



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS.

MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS.

ÁREA DE REHABILITACIÓN BUCAL.

## TÍTULO.

**Variabilidad en la determinación de la longitud de trabajo entre dos localizadores apicales, Root ZX y Mini Zybron Endo.**

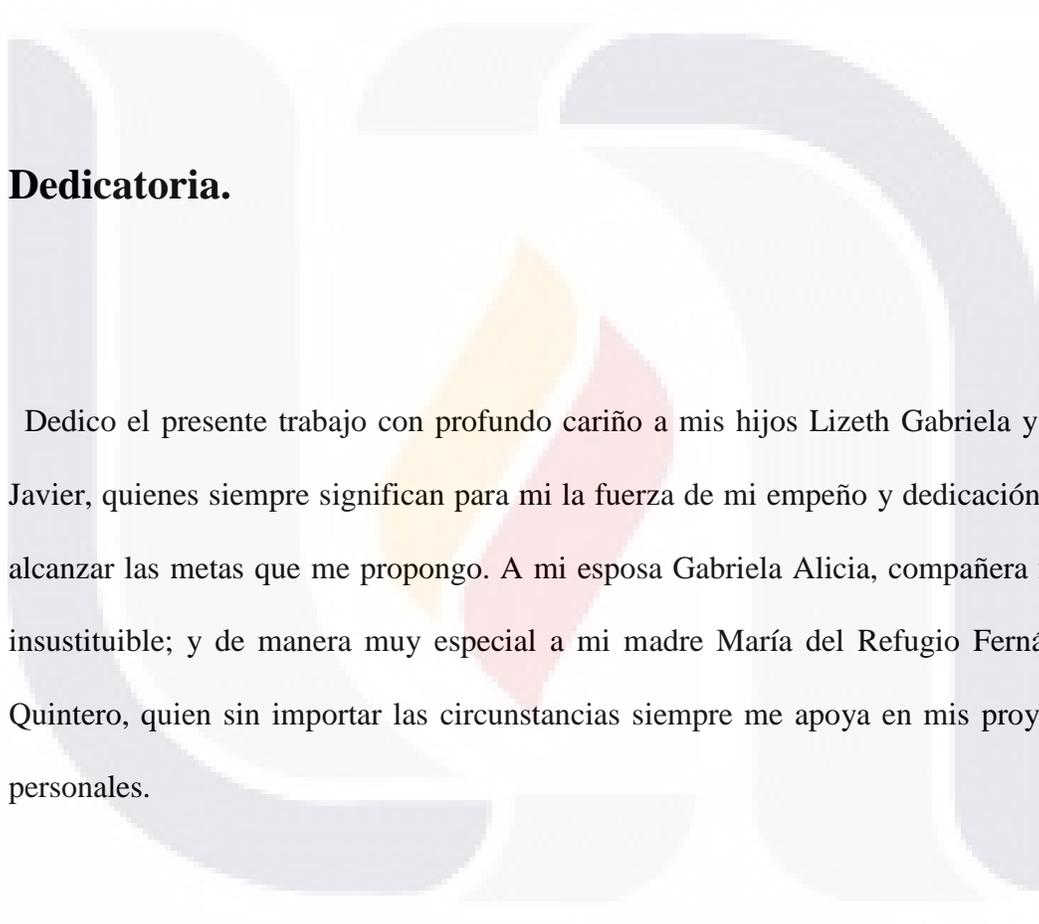
Tesis que para obtener el grado de maestría presenta:

JAVIER VEGA FERNÁNDEZ.

TUTOR: MCO. PAULA ROCÍO SÁNCHEZ ROBLES.

CO-TUTOR: DR. RAMÓN VEGA RODRÍGUEZ.

Aguascalientes, Ags; a 09 de Diciembre de 2008.



**Dedicatoria.**

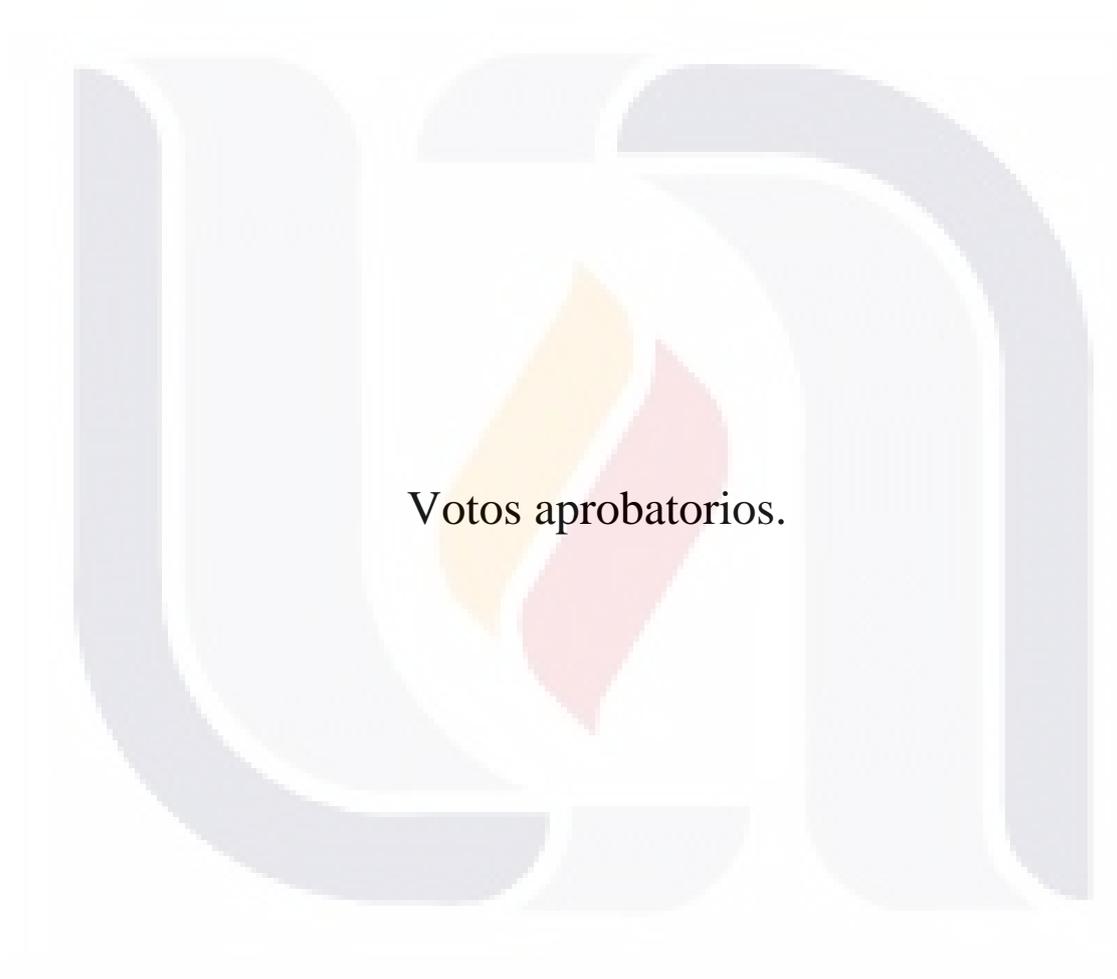
Dedico el presente trabajo con profundo cariño a mis hijos Lizeth Gabriela y Luis Javier, quienes siempre significan para mi la fuerza de mi empeño y dedicación para alcanzar las metas que me propongo. A mi esposa Gabriela Alicia, compañera fiel e insustituible; y de manera muy especial a mi madre María del Refugio Fernández Quintero, quien sin importar las circunstancias siempre me apoya en mis proyectos personales.

