signo contrario, que disminuye y dificulta su movimiento. Tanto más cuanto más concentrada sea la disolución”.

Esta idea fue desarrollada por Debye y Hückel en el año de 1923, que junto con la de Bjerrum, sobre la existencia de pares iónicos, permitieron ajustar más la interpretación del comportamiento de las disoluciones de electrolitos a las exigencias de los hechos experimentales.

Pueden considerarse el último avance importante en el desarrollo cronológico de la teoría de la disociación electrolítica.

Finalmente, en cuanto al conocimiento de los iones se refiere, se puede afirmar que el último avance se ha producido con la investigación de la naturaleza del estado sólido.

(Galache, 1992)

III. Método

3.1 Tipo de Investigación

Según Hernández es aplicado con enfoque cuantitativo, es prospectivo porque el estudio se inició con la exposición de una supuesta causa y luego se siguió a través del tiempo hasta determinar la aparición del efecto.

Nivel: Es aplicado por que resuelve el problema.

Diseño: Experimental porque se manipula intencionalmente la variable independiente, analizando las consecuencias que la manipulación tiene sobre una variable dependiente, dentro de la situación de control del investigador.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población: Está conformada por 30 fragmentos de limas endodónticas.

3.2.2 Muestra: Se utilizó el 100% de la población que son los 30 fragmentos divididos en 2 grupos:

Grupo A: 15 de NiTi

Grupo B: 15 de NiTi-gold

Los fragmentos fueron de 4mm de longitud.

3.3 Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Indices o Valores	Escala de Medición
Disolución Electroquímica	-Peso -Tiempo de exposición -Carga eléctrica	- mg - min -v	- Peso Disminuido - Tiempo 7 min 14 min 21 min - Corriente continua 6v	Ordinal Numeral
Limas de NiTi	Tamaño X2 ProtaperNext	25 mm	Fragmento de 4mm	Razón
Limas de NiTi-Gold	Tamaño Primary Wave One Gold	25 mm	Fragmento de 4mm	Razón

3.4 Instrumentos

Ficha de recolección de datos, anexo II.

3.5 Procedimientos

Se obtuvieron 15 limas NiTi de X2 ProtaperNext y 15 limas NiTi-Gold Primary Wave One Gold, teniendo los fragmentos correspondientes de 4mm de la punta hacia el vástago, fragmentos que se introdujeron dentro de los cubos de resina simulando los conductos radiculares, se hizo un primer pesaje de cada una de las muestras para ver la pérdida de masa durante los tiempos de 7min, 14min y 21min de aplicación de la disolución electroquímica, se utilizó como electrolito una combinación de soluciones de fluoruro de sodio y cloruro de sodio (NaF12gL+NaCl180gL) , cuyo pH fue de 5.

Para la disolución electroquímica se utilizó un Bipotensiostato perteneciente al laboratorio de Metalurgia de la Universidad Nacional de Ingeniería, cuya aplicación fue de 7min, 14 min y 21min a una corriente constante de 6v.

3.6 Análisis de datos

El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS 22.0 (SPSS Inc, IBM) y los valores de pérdida de masa encontrados fueron procesados para observar su normalidad por el análisis de varianza SHAPIRO WILK ya que son grupos de 30 muestras, se realizó la prueba de Bonferroni para establecer la diferencia estadística comparando la disolución de las limas en los tiempos de 7min, 14min y 21min para ambos grupos. Luego, se realizó el análisis estadístico T de Student, para lograr identificar las diferencias encontradas

entre grupos de fragmentos de limas NiTi de X2 ProtaperNext y 15 fragmentos de limas NiTi-Gold primary Wave One Gold.

El tratamiento de los datos se efectuó con un nivel de confianza de 95% y con un margen de error del 5%.

3.7 Consideraciones Éticas

Este trabajo de investigación ha cumplido con las normas éticas de investigaciones internacionales y no atentó contra la salud de la población, así mismo previno el uso de sustancias contaminantes que pudieran afectar el medio ambiente.

IV. Resultados

4.1 Prueba de Hipótesis

4.1.1 Hipótesis General

H_1 Los fragmentos de limas endodónticas de NiTi y NiTi-Gold presentan disolución electroquímica.

H_0 Los fragmentos de limas endodónticas de NiTi y NiTi-Gold no presentan disolución electroquímica.

Comprobación de hipótesis

Para comprobar la hipótesis general, la disolución de fragmentos de limas NiTi y NiTi-Gold se calculó mediante el pesaje de los fragmentos en tres tiempos mediante la disolución electroquímica a los 7min, 14min y 21min.

Para la comprobación se utilizó la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para ver la distribución normal de los datos, y la prueba de corrección Bonferroni para comparaciones múltiples entre muestras.