## **Agradecimientos.**

Agradezco infinitamente por el apoyo brindado para que este proyecto llegara a feliz término al M en C. Rafael Urzúa Macías, rector de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, pues sin su ayuda me hubiera sido imposible concretar esta etapa de mi preparación profesional.

También deseo expresar mi gratitud al Dr. Armando Santacruz Torres, Decano del Centro de Ciencias Biomédicas, quien ha manifestado especial interés en impulsar los cursos de posgrado en el área de Ciencias de la Salud, buscando siempre la excelencia del nivel académico de esta Institución.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE AGUASCALIENTES

**DR. JAVIER VEGA FERNÁNDEZ**  
**PASANTE DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**  
**AREA REHABILITACIÓN BUCAL**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente se le informa que una vez que su trabajo de tesis titulado:

**"VARIABILIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO ENTRE DOS LOCALIZADORES APICALES, ROOT ZX Y MINI ZYBRON ENDO"**

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de Maestría en Ciencias Biomédicas.

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"SE LUMEN PROFERRE"**

**Aguascalientes, Ags. 10 de Diciembre 2008.**

**DR. ARMANDO SANTACRUZ TORRES**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**

ccp, C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez/ Jefe de Departamento de Control Escolar  
ccp, MCO, Paula Raola Sánchez Rojas / tutor de trabajo de tesis.  
ccp, Archivo.

**CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE AGUASCALIENTES**



**DR. ARMANDO SANTACRUZ TORRES**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente le comunico que ha sido evaluado el trabajo de tesis titulado:

*"VARIABILIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO ENTRE DOS LOCALIZADORES APICALES, ROOT ZX Y MINI ZYBRON ENDO."*

Que presenta el pasante Javier Vega Fernández, para obtener el grado de Maestría en Ciencias Biomédicas Área Rehabilitación Bucal, se informa que el trabajo cumple con los requisitos solicitados por lo que por parte del consejo académico no existe inconveniente para continuar con los trámites de titulación.

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"SE LUMEN PROFERRE"**  
Aguascalientes, Ags. 10 de Diciembre 2008.



**MCO. JAIME BERNAL ESCALANTE**  
**SECRETARIO TÉCNICO DEL CONSEJO ACADÉMICO**  
**DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**

ccp. Dr. Javier Vega Fernández / Pasante de la Maestría en Ciencias Biomédicas  
ccp. MCO. Paula Rocio Sánchez Robles / Tutor de Trabajo de Tesis  
ccp. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**DR. ARMANDO SANTACRUZ TORRES  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS  
PRESENTE**

Por medio de la presente le informo que con fundamento en el artículo 105-G, Fracción VII del Reglamento General de Docencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, hago constar que el trabajo de tesis denominado:

*"Variabilidad en la determinación de la longitud de trabajo entre dos localizadores apicales, Root ZX y Mini Zybron Endo".*

*Desarrollado por el Dr. Javier Vega Fernández, pasante de la Maestría en Ciencias Biomédicas, área Rehabilitación Bucal cumple satisfactoriamente con los requisitos vigentes por lo que cuenta con mi consentimiento para que sea presentado y defendido en el examen de grado.*

**ATENTAMENTE  
" SE LUMEN PROFERRE"  
Aguascalientes, Ags. 9 de Diciembre 2008.**

**MCO. PAULA ROCÍO SANCHEZ ROBLES  
TUTOR ACADÉMICO**

ccp. Dr. Javier Vega Fernández / Pasante de la Maestría en Ciencias Biomédicas área Rehabilitación Bucal  
ccp. Archivo.

## Resumen.

El determinar la longitud de trabajo de manera correcta en un tratamiento de conductos radiculares es de vital importancia para asegurar la calidad del tratamiento y dar un buen pronóstico al diente tratado, ya que ello garantiza la limpieza del canal hasta un punto anatómico (la constricción apical) donde se facilitará la cicatrización del muñón pulpar apical y se evitará la intrusión al conducto por parte de bacterias, plasma y sangre.

En la actualidad aún no se determina un método 100 % exacto para encontrar la constricción apical, y por ende la longitud de trabajo adecuada para cada diente que será sometido a un tratamiento de conductos. El presente trabajo es un estudio comparativo que determinó la eficiencia de dos de los localizadores electrónicos de ápice disponibles en el mercado, el Miniapex de Zybron, y el Root ZX.

Se sometió a prueba la eficacia de ambos aparatos en la localización del ápice radicular en una muestra de 60 dientes multiradicales, anclados en alginato irreversible simulando al periodonto y estando los conductos en condiciones de humedad.

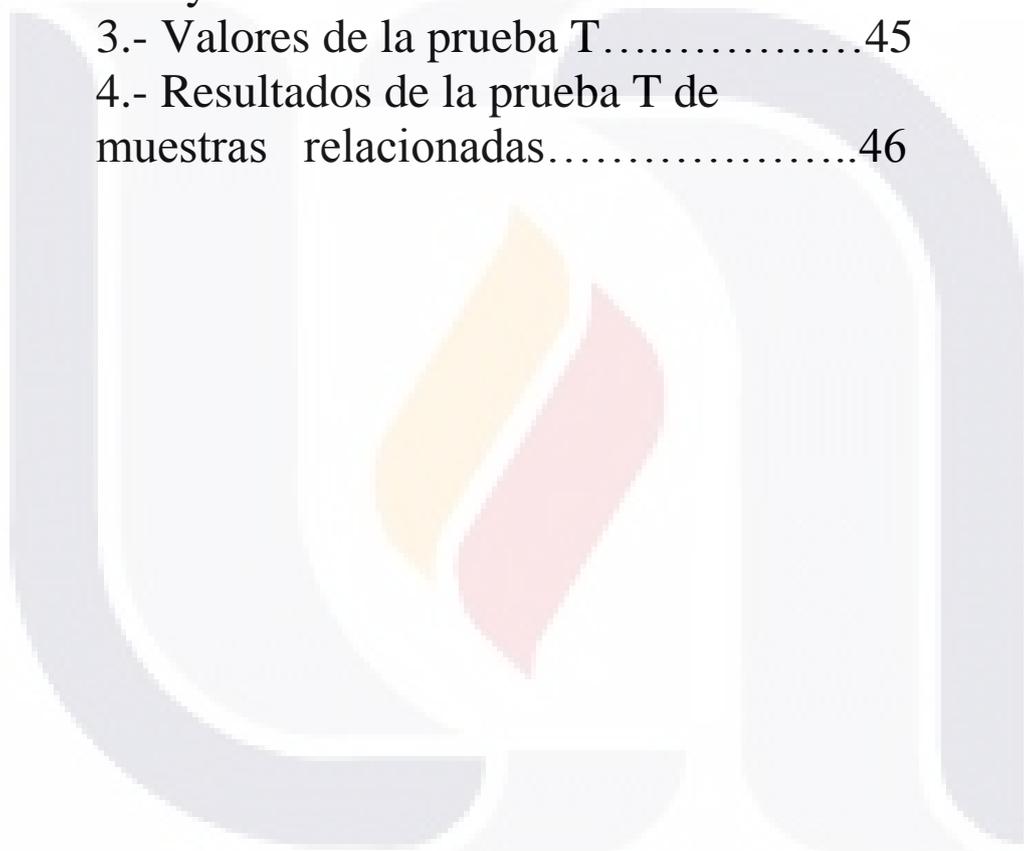
## Índice.

	Pág.
Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	4
Marco teórico.....	6
Métodos para la determinación de La longitud de trabajo.....	13
Indicaciones y contraindicaciones en el empleo de los localizadores electrónicos de ápice.....	18
Clasificación de los localizadores Electrónicos de ápice.....	21
Hipótesis.....	36
Materiales y métodos.....	36
Criterios de selección.....	36
Definición conceptual y operacional de variables.....	37
Plan de trabajo.....	39
Resultados.....	42
Discusión.....	47
Conclusión.....	49
Bibliografías.....	51
Anexos.....	54

Índice de cuadros.

Pág.

1.- Valores de la media, desviación típica y varianza de los tres métodos.....	42
2.- Diferencias del Root Zx y el Mini Zybron Endo.....	43
3.- Valores de la prueba T.....	45
4.- Resultados de la prueba T de muestras relacionadas.....	46



## Introducción.

El tratamiento de conductos radiculares desde que apareció por vez primera en el año de 1776, hasta el día de hoy sigue siendo la mejor alternativa que tiene el clínico para que un paciente afectado por alguna patología pulpar conserve el órgano dentario por mayor tiempo en la boca, evitando así su extracción. Esta modalidad de tratamiento dental se ha transformado con el paso del tiempo, pues con el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías se busca alcanzar la calidad necesaria que garantice el éxito del tratamiento; en este sentido hoy se sabe que un tratamiento de conductos confiable es aquél que limpia, conforma y sella el conducto radicular hasta la unión cemento-dentina-conducto (UCDC) que en la mayoría de los dientes se encuentra de 0.5 a 1.0 mm del ápice anatómico. Buscando la exactitud en la ubicación de éste punto se han desarrollado diversas técnicas y medios tecnológicos. Una técnica novedosa es el empleo de localizadores electrónicos de ápice, estos aparatos son capaces de detectar la UCDC lo que facilita el procedimiento clínico, limita la exposición a los rayos X y ahorra mucho tiempo durante el transoperatorio.

En el mercado han aparecido diversos modelos de localizadores electrónicos, mejorando con cada nuevo modelo la efectividad de su labor, el presente trabajo evalúa la eficacia de dos modelos, el Root ZX, mencionado en la literatura como un aparato con una confiabilidad que va del 84 al 89.7 %. El otro localizador electrónico de ápices es el Miniapex de Zybron, el cual, debido a su reciente aparición en el mercado no tiene aún reportado algún estudio de confiabilidad en la literatura, este último según explica el fabricante es sumamente confiable pues es capaz de localizar la UCDC bajo cualquier tipo de fluido que esté presente en el conducto radicular en el momento de la medición de la longitud del conducto radicular.

## Planteamiento del problema.

Las enfermedades bucodentales constituyen un problema de salud pública, entre otras razones por su alta prevalencia e incidencia en la población y porque impactan notablemente en la tasa de uso de los servicios sanitarios y el costo de la atención en salud.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud las enfermedades que mayor incidencia en estomatología presentan son la caries dental y las periodontopatías. La caries dental afecta al 90 % de la población mexicana, ocasionando ausentismo laboral y escolar.

Menos del 5% de individuos se ven libres del ataque de la caries dentaria, lo cual indica que posiblemente se trata de la enfermedad predominante de la humanidad. No es extraño, que el primer ataque carioso se produzca poco después de la erupción de los primeros órganos dentarios primarios (1).

Según datos del IMSS México es considerado un país con una frecuencia elevada de enfermedades bucales, entre ellas, la caries que afecta a 80 % de los niños y 90 % de los adultos, las periodontopatías afectan a 60 % de la población mexicana.

El índice CPO-D es uno de los indicadores de la caries dental más usado y reconocido internacionalmente desde que Klein, Palmer y Knutson lo emplearon por vez primera en 1935 en Maryland, Estados Unidos de América; y es útil para expresar tanto la caries dental presente como pasada en la dentición permanente, sin tomar en cuenta a los terceros molares.

Estadísticamente, la predominancia de caries dental, suele expresarse mediante este índice, es decir la suma del número de dientes permanentes con lesiones cariosas (c), el número de dientes extraídos y de extracción indicada (p = perdidos) y el número de dientes con restauración (o = obturados). Así, este indicador es importante para estimar que tan

afectada por la caries dental se encuentra una determinada población, su valor constituye un promedio que se calcula de la siguiente forma:

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Índice CPO-D= Total de dientes cariadados, obturados y perdidos en la población examinada/ Total de persona examinadas.

Al ser la caries dental la principal causa por la que una pulpa sufre invasión bacteriana, y como resultado de esto, el diente afectado necesitará de un tratamiento de conductos radiculares si se desea que permanezca funcionando en la boca, en este sentido el índice CPO-D también es útil para estimar las necesidades actuales y futuras que tiene una población de tratamientos endodónticos.

En México, los individuos de 20 años de edad, presentan un promedio de casi 15 dientes atacados por caries dental (15 % de índice CPO). De tales dientes, solo se han restaurado 6, mientras que un promedio de 5 órganos dentarios habían sido extraídos.

Lo que nos indica que al menos 5 órganos dentales por individuo necesitaron un tratamiento de conductos, y que posiblemente 6 dientes más lo necesitarán en el futuro, esto indica la gran necesidad que tiene la población mexicana de los tratamientos de Endodoncia. (2)

Una vez que se ha establecido la exigencia de los tratamientos de Endodoncia en la población mexicana, se puede decir al respecto que el tratamiento de conductos siempre deberá tener la calidad necesaria que garantice su éxito, pues ante el fracaso de la conductoterapia el paciente enfrenta sentimientos de frustración, pérdida de tiempo y dinero (retratamientos), incapacidades físicas y laborales, y por último la pérdida del diente afectado. En el tratamiento del conducto radicular establecer una correcta longitud de trabajo para alcanzar la correcta limpieza y conformación de la zona apical es de vital importancia para asegurar la permanencia del órgano dentario en la boca a largo plazo.

A la fecha no se ha establecido un método 100 % confiable para la localización del ápice radicular, que es de vital importancia en la determinación de la longitud de trabajo en un tratamiento de conductos,

uno de los recursos más modernos con que cuenta el odontólogo para medir el conducto radicular y establecer su longitud de trabajo es el empleo de los localizadores electrónicos de ápice, el presente estudio comparativo tratará de determinar que tan confiables son dos de ellos, el Mini Sybron Endo y el Root Zx.

## Justificación.

La epidemiología de la enfermedades pulpares es un indicador que nos señala la gran demanda que existe del tratamiento de conductos radiculares.

Un objetivo primario y de gran importancia de la terapia endodóntica no quirúrgica es la de limpiar y conformar el sistema de conductos radiculares hasta un punto llamado unión cemento dentina conducto (UCDC). Este punto anatómico de referencia se ubica en el diámetro menor del conducto y representa la transición entre la pulpa dental y el tejido periodontal. Al instrumentar y obturar al conducto en el diámetro menor, el contacto entre el material de obturación y los tejidos apicales es mínimo, por lo que se aseguran condiciones de cicatrización óptimas para el muñón pulpar.