Para comparar las variables cuantitativas se empleó la prueba de t-student.

Tabla 1
Prueba t

Tipos de limas		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	Sig. (bilateral)
7 minutos	NiTi	15	2.90140	.201779	.052099	0.372	0.713
	Niti-Gold	15	2.86747	.290357	.074970		
14 minutos	Ni-Ti	15	2.60827	.235129	.060710	7.873	0.00
	Niti-Gold	15	1.86167	.282158	.072853		
21 minutos	Ni-Ti	15	2.18927	.211567	.054626	13.15	0.00
	Niti-Gold	15	1.19820	.201098	.051923		

Fuente: Elaboración del estadístico, SPSS

En esta tabla observamos la comparación de la disolución electroquímica de los fragmentos de Limas NiTi y NiTi-Gold viendo que a los 7 minutos de aplicada la disolución no existe diferencia estadísticamente significativa ($p=0.713$) entre los dos grupos de fragmentos de limas, mientras que si hay diferencia estadísticamente significativa a los 14min ($p=0.00$) y 21min ($p=0.00$) para ambos grupos de fragmentos de limas, observando también que la disolución es progresiva en el tiempo.

4.1.2 Hipótesis Específicas

H_1 La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodóncicas Niti es progresiva en el tiempo.

H_0 La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodóncicas Niti no es progresiva en el tiempo.

Tabla 2

Disolución de los fragmentos de limas NiTi a los 7min, 14min y 21min.

N	7 minutos		14 minutos		21 minutos	
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.
15	2.90140	0.201779	2.60827	0.235129	2.18927	0.211567

P=0.00

Fuente: Elaboración del estadístico, SPSS

En esta tabla observamos el promedio de la disolución de los fragmentos de las limas de Ni-Ti, en los tres tiempos (7min, 14min y 21min), a los cuales fueron sometidos los fragmentos durante la disolución electroquímica encontrando que la disolución de las limas NiTi ProtaperNext en el tiempo es progresiva y es estadísticamente significativa según la prueba aplicada de Bonferroni ($p=0.00$)

H_1 La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodóncicas de NiTi-Gold es progresiva en el tiempo.

H_0 La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodóncicas de NiTi-Gold no es progresiva en el tiempo.

Tabla 3

Disolución de los fragmentos de limas NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

N	7 minutos		14 minutos		21 minutos	
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.
15	2.86747	0.290357	1.86167	0.282158	1.19820	0.201098

P=0.00

Fuente: Elaboración del estadístico, SPSS

En esta tabla podemos observar el promedio de la disolución de los fragmentos de las limas de NiTi-Gold Wave One Gold, en los tres tiempos (7min, 14min y 21min), a los cuales

fueron sometidos los fragmentos durante la disolución electroquímica encontrando que la disolución de las limas NiTi-Gold Wave One Gold en el tiempo es progresiva y es estadísticamente significativa según la prueba aplicada de Bonferroni ($p=0.00$)

H_1 La disolución electroquímica de los fragmentos que las limas endodóncicas de NiTi es mayor que las limas de NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

H_0 La disolución electroquímica de los fragmentos que las limas endodóncicas de NiTi no es mayor que las limas de NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

Tabla 4

Comparación de la disolución de los fragmentos de limas NiTi y NiTi-Gold

Limas	Media		
	7 minutos	14 minutos	21 minutos
NiTi	2.90140	2.60827	2.18927
Niti-Gold	2.86747	1.86167	1.19820

Fuente: Elaboración del estadístico, SPSS

En esta tabla observamos la comparación de la disolución electroquímica de los fragmentos de Limas NiTi y NiTi-Gold viendo que a los 7 minutos de aplicada la disolución no existe diferencia significativa entre los dos grupos de fragmentos de limas, mientras que si hay diferencia significativa a los 14min y 21min, para ambos grupos de fragmentos de limas, observando también que la disolución es progresiva en el tiempo.

V. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos después de realizado el estudio demuestran que si hubo disolución electroquímica (pérdida de masa) de los fragmentos de limas de NiTi y NiTi-Gold, debido a la disolución electroquímica realizada en tres tiempos, disolución que se observa es progresiva en los tres tiempos aplicados de 7min, 14min y 21min.

Esta disminución se encuentra asociada a la solución utilizada de fluoruro de sodio y cloruro de sodio, que tiene un pH de 5 y a la aplicación de 6v constantes para todas las muestras, es así que esta disminución es observada por Kowalczuck, et.al. (2017) quien utilizó en su estudio una solución de NaF12gL+NaCl180gL, pH=5, obteniendo como resultado el efecto más corrosivo sobre las limas protaper universal (NiTi).