Estudios microscópicos estiman que la distancia del diámetro menor de conducto al foramen externo o diámetro mayor es de 0.5 mm a 1.0 mm. Una longitud de trabajo que sobrepase este punto resultará en una instrumentación más allá del ápice radicular lo que ocasionará una sobreobturación, dolor postoperatorio y el fracaso del tratamiento a largo plazo. Por otro lado el instrumentar el conducto radicular hasta antes de este punto se considera un tratamiento deficiente, al no limpiar y eliminar por completo los restos pulpares, toxinas y detritos intraconducto lo que también causará el fracaso del tratamiento.

Hasta el día de hoy no se ha determinado un método 100 % exacto para la medición de la longitud del conducto radicular, por lo que es de vital importancia determinar cual es el método más confiable.

Otros estudios, que se han basado en evidencias anatómicas han determinado que la distancia entre el forámen apical y la constricción apical varía grandemente. Si se usara una distancia predeterminada basada en valores promedios reflejará difícilmente la anatomía real y particular en cada caso.

Despreciando la limitada información que nos dan las radiografías intraorales, el día de hoy este método permanece con aceptación y es comúnmente empleado en la determinación de la longitud de trabajo (3).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para este fin han aparecido en el mercado odontológico diversos aparatos que miden esta longitud bajo medios electrónicos, se conocen como localizadores apicales electrónicos, de los cuales los más modernos y mejorados son los de tercera y cuarta generación, estos nos permiten ubicar la constricción apical del conducto radicular sin importar el contenido del conducto que esté presente.

Recientemente ha aparecido en el mercado odontológico un nuevo aparato que promete ser más exacto y capaz de trabajar en condiciones en los que los de tercera generación pueden dar lecturas erróneas, este aparato se llama Sybron Endo-Mini-Computerizad Apex Locator. El presente trabajo trata de demostrar la mayor eficacia en la localización electrónica del ápice radicular de este aparato con respecto al Root ZX.

De los resultados y conclusiones obtenidos a partir de este estudio, los endodoncistas y odontólogos en general tendrán más información para determinar correctamente la longitud de trabajo empleando dos de los medios electrónicos disponibles, lo que se traducirá en tratamientos endodónticos de mayor calidad y beneficio para los pacientes.

## Marco teórico.

La literatura que habla sobre la epidemiología del tratamiento endodóntico está dispersa. Los hallazgos epidemiológicos sobre la frecuencia y la distribución de los dientes tratados endodónticamente pueden reflejar actitudes hacia el tratamiento, así como su necesidad y demanda en cualquier población dada. La información de la proporción de los tratamientos endodónticos sobre todos los servicios odontológicos es variada. Bader y Kaplan reportaron que de todos los servicios dentales otorgados, los tratamientos endodónticos tuvieron un porcentaje del 3 % del total. De manera similar, Manski y col. También reportaron un 3 % de tratamientos endodónticos del total de servicios odontológicos otorgados en los Estados Unidos en un análisis del año 1987. Un estudio similar de Richardson y McIntyre observaron que la terapia endodóntica fue requerida en un 13 % de los reclutas de la Real Fuerza Aérea, significando un 10 % de todos los procedimientos dentales.

En un estudio de cohortes llevado a cabo por Michael J. Boykin y col. llamado “Florida Dental Care Study” empleando una muestra representativa de 873 adultos dentados que visitaron la clínica por lo menos una o dos veces en los primeros dos años del estudio se encontró que el porcentaje de pacientes atendidos (77 %), fue similar al porcentaje del 75 % del grupo comparado de los pacientes del Nacional Health Interview Survey (NHIS). Por lo que se concluyó que los determinantes sociodemográficos para el cuidado dental reciente en la muestra del estudio Florida Dental Care Study y la muestra del NHIS fueron los mismos.

Este estudio reveló que un total de 88 (13 %) participantes fueron sometidos a algún tipo de tratamiento endodóntico. En el periodo de seguimiento de este estudio; un porcentaje del 2 % correspondió a la terapia endodóntica sobre los demás procedimientos odontológicos.

La terapia del conducto radicular convencional correspondió al 94 % de todos los procedimientos endodónticos. El retratamiento endodóntico y la apicectomía constituyeron el 6 % de los servicios endodónticos.

Las dos causas más comunes de consulta dental donde un procedimiento endodóntico estuvo involucrado fueron la odontalgia y la infección (40 % y 30 %) respectivamente. (4)

Se realizó un estudio epidemiológico descriptivo longitudinal en 919 pacientes ingresados en servicios básicos con indicación de tratamiento pulporadicular en la Clínica Estomatológica Docente Provincial de Camaguey “Ismael Clark y Mascaró”, desde Enero de 2003 a Diciembre de 2004 con el objetivo de abordar los aspectos epidemiológicos de los tratamientos pulporadiculares. Se analizaron la edad, el sexo, la realización de tratamiento pulporadicular, el grupo dentario afectado, los diagnósticos clínicos, las causas de las lesiones, el número de tratamientos concluidos y la pertenencia o no al área de salud. Se diseñó un registro con las variables estudiadas y se puso a consideración de todos los profesionales del centro. De la muestra 476 fueron del sexo femenino y 443 del sexo masculino; la mayor cantidad de tratamientos pulporadiculares fueron indicados en pacientes de 21 a 40 años, el grupo dentario más afectado fue el de los incisivos en un 40.2 %. Las causas que más incidieron fueron las bacterianas (55.2 %) con predominio del diagnóstico clínico de enfermedades pulpares irreversibles en un 62.4 %.

De los pacientes ingresados en servicios básicos durante la investigación, la cuarta parte necesitó tratamiento pulporadicular.

Las bacterianas y traumáticas fueron las principales causas de lesión pulpar o periapical en los pacientes con indicación de tratamiento endodóntico; predominó la primera en más de la mitad de los pacientes. El principal diagnóstico clínico lo constituyeron las enfermedades pulpares irreversibles, se tuvo en cuenta que más de la mitad de los pacientes estaban afectados por las mismas. (5)

De lo anterior se deduce la gran necesidad que existe de la terapia endodóntica, la cual por ser una disciplina odontológica que permite la conservación de aquellos dientes que a pesar de estar afectados en su paquete vasculonervioso, tienen todavía un periodonto sano y con una adecuada conductoterapia pueden seguir funcionando en el aparato estomatognático.

Un adecuado tratamiento de conductos se basa en la aplicación correcta de los principios de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares y estos se consiguen durante la preparación químico-mecánica de este espacio, etapa en la cual los instrumentos endodónticos son ayudados por productos químicos, haciendo posible limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular y de esa forma tornar viables las condiciones para que pueda obturarse. (6).

El principal reto en esta fase es establecer la longitud de trabajo, la cual es definida como la distancia entre un punto de referencia ubicado en coronal hasta el punto en que la preparación y obturación debe terminar, punto de la unión del cemento, dentina y conducto, conocido como la UCDC. Si no se determina una apropiada longitud de trabajo, el conducto no puede ser limpiado, preparado y obturado apropiadamente. Además si los instrumentos y los materiales de obturación sobrepasan el espacio del conducto radicular puede producirse una respuesta inflamatoria, y cuando ocurre una subobturación o sobreobturación el pronóstico es indeterminado.

Hasta el día de hoy no se ha determinado un método 100 % exacto para la medición de la longitud del conducto radicular, por lo que es de vital importancia determinar cual es el método más confiable.

La constricción apical (unión cemento-dentina) ha sido considerada por mucho tiempo como el límite para la preparación y obturación. Esta, es en teoría la parte más estrecha del conducto y la zona donde la pulpa termina y el periodonto inicia. Ricucci estableció instrumentar hasta la constricción apical, porque erosionar fuera de esta unión puede retardar la cicatrización o producir resultados adversos en la terapia endodóntica. Materiales o medicamentos extruidos más allá de la constricción pueden ocasionar inflamación y una reacción de cuerpo extraño. Ricucci y Langeland mostraron que la instrumentación y la obturación en la constricción apical dan el mejor pronóstico.

Un pobre pronóstico se observó cuando el material de obturación se extendió más allá de la constricción apical. Una revisión de la literatura hecha por Wu y cols. concuerdan con los hallazgos mas importantes de Ricucci y Langeland. Sin embargo, es importante notar que la constricción apical no siempre se identifica fácilmente (7).

Ha existido desacuerdo sobre donde terminar la instrumentación y la obturación del conducto radicular. Kuttler creyó que ésta debería llegar hasta la constricción apical, siempre y cuando ésta exista. Seltzer y cols. encontraron que se daba una reacción mas suave de los tejidos cuando se instrumentaba corto al ápice, en comparación que cuando se instrumentaba pasando el ápice. En un estudio subsecuente Seltzer y cols. encontraron que la reparación óptima de los tejidos se daba cuando los conductos se instrumentaban y se obturaban cortos al ápice; y que el material que era forzado a pasar a los tejidos periapicales causaba una respuesta inflamatoria crónica. Green,Weine, Frank y Stein abogaron por la obturación corta del ápice (0.5-2.0 mm). Ellos basaron sus argumentos en los análisis microscópicos de Kuttler, o en sus propios estudios.

Walton, Torabinejad y Weine también están de acuerdo con la obturación corta del ápice radiográfico, con la consideración adicional de que, en la presencia de resorción de hueso y/o tejido radicular, la preparación y la obturación deberían ser algo más cortas. Alternativamente, Schilder defendió el proceso de debridamiento y obturación al nivel del ápice radiográfico, el que a veces resulta con material que se extruye hacia los tejidos periradiculares. Dada la variación de opiniones sobre donde terminar la preparación y obturación del conducto radicular, se hizo un estudio de meta análisis de la literatura para aclarar este punto.

Michelle A. schaffer y cols. Hicieron un análisis de la literatura que buscaba correlacionar el nivel de la obturación radicular con el grado de éxito del tratamiento endodóntico a dos años de seguimiento como mínimo, estos autores encontraron que después de revisar estudios hechos por 4 diferentes grupos de investigación (Harty y cols. 1970, Kerekes y cols. 1979, Matsumoto y cols; y Kerekes y cols. 1978) invariablemente el mejor porcentaje de éxito del tratamiento endodóntico se alcanzó al confinar el material de obturación dentro del espacio del conducto radicular y a una distancia de 0-1 mm del ápice. En todos los grupos de investigación se estudió el porcentaje de éxito obturando a tres niveles diferentes con respecto al ápice radicular. El total de dientes estudiados en las 4 investigaciones sumó un total de 2178 dientes.

Grupo.	Distancia de la obturación del ápice radicular.
A	0- 1 mm
B	Corta a mas de 1 mm pero no mayor de 3 mm
C	Pasando el ápice radiográfico

El porcentaje de éxito del grupo A fue un 28.9 % mejor que para el grupo C y un 5.9 % mejor que para el grupo B. Aunque en los diferentes estudios hubo inconsistencias en la información proporcionada como el tipo de medicación intracanal empleada, el tipo y concentración de irritantes usada y el tipo de material de obturación no fue el mismo, estos investigadores han aceptado su hipótesis como confirmada: esta es; el confinar los materiales de obturación dentro del espacio del conducto radicular, en verdad se correlaciona con un porcentaje alto de éxito endodóntico. Lo anterior se debe según los autores de este estudio de meta análisis a la relación de causa-efecto, donde la longitud de la obturación y el éxito se correlacionan. (8)

Algunos investigadores han encontrado cierta frecuencia de error en el tratamiento endodóntico, al establecer la longitud de trabajo basándose únicamente en los datos proporcionados por las radiografías, aún cuando la imagen radiográfica de la obturación radicular era aceptable. Bajo condiciones clínicas simuladas se estableció la longitud de trabajo mediante método radiográfico de 169 conductos radiculares de 91 dientes extraídos.

En todos los casos las medidas de la limas (trabajo) se ajustaron a la medición final de la longitud de trabajo, la que se ubicó de 0 a 2.0 mm del ápice radiográfico (trabajo), la cual fue comparada subsecuentemente con la referencia actual de longitud, la que representaba la distancia entre el forámen apical y el punto de referencia coronal. La instrumentación más allá del foramen apical ocurrió en el 51 % de casos de premolares (superiores e inferiores), y en el 22 % de casos de molares (superiores e inferiores). En dientes anteriores no hubo diferencias. Estos resultados sugieren que la ubicación radiográfica de la longitud de trabajo en premolares y molares terminando de 0 a 2.0 mm corta del ápice radiográfico produce casos de sobreinstrumentación no intencional con mayor frecuencia de la esperada.

En la práctica clínica una de las mayores dificultades es que la constricción apical no puede detectarse radiográficamente. Sin embargo, Olson y cols. establecieron que la localización del forámen apical puede detectarse con exactitud radiográficamente, la distancia de la constricción apical al foramen apical no puede medirse, particularmente cuando éste último tiene una dirección oral o facial.

La longitud de trabajo en endodoncia se define como la longitud exacta entre el foramen apical de cada conducto y un punto ubicado en la corona del diente en tratamiento.

En cuanto al punto de referencia apical la primera investigación extensa fue realizada por Kuttler en 1955, quien reportó varios hallazgos incluyendo la desviación del centro del foramen del vértex con la edad y la subsecuente deposición de cemento. El diámetro menor se encontró usualmente en dentina; concluyó que el conducto debe ser obturado hasta 0.5 mm del foramen ya que esta es la distancia promedio a la cual se ubica coronal al foramen. Otros autores confirmaron estos resultados encontrando que la desviación promedio del foramen apical al ápice anatómico es de 0.59 mm. Otros han reportado distancias promedio de 0.8 mm., 0.99 mm., y 0.86 mm. probablemente porque los dientes presentan diferentes configuraciones anatómicas.

La anatomía apical es muy variable lo que hace la determinación de la longitud de trabajo todo un reto. Los conductos varían de una constricción apical ideal, a una constricción apical leve o a la no presencia de constricción. (9)

La constricción apical ha sido examinada por varios autores. Kuttler, Mizutani y cols. mostraron irregularidades en la forma de la unión cementodentinaria, estas formas han sido descritas como oval, forma acintada o redonda. Drummer y cols. han mostrado que la constricción apical es también irregular en cuanto a la dirección longitudinal también. 25 % de las constricciones apicales en dientes evaluados por Wu tuvieron una forma oval alargada. De hecho, estos datos demuestran que la unión cemento-dentina en los dientes nunca fue completamente redonda, pero si con una tendencia a ser ovalada. La mayoría (51 -78 %) de los dientes examinados por Mizutani y cols. no tuvieron una constricción apical redonda. Así, la literatura nos confirma que la constricción apical no es uniformemente redonda, pero si generalmente oval o irregular (7).

Frecuentemente los conductos pueden terminar a varios milímetros del ápice radiográfico. Esta variabilidad en la anatomía apical de los conductos radiculares ha sido estudiada y ha sido categorizada en cinco tipos de constricciones:

- 1) Constricción típica.
- 2) Constricción ahusada con la porción más estrecha cerca del ápice.