Así mismo se observó también la disolución electroquímica de limas de acero inoxidable en el estudio de Amaral, Ormiga y Gomes (2015), observándose disminución progresiva de la masa de las limas en tiempos de 7min y 9 min, hasta después de 60min, obteniendo en nuestro estudio resultados similares de disolución progresiva en los tiempos aplicados de 7min, 14min y 21min.

Ormiga, Aboud y Gomes (2015) en su estudio acerca de la disolución inducida electroquímicamente de Limas de NiTi de diferentes diseños, hallaron una disminución progresiva de instrumentos K3 y protaper teniendo una pérdida de peso mayor que las limas Mtwo, en nuestro estudio se observó mayor pérdida de masa en las limas NiTi-Gold que en las NiTi.

Aboud, Ormiga y Gomes (2014) compararon los valores de pérdida de peso, pérdida de longitud, encontrando una disminución parcial de los fragmentos de limas K3, así mismo en nuestro estudio observamos la disminución progresiva de masa de los fragmentos de Limas NiTi y NiTi-Gold.

Ormiga, Cumba Ponciano, Pimienta de Araujo y Ormiga Galvao(2011) estudio donde evaluaron 3 grupos de fragmentos de limas endodónticas, a los cuales se les realizó la disolución electroquímica, encontrando disminución significativa de la longitud y masa de los fragmentos, en nuestro estudio también se observó la pérdida significativa de masa de los fragmentos de limas NiTi y NiTi-Gold.

VI. Conclusiones

- Los fragmentos de limas de NiTi y NiTi- Gold, presentaron pérdida de masa durante la disolución electroquímica lo que nos indica que si hubo disolución de los fragmentos de ambos tipos de limas.
- Hubo una disminución progresiva del peso de los fragmentos de limas NiTi y Niti-Gold a los 7min, 14min y 21min.
- No hubo diferencia estadísticamente significativa en la disolución a los 7 minutos para ambos grupos de fragmentos de Limas.
- A partir de los 14 minutos y 21 minutos de aplicada la disolución si se encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de fragmentos.

VII. Recomendaciones

Habiéndose demostrado en este estudio la disolución electroquímica de los fragmentos de limas de NiTi y NiTi-Gold, se recomienda:

- Realizar estudios entre instrumentos NiTi Gold y NiTi Blue
- Realizar estudios en conductos de dientes naturales.
- En un futuro realizar el estudio clínico.

VIII. Referencias

- About, L.R., Gomes, J.A. (2014). Electrochemical Induced Dissolution of Fragments of Nickel- Titanium Endodontic Files and Their Removal from Simulated Root Canals. *International Endodontic Journal*, 47(2), 155-62.
- Amaral, C. C., Ormiga F., Gomes J. A. (2015). Electrochemical-induced Dissolution of Stainless Steel Files. *International Endodontic Journal* 48,(2), 137–144.
- American Dental Association. Specification N° 28 for endodontic Files and Reamers. Recuperado de [https://jada.ada.org/article/S0002-8177\(76\)34036-7/abstract](https://jada.ada.org/article/S0002-8177(76)34036-7/abstract).
- Avila, J. (1995). *La Ciencia para Todos*. Recuperado de Biblioteca digital: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec_6.htm
- Barceló, F. H. y Palma, J. M., (2008). *Materiales Dentales*. México: Editorial Trillas Sa De Cv.
- Basrani, B. & Haapasalo, M.(2012). Update on Endodontic Irrigating Solutions. *Endodontic Topics*, 27(1), 74–102.

- Bauman, M.A., Beer, R.(2008). Instrumentos y Materiales: Lavado, Secado y Medicación Intratubular. Atlas en Color de Odontología. Endodoncia. 2nd ed. España: Elsevier.
- Biedma, B., (2017). *Protocolos clínicos de Endodoncia y Reconstrucción del Diente Endodonciado*. Madrid: Atlantis Editorial.
- Bryce, G., O'Donnell, D., Ready, D., Ng, Y., Pratten, J., Gulabivala, K.(2009). Contemporary Root Canal Irrigants are Able to Disrupt and Eradicate Single- and Dual-Species Biofilms. *Journal of Endodontics*, 35(9), 1243-48.
- Buttler, T.K., Crowford, J.J.(1992). The Detoxifying Effect of Varying Concentrations of Sodium Hypochlorite as Endotoxins. *Journal of Endodontics*, 8(1), 59-66.
- Canalda, C., Brau, E., (2014). *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. Tercera edición. Barcelona: Elsevier Masson.
- Cohen, S. & Hargreaves, K. M., (2016). *Vías de la Pulpa*. 11^a. Edición. Madrid: Elsevier Mosby.
- Christensen, C.E., McNeal, S.F., Eleazer, P. (2008). Effect of Lowering the pH of Sodium Hypochlorite on Dissolving Tissue in Vitro. *Journal of Endodontics*, 34(4), 449-52.
- De Lima Machado, M., (2009). Endodoncia de la Biología a la Técnica. Brasil: AMOLCA Ed. Santos.
- Duerig, T. W., (2006). Some Unresolved Aspects of Nitinol. *Materials Science and Engineering*, 438,69-74.
- Estrella, C. (2005). *Ciencia Endodóntica*. Brasil: Artes Médicas.