- 3) Varias constricciones.
- 4) Constricción seguida de un conducto estrecho y paralelo.
- 5) Completo bloqueo del conducto por dentina secundaria.

Desafortunadamente no se ha desarrollado un método que sea capaz de localizar con exactitud la unión cemento dentina o el foramen apical. El ápice anatómico puede o no coincidir con el foramen apical. En la mayoría de los casos (50-98 %) de todas las raíces, el foramen se desvía del foramen mayor, siendo la distancia entre el ápice anatómico y el foramen de 0.5 – 1.0 mm (4).

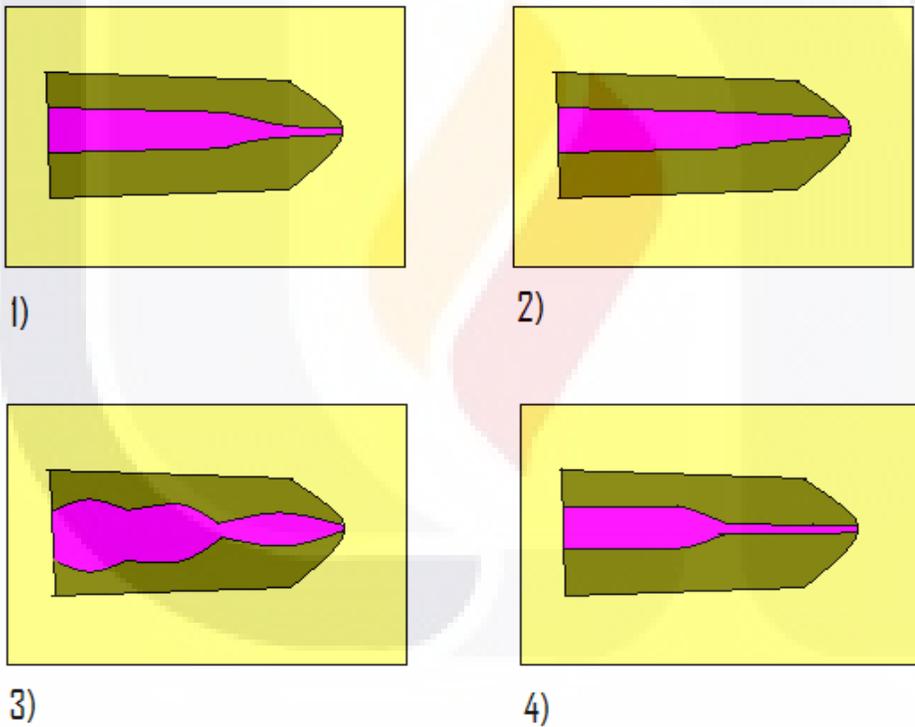


Fig. 1. Distintos tipos de anatomía apical.

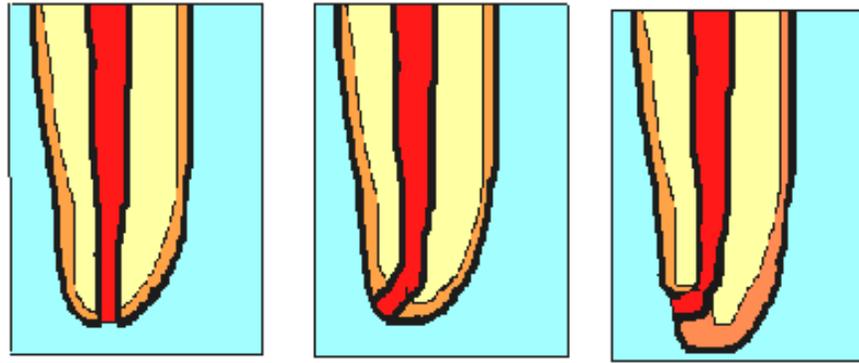


Fig. 2. Distintas anatomías del foramen radicular.

Métodos para la determinación de la longitud de trabajo.

Radiografía.

La radiografía es la ayuda diagnóstica mas usada en Endodoncia, se utiliza de rutina para verificar la longitud de trabajo, y brindar información veraz de la localización del ápice radiográfico.

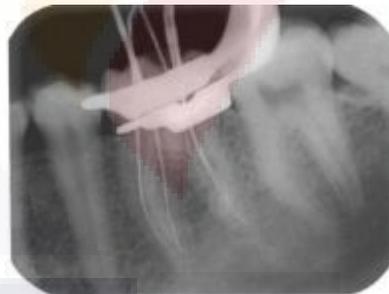


Fig. 3. Radiografía periapical que muestra cuatro limas endodónticas introducidas en los conductos radiculares de un primer molar inferior en un esfuerzo por establecer la longitud de trabajo para cada conducto.

Cuando las radiografías son usadas para determinar la longitud de trabajo, la calidad de la imagen es importante para una adecuada interpretación. Las técnicas de paralelismo han demostrado ser tan superiores como las técnicas de ángulo de bisectriz, en la interpretación de la determinación de la longitud de trabajo y en la reproducción de la anatomía apical (imagen superior). Las radiografías son

usualmente mal interpretadas por la dificultad de distinguir entre la anatomía radicular normal y las patologías (10).

La mayor limitación de las radiografías es que sólo se observan dos dimensiones faltando la tercer dimensión vestibulo lingual. Esta no se observa en una sola radiografía y para ello se debe recurrir a diferentes técnicas de angulación en la proyección, tanto horizontal como vertical, además para lograr la calidad radiográfica se requiere de una precisa colocación y angulación del tubo de rayos X, por lo que a mayor número de exposiciones radiográficas, es también mayor la cantidad de radiación que recibe el paciente, lo que es una desventaja de éste método (11). Las radiografías convencionales son más comúnmente utilizadas para determinar la longitud de trabajo en la terapia endodóntica. Dichas radiografías proveen una gran claridad y calidad de detalle para visualizar la punta de la lima en relación con el ápice radiográfico, sin embargo, estudios realizados en 877 órganos dentarios por Burch y Hulen demostraron que había una distancia promedio de 0.59 mm desde el ápice anatómico a la UCDC. Bone y Moule encontraron que en 85 % de los primeros molares superiores y en el 71 % de los segundos molares superiores la curvatura del conducto palatino se inclinaba hacia bucal. Los resultados de un estudio realizado por Kim-Park y cols. sugirió que debido a las frecuentes curvaturas bucales de los conductos palatinos la determinación de la longitud de trabajo por parte del clínico basada solamente en la interpretación radiográfica carecía de certeza (12).

Método de Ingle (de los cálculos matemáticos).

1. Medir el diente en la radiografía preoperatorio.
2. Restar un margen de seguridad mínimo de 1 mm. por la posible distorsión o amplificación de la imagen.
3. Fijar la reglilla endodóntica a este nivel de trabajo tentativo y ajustar el tope sobre el instrumento a ese nivel.
4. Colocar el instrumento dentro del conducto hasta que el tope se encuentre en el punto de referencia a que se presente dolor, caso en el cual se deja el instrumento a ese nivel y se vuelve a ajustar el tope hasta este nuevo punto de referencia.
5. Tomar una radiografía periapical.
6. Sobre la radiografía, medir la diferencia entre el extremo del instrumento y el extremo de la raíz. Agregar a esto la longitud original medida con el

instrumento dentro del diente. Si debido a algún descuido el instrumento explorador ha pasado del ápice, restar esa diferencia.