- El Karim, I., Kennedy, J., Hussey, D.(2007). The Antimicrobial Effects Of Root Canal Irrigation and Medication. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(4), 560-69.
- Galache Lopez, M. (1992). *Dipòsit digital de documents de la UAB*. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/23442>
- Guzman, H.(2007).*Biomateriales Odontológicos de uso Clínico*. 4º Edición. Colombia: ECOE.Ediciones.
- Hayashi, Y., Yoneyama, T., Yahata, Y., (2007). Phase Transformation Behaviour and Bending Properties of Hybrid Nickel-Titanio Rotary Instruments. *International Endodontic Journal*, 40, 247.
- Hernandez, R., Fernandez,C., Baptista, P., (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ª Edición. Mexico: Interamericana Ediciones.
- Howard, R.K., Kirkpatrick, T.C., Rutlege, R.E.(2011). Comparison of Debris Removal with Three Different Irrigation Techniques. *Journal of Endodontics*, 37(9), 1301- 05.
- Julve, E. (2009). *Anales de la Química* . Recuperado de <http://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/805/951>
- Jungbluth, H., Marending, M., De-Deus, G. Sener, B., Zehnder, M.(2011). Stabilizing Sodium Hypochlorite at High pH: Effects on Soft Tissue and Dentin. *Journal of Endodontics*, 37(5), 693-96.
- Kenneth J. A. (2004). PHILLIPS. *Ciencia de los Materiales Dentales*. España: Elsevier
- Kowalczuck, A., Silva Neto,U. X., Fariniuk L. F. , Westphalen V. P., Laurindo, C. A. y Carneiro, E. (2017). Electrochemical Dissolution of Fractured Nickel–Titanium

Instruments in Human Extracted Teeth. *International Endodontic Journal*, 50(6), 578-585.

Leonardo, M., De Toledo, R.(2002). *Sistemas Rotatorios en Endodoncia*. Brasil: Ed. Artes Médicas.

Leonardo, M., (2005).*Endodoncia Tratamiento de Conductos Radiculares*. Brasil: Artes Médicas.

Leonardo, M., De Toledo, R.,(2009). *Endodoncia. Conceptos Biológicos y Recursos Tecnológicos*. Brasil: Ed. Artes Médicas.

López, A.; Anzardo, A.(2005). *Hacia el Límite Apical*. Lima: Ed. Univ. San Martín de Porres.

Macchi, R. L. (2007). *Materiales Dentales*. 4ª Edición. Argentina: Panamericana.

Machnick, T.K, Torabinejad, M., Muñoz, C.A., Shabahang,S.(2003). Effect of MTAD on Flexural Strength and Modulus of Elasticity of Dentin. *Journal of Endodontics*, 29(11),747-50.

Miyal, K., Ebihara, A., Hayashi, Y.(2006). Influence of Phase Transformation on the Torsional and Bending Properties of Nickel Titanium Rotary Endodontics Instruments. *International Endodontic Journal*, 39, 119.

Mota, D., Affonso, J.F., Randi, C.C., Figueireido de Almedia, G.P., Peres, S.R., Zaia, A.A.(2009). Structural Analysis of Bovine Root Dentin After Use of Different Endodontics Auxiliary Chemical Substances. *Journal of Endodontics*, 35(7), 1023-27.

Ormiga, F., Aboud, L. R. y Gomes, J. A. (2015). Electrochemical-Induced Dissolution of Nickel–Titanium Endodontic Instruments With Different Designs. *International Endodontic Journal*, 48(4), 342–350.

- Ormiga,F., daCunha Ponciano, J.A., de Araújo, M. C., y Barbosa, A.O.(2011). An Initial Investigation of the Electrochemical Dissolution of Fragments of Nickel Titanium Endodontic Files. *International Endodontic Journal*, 37(4), 526-530.
- Otsuka, K., Ren, X., (2005). Physical Metallurgy of Ti- Ni Based Shape Memory Allows. *Progress in Material Science*, 50(5), 511-678.
- Peters, O., BarbaKow, F., (2002). Dinamyc Torque and Apical Forces of Profile.04 Rotary Instruments During Preparations of Curved Canals. *International Endodontic Journal*, 35, 379.
- Roanne, J., Sabala, C, Duncanson, M., (1985). The “Balanced Force” Concept por Instrumentation of Curved Canals. *International Endodontic Journal*,11, 203.
- Rubinstein, R., Kim,S. (2002). Long-Term Follow-Up of Cases Considered Healing 1 Year After Apical Microsurgery. *Journal of Endodontics*, 28, 378.
- Schrader, C., Ackerman, M., Barbakow, F. (1999). Step-By-Step Description of a Rotary Rood Canal Preparation Technique. *International Endodontic Journal*, 32: 312.
- Sattapan, B., Nervo, G., Palamara, J., Messer,H., (2000). Defects in Rotary Nickel Titanium Files After Clinical Use. *Journal of Endodontics*, 26, 161.
- Siqueira, J.F., Machado, A.G., Silveira, R.M., Lopes, H.P., de Uzeda, M.(1997). Evaluation of the Effectiveness of Sodium Hypochlorite used with Three Irrigation Methes in the Elimination Of Enterococcus Faecalis from the Root Canal in Vitro. *International Endodontic Journal*, 30, 279-32.
- Sirtes, G., Waltimo, T., Shaetzle, M., Zehnder, M.(2005). The Effect of Temperature on Sodium Hypochlorite Short-Term Stability, Pulp Dissolution and Antimicrobioal Efficacy. *Journal of Endodontics*. 31, 669-71.

- Soares, I., Goldberg,F.,(2012). *Endodoncia Técnica y Fundamentos*. 2ª Edición. Buenos Aires: Panamericana.
- Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., Hassapalo, M.(2010). Tissue Dissolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature, Agitation, and Surfactan. *Journal of Endodontics*, 36(9), 1558-62.
- Thomson, S., Dummer, P. (2000). Shaping Ability of Hero 642 Rotary Nickel- Titanium Instruments in Simulated Root Canals: Part 2. *Journal of Endodontics*, 33, 55.
- Ullman, C., Peters,O., (2005). Effect of Cyclic Fatigue on Static Fracture Loads in ProTaper Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 31, 183.
- Vera, J., Benavides, M., Moreno,E., Romero, M. (2012) Conceptos y Técnicas Actuales en la Irrigación Endodóntica. *Endodoncia*, 30(1), 31-44.
- Vertucci, F.J.(1984). Root Canal Anatomy of the Human Permanent Teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 58, 589
- White, J.D., Lacefield, W.R., Eleazer, P.D.(2002).The Effect of Three Commonly Used Endodontic Materials on the Strength and Hardness of Root Dentin. *Journal of Endodontics*, 28(12), 828-30.
- Wong,D. T.S., Cheung, G.S.P.(2014). Extension of Bactericidal Effect of Sodium Hypochlorite Into Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*, 40, 825-29.
- Zehnder, M.(2006). Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-98.
- Zhang K., Kim Y.K., Cadenaro M., Pashley D., Sidow S.J., Loushine R.J., Ling J., Tay F.R. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *Journal of Endodontics*. 2010; 36: p. 105–109.

IX. Anexos

Anexo I

Fichas de Recolección de datos

Ficha A

Fragmentos de Limas NiTi X2	Peso inicial	Peso a los 7min	Peso a los 15min	Peso a los 21min
1	3,0578	2,954	2,543	2,101
2	3,1021	2,912	2,612	2,314
3	3,4061	3,035	2,934	2,483
4	3,041	2,911	2,623	2,031
5	3,1339	2,823	2,722	2,145
6	3,0674	2,765	2,461	2,267
7	3,2366	2,986	2,628	2,232
8	3,2886	3,143	3,027	2,481
9	2,9952	2,593	2,399	2,072
10	2,8624	2,667	2,151	1,872
11	2,9028	2,883	2,393	2,102
12	2,9879	2,587	2,501	1,975
13	3,4426	3,352	2,975	2,627
14	3,002	2,934	2,632	2,004
15	3,1564	2,976	2,523	2,133

Ficha B

Fragmentos de Limas NiTi-gold Primary	Peso inicial	Peso a los 7min	Peso a los 15min	Peso a los 21min
1	3,2513	3,153	2,101	1,501
2	3,0736	2,773	1,985	1,052
3	3,4522	3,332	2,152	1,654
4	3,2734	3,112	2,173	1,342
5	3,0614	2,785	1,853	1,061
6	2,7892	2,616	1,392	1,021
7	3,1623	2,953	2,004	1,153
8	3,1733	3,102	1,874	1,175
9	2,9648	2,553	1,732	1,153
10	3,0778	2,942	1,832	1,145
11	2,9351	2,584	1,635	1,231
12	2,7781	2,636	1,671	1,002
13	3,2604	3,047	2,153	1,321
14	3,2076	3,138	2,112	1,287
15	2,5865	2,286	1,256	0,875

Anexo II

Figuras.