7. De esta longitud ajustada del diente restar 1 mm. para coincidir con la terminación apical del conducto radicular antes de la unión del cemento con la dentina.

8. Fijar la regla endodóntica a este nuevo nivel, corrigiendo y ajustando de nuevo el tope sobre el instrumento explorador.

9. Debido a la posibilidad de distorsión radiográfica, raíces muy curvas y error del operador, es conveniente tomar otra radiografía para confirmar la longitud ajustada.

10. Cuando la longitud del diente haya sido confirmada con precisión, volver a fijar la regla endodóntica a esta medida.

11. Registrar esta longitud de trabajo así como el punto de referencia del esmalte y el número de lima empleada, en la historia clínica del paciente.

12. Aunque se haya determinado y confirmado con precisión la longitud final de trabajo, ésta puede acortarse al ensanchar conductos curvos.

Se recomienda que la longitud del diente en un conducto curvo sea reconfirmada después de haber realizado la instrumentación (13).

#### Radiografía digital.

Desde la introducción de la radiografía digital por Trophy en 1987, su empleo en Endodoncia ha aumentado debido a que produce imágenes instantáneas durante la determinación de la longitud de trabajo. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor después de una exposición de más o menos 50 % después de la exposición de radiación requerida por una radiografía convencional. La imagen puede ser almacenada, mejorada y guardada en la historia del paciente. Su principal ventaja sobre las radiografías convencionales es la rapidez en la adquisición de la imagen, la reducción en la irradiación del paciente, la posibilidad de editar la imagen y su calidad y detalle es similar a la conseguida con la radiografía convencional (10).



Fig. 4 Aparato de radiografía digital.

#### Determinación de la longitud de trabajo por medios electrónicos.

Evolución de los localizadores de ápice. Estos dispositivos tratan de localizar la constricción apical, la unión cementodentinaria o el agujero apical. No tienen la capacidad de localizar sistemáticamente el ápice radiográfico. En 1918, Custer fue el primero en comunicar el empleo de corriente eléctrica para determinar la longitud de trabajo. La base científica de los localizadores apicales se originó con las investigaciones de Suzuki en 1942. Su investigación in vivo en perros utilizando corriente directa descubrió que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal tenía un valor constante de 6.5 kilohms (39 a 41 mA). En 1960, Gordon fue el segundo en notificar el uso de un dispositivo clínico para la medición eléctrica de los conductos radiculares. Sunada, en 1962 adoptó el principio comunicado por Suzuki y fue el primero en describir el detalle de un dispositivo clínico simple para medir la longitud de trabajo en los pacientes. Este autor usó un ohmetro de corriente directa simple para medir una resistencia constante de 6.5 kilohms entre la mucosa oral y el periodonto fueran cuales fueran el tamaño o la forma de los dientes. El dispositivo empleado por Sunada en su investigación se convirtió en la base para la mayor parte de los localizadores apicales (14).

Huang, más tarde, en 1987, sugirió que la acción de los localizadores electrónicos de ápice no dependía de la resistencia de los tejidos biológicos, sino más bien de la física de la electricidad. El inconveniente de esta generación de aparatos era que los conductos tenían que estar secos, por tanto prácticamente limpios y, como se deduce, parcialmente instrumentados, por lo que se les consideró inexactos. Estos aparatos fueron llamados localizadores apicales de primera generación, uno de los más utilizados en los años 70's y 80's fue el Sono-explorer (Union Broach, New York, NY) (15).

Inoue contribuyó de manera importante a la evolución de los localizadores apicales en Estados Unidos con sus informes sobre el Sono-Explorer. En años recientes se han comunicado diversos avances y modificaciones en el diseño electrónico de los localizadores apicales.

Todos los localizadores apicales emplean el cuerpo humano para cerrar un circuito eléctrico. Un lado del circuito del localizador apical se conecta a un instrumento endodóntico. El otro se conecta al cuerpo del paciente, sea mediante un contacto con el labio de éste o por un electrodo sostenido en la mano del enfermo. Estos aparatos unidos a una lima endodóntica, están capacitados para detectar el punto en que la lima abandona el conducto radicular y tiene contacto con el ligamento periodontal. La pantalla en el localizador apical indica que se ha llegado a la zona apical.

Se ha puesto en tela de juicio la explicación simple y comunmente aceptada para el fenómeno eléctrico. Hay pruebas de que los dispositivos electrónicos miden principalmente la impedancia del electrodo de sondeo (impedancia de contacto con el líquido de los tejidos) más que la impedancia del tejido mismo. Huang informó que el principio de medición electrónica del conducto radicular puede explicarse con los principios físicos de la electricidad por sí mismos y estableció que cuando el extremo de la lima pasa a través de la constricción apical, las propiedades físicas del foramen producen un gradiente de resistencia eléctrica (16).

Una crítica que se ha hecho a la mayoría de los fabricantes de localizadores electrónicos del ápice radicular es que no definen la naturaleza exacta de los aparatos o explican como es su funcionamiento electrónico (17).

Para estimar la certeza con que los localizadores electrónicos de ápice trabajan, se pueden hacer estudios in Vitro sobre dientes extraídos en los que se simulan las condiciones clínicas. El periodonto es simulado al sumergir el órgano dentario en un gel conductivo, en este caso puede ser agar al 2 % o bien alginato. En ambos casos se

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cuenta con cierto tiempo para realizar las mediciones electrónicas de la longitud del conducto, para evitar trabajar sobre un medio deshidratado (alginato), se estima un promedio de tiempo de dos horas. Un electrodo del localizador se conecta con una lima endodóntica que se introduce en el conducto, mientras que el otro se sumerge en el alginato. Los datos obtenidos de la forma anterior son comparados con la medición directa al introducir una lima de endodoncia al conducto radicular y al observarse el extremo del instrumento en el foramen anatómico se retrocede 0.5 mm., se mide esta longitud y se toma como longitud de trabajo actual (LA)(16)(18).

#### Indicaciones.

Los localizadores apicales pueden ser utilizados de rutina en casos donde la porción apical del sistema de conductos radiculares está obstruida por dientes impactados, torus, el proceso malar, el arco cigomático, cuando existe densidad del hueso excesiva o aún en patrones del hueso medular y cortical normal. En estos casos pueden proveer información que la radiografía no puede suministrar. También pueden ser utilizados en pacientes embarazadas para reducir la exposición de radiación, en niños que no toleren la toma de radiografías, y en pacientes discapacitados o pacientes sedados. Así mismo, si un paciente no tolera el posicionamiento de la radiografía por reflejo de náusea puede ser una herramienta útil, y por último en pacientes con enfermedades como parkinson los cuales no tienen la capacidad de mantener la radiografía en su sitio (9).

Otras aplicaciones de los localizadores apicales. Sunada sugirió la posibilidad de utilizar los localizadores apicales para detectar perforaciones de raíz. Mas tarde se comunicó que los localizadores apicales electrónicos (electronic apex locators, EAL) podían determinar con precisión el sitio de las perforaciones del piso radicular o pulpar. El método también ayudó al diagnóstico de resorción externa que había invadido el espacio de la pulpa dental o la resorción interna que había perforado hacia la superficie radicular externa.

En un estudio in vitro para poner a prueba la exactitud del Root ZX en la detección de perforaciones radiculares en comparación con otros tipos de localizadores apicales, se comunicó que todos los localizadores apicales examinados eran aceptables para detectar perforaciones radiculares. No se encontró significancia

estadística entre las perforaciones grandes y pequeñas. También pueden detectarse fracturas radiculares horizontales o verticales y perforaciones de poste. En este último caso el portalima del localizador apical electrónico se conecta a una lima grande la cual establece entonces contacto con la parte superior del poste. El Root ZX emitirá un solo zumbido sostenido, y comenzará a parpadear la palabra “APEX”.