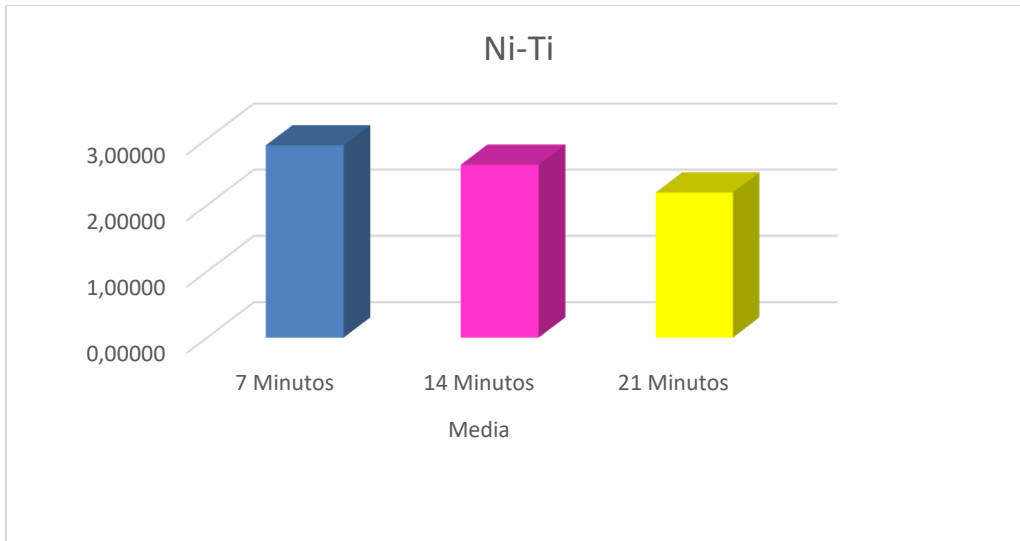


Figura 1. Disolución de los fragmentos de limas NiTi a los 7min, 14min y 21min, se observa que la disolución de los fragmentos en el tiempo es progresiva.

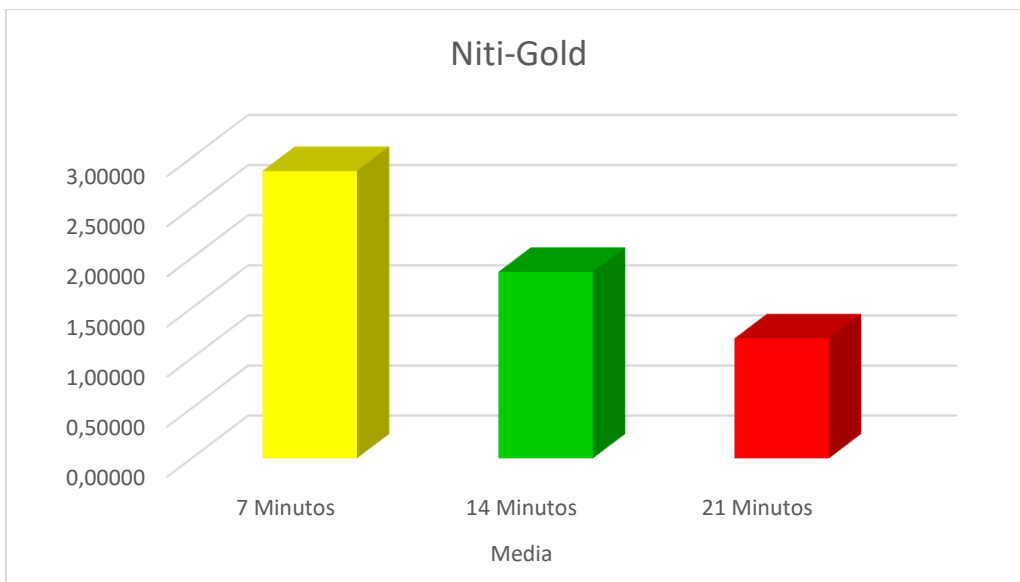


Figura 2. Disolución de los fragmentos de limas NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min, se observa que la disolución de los fragmentos en el tiempo es progresiva.