Una investigación in vivo evaluó la utilidad de un localizador apical en el tratamiento endodóntico de dientes con formación radicular incompleta que requerían apexificación. Se informó que en todos los casos el localizador electrónico quedaba a 2 0 3 mm de distancia del ápice radiográfico al principio del tratamiento de apexificación. Cuando el cierre apical estaba completo, el localizador apical tenía una exactitud del 100 %.

En casos de dientes inmaduros con ápices abiertos un estudio comunicó que los localizadores apicales eran inexactos.

En otro estudio in Vitro se evaluó la exactitud del Root Zx para determinar la longitud de trabajo en dientes primarios. Se compararon las determinaciones electrónicas con la mediciones de las longitudes de trabajo anatómicas directas y obtenidas mediante radiografías. Se informó que las determinaciones electrónicas eran similares a las mediciones anatómicas directas (-0.5 mm). Las mediciones radiográficas eran más largas (0.4 a 0.7 mm) que las determinaciones electrónicas.

Los localizadores apicales son de gran utilidad para tratar a los pacientes intrahospitalarios y ambulatorios. Representan una herramienta importante en el tratamiento endodóntico en el quirófano. También reducen el número de radiografías.

#### Contraindicaciones:

No se recomienda su empleo en conductos no permeables (calcificados o con material de obturación), y en fracturas radiculares (19). Los fabricantes contraindican el empleo de los localizadores electrónicos de ápice en pacientes con marcapasos, ya que la estimulación eléctrica del paciente interfiere con la función del dispositivo. En este sentido, en una investigación realizada por Brian L. Wilson y cols. en 27 pacientes que tenían implantados marcapasos o desfibriladores de implantación reciente, no encontraron datos que sugirieran que los localizadores electrónicos de ápice causaran alguna malfunción o avería en estos aparatos. (20)

La ausencia de patencia y la acumulación de tejido necrótico en los conductos han sido reportados también como impedimentos para el establecimiento exacto de la longitud de trabajo entonces puede ser de ayuda instrumentar el conducto antes de usar el localizador.

Carneiro y cols. Observaron una diferencia de error de 0.04 en los ensanchados en coronal frente a un 0.4 de los no ensanchados (18).

Smadi L. comparó la exactitud de la medición de la longitud de trabajo, empleando en un grupo de personas un localizador de ápice, el Tri Auto ZX (J. Morita Co., Kyoto, Japón), acompañado del empleo de radiografías, y en un segundo grupo, sólo se usaron radiografías para la medición (AGFA, Dentus M2, Heraeus, Kulzer, Germany). Se examinaron un total de 66 pacientes con 151 conductos que fueron tratados en el departamento de endodoncia, del hospital universitario de Jordania. En este estudio no se encontraron diferencias significativas entre un método y otro, por lo que los investigadores concluyeron que el empleo correcto sólo del localizador de ápice evita el uso de películas radiográficas para la determinación de la longitud de trabajo, y esto es muy útil en pacientes que no deben ser expuestos a la radiación en repetidas ocasiones, debido a causas médicas, mentales o por condiciones de la boca (21).

Cunba D'Asuncao y cols. compararon la exactitud para localizar el forámen apical del Root ZX, con otro localizador de ápice, el Novapex. 40 dientes humanos extraídos fueron usados, para lo cual las coronas de los dientes se accesaron y se prepararon la raíces en su porción coronal con fresas Gates Glidden. Los canales se irrigaron con Hipoclorito de sodio al 2.5 %. Las longitudes tomadas electrónicamente y la actual se tomaron por separado pero con igual instrumento, una lima tipo K. Los resultados arrojaron para el Root ZX una exactitud de 89.7 % y de 82.1 % para el Novapex con una tolerancia mínima de  $\pm 0.5$  mm. Los resultados no mostraron una diferencia significativa en exactitud, por lo que ambos aparatos se consideran exitosos en el objetivo de localizar al foramen (16).

## Clasificación de los localizadores apicales.

La clasificación de los localizadores apicales que aquí se presenta es una modificación de la presentada por McDonald. Esta se basa en el tipo de flujo de corriente y la oposición a él, así como el número de frecuencias implicadas.

Localizadores apicales de primera generación. Los dispositivos para la localización del vértice de primera generación, también conocidos como localizadores apicales de resistencia, miden la oposición del flujo de la corriente directa o resistencia. Cuando la punta del ensanchador llega al vértice en el conducto, el valor de resistencia es de 6.5 kilohms (corriente de 40 mA). Se comunicó que si bien el dispositivo original tenía algunos problemas, era más exacto en los conductos palatinos de dientes maxilares. En un principio, el Sono-Explorer (Satelec, Inc, Mount Laurel, N. J.) fue importado de Japón a Estados Unidos por Amadent .

Debido a las limitaciones que presentaron los de primera generación, en los años siguientes algunos estudios cuestionaron la posibilidad de obtener una localización exacta del ápice en presencia de electrolitos como el hipoclorito de sodio, exudado, tejido pulpar o excesiva hemorragia, apareciendo los localizadores de segunda generación o de tipo impedancia, el Endocator (Hygienic Corporation, Akron, OH) fue el primero en lograr estas condiciones.

En la actualidad, la mayor parte de los dispositivos para la localización del vértice de primera generación están fuera del mercado.

### Localizadores apicales de segunda generación.

En 1984 Yamashita propuso un método que calcula la diferencia entre dos potenciales del conducto radicular con fuentes de ondas de dos frecuencias, son los localizadores apicales de segunda generación también conocidos como localizadores apicales de impedancia, miden la oposición al flujo de la corriente alterna o impedancia.

Inoue desarrolló el Sono-Explorer: Uno de los primeros localizadores apicales de segunda generación, después irrumpieron otros, incluidos algunos que incorporaban una serie de mejorías en el Sono explorer.

Estos aparatos funcionan midiendo la impedancia que se genera cuando dos electrodos están en contacto con los tejidos del paciente, el primero en contacto con el labio y el segundo ubicado en la lima que se introduce en el canal radicular (22)

## Impedancia

La impedancia eléctrica mide la oposición de un circuito o de un componente eléctrico al paso de una corriente eléctrica alterna. El concepto de impedancia generaliza la ley de Ohm en el estudio de circuitos en corriente alterna (AC).

El término impedancia fue inventado por [Oliver Heaviside](#) en julio 1886.

En los circuitos de corriente alterna hay tres elementos principales: el resistor, el capacitor y el inductor. El resistor resulta afectado en la misma forma por la corriente alterna que en los circuitos de corriente continua, y la corriente está determinada por la ley del Ohm. El capacitor regula y controla el flujo de carga en un circuito de corriente alterna; su oposición al flujo de electrones se conoce como reactancia capacitiva. El inductor está sujeto a una corriente autoinducida que añade una reactancia inductiva al circuito. El efecto combinado de los tres elementos en su oposición a la corriente eléctrica se llama impedancia.

### **Resistencia + reactancia.**

La resistencia es el valor de oposición al paso de la corriente (sea directa o alterna) que tiene el resistor o resistencia

La reactancia es el valor de la oposición al paso de la corriente alterna que tienen los condensadores (capacitores) y las bobinas (inductores).

En este caso