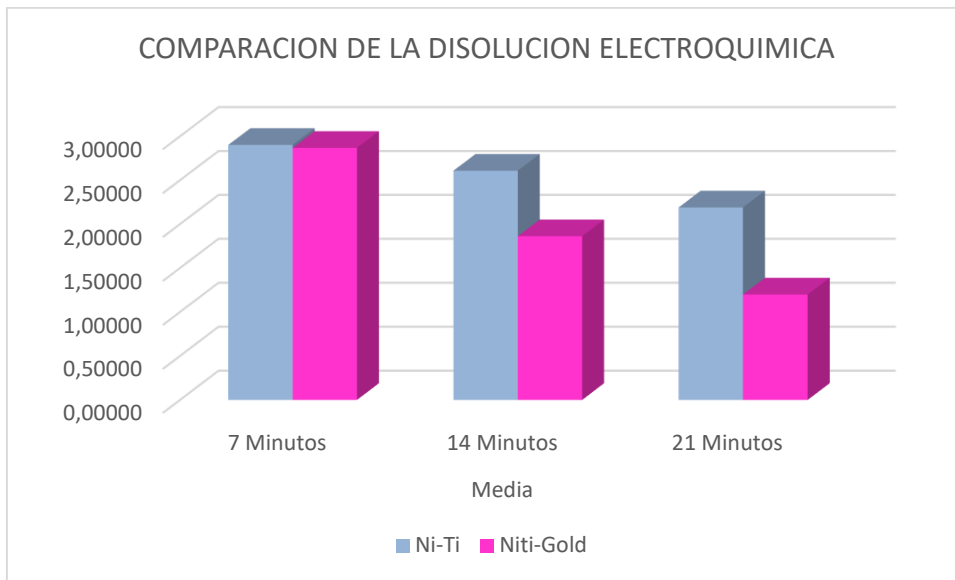


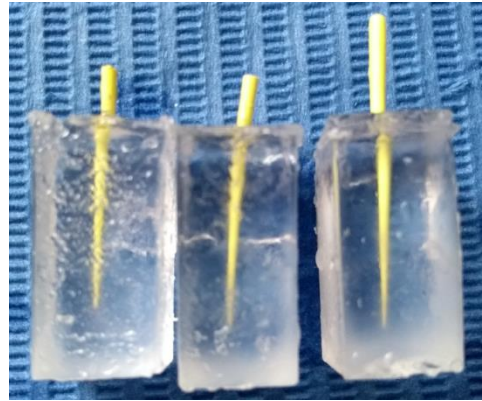
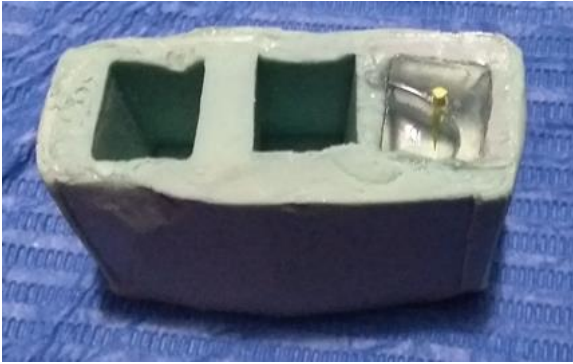
Figura 3. Comparación de la disolución de los fragmentos de limas NiTi y NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.

Anexo III

Validación de Instrumentos, Juicio de Expertos.

Anexo IV

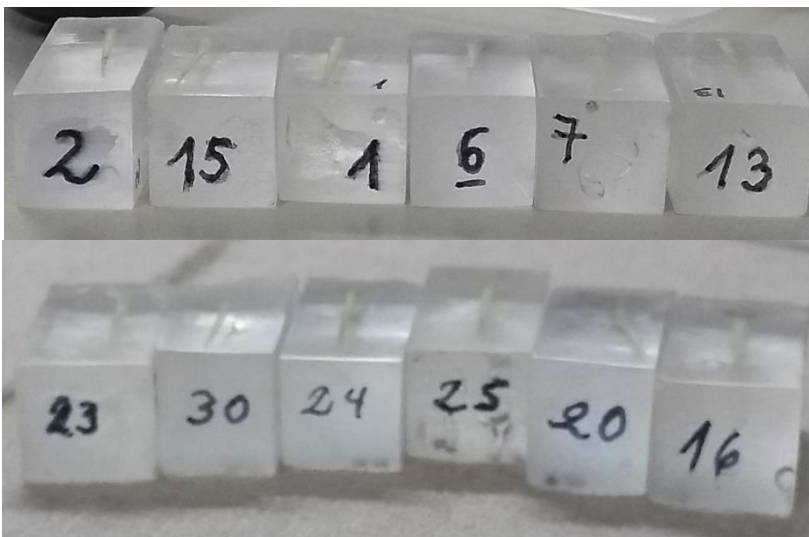
Fotografías.



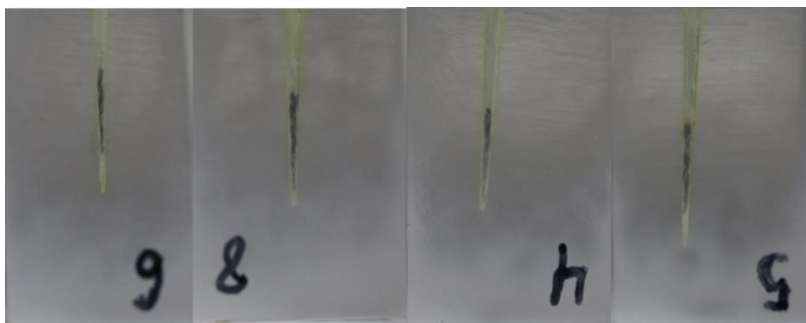
Fabricación de los cubos



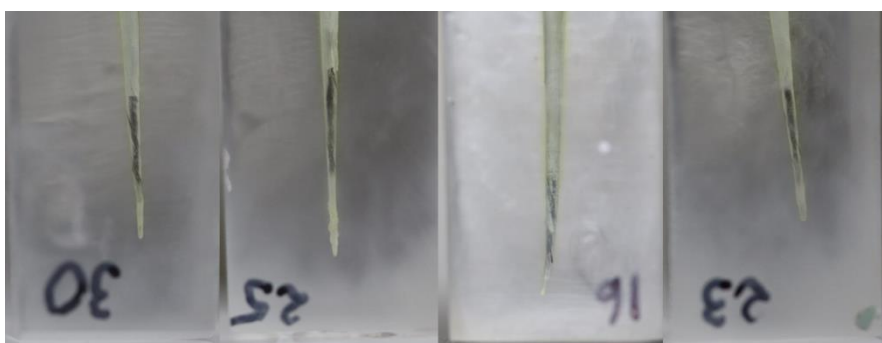
Muestras sin enumerar



Enumerado de muestras



Muestras de los fragmentos NiTi



Muestras de los fragmentos NiTi-Gold



Bipotensiostato GAMRY REFERENCE 3000



Pesaje de las muestras en Balanza de Precisión

AnexoV

MATRIZ DE CONSISTENCIA**DISOLUCION ELECTROQUIMICA DE FRAGMENTOS DE LIMAS ENDODONCICAS DE NIQUEL TITANIO Y NIQUEL TITANIO GOLD 2019**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACION	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Existirá disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-Gold?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Se producirá disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi?</p> <p>¿Se producirá disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi-Gold?</p> <p>¿Cuál de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-Gold presenta mayor disolución electroquímica?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-Gold.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Evaluar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas de NiTi a los 7min, 14min y 21min.</p> <p>Evaluar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas de NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.</p> <p>Comparar la disolución electroquímica de los fragmentos de limas de Niti y NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-Gold presentarán disolución electroquímica.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodóncicas de NiTi será progresiva en el tiempo.</p> <p>La disolución electroquímica de los fragmentos de las limas endodóncicas de NiTi-Gold será progresiva en el tiempo.</p> <p>La disolución electroquímica de los fragmentos que las limas endodóncicas de NiTi será mayor que las limas de NiTi-Gold a los 7min, 14min y 21min.</p>	<p>Teórica:</p> <p>El trabajo permitirá investigar aspectos teóricos referentes a la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas de NiTi y NiTi-gold lo que permitirá el mejor manejo del tratamiento endodóncico.</p> <p>Práctica:</p> <p>El trabajo permitirá optimizar el retiro de los fragmentos de limas endodóncicas, permitiendo el mínimo desgaste de las paredes de los conductos radiculares.</p> <p>Metodológica:</p> <p>El trabajo permitirá utilizar instrumentos de evaluación de la efectividad de la disolución electroquímica de los fragmentos de limas endodóncicas dentro del conducto radicular.</p>	<p>VI:</p> <p>DISOLUCION ELECTROQUIMICA</p> <p>SE OBSERVA LA DISMINUCIÓN DEL PESO EN mg</p> <p>VD:</p> <p>FRAGMENTOS DE LIMAS NITI</p> <p>FRAGMENTOS DE LIMAS NITI-GOLD</p>	<p>TIPO DE ESTUDIO:</p> <p>Cuantitativo Prospectivo</p> <p>DISEÑO DE ESTUDIO:</p> <p>Experimental</p> <p>In vitro</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Está compuesta por 30 fragmentos de Limas endodóncicas.</p> <p>MUESTRA</p> <p>Está constituida por el 100% de la población, dividida en dos grupos:</p> <p>Grupo A 15 fragmentos de limas NiTi</p> <p>Grupo B 15 fragmentos de limas NiTi-gold</p> <p>MUESTREO</p> <p>No probabilístico</p> <p>METODO</p> <p>Análisis cuantitativo de datos</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.</p> <p>Ficha de recolección de datos</p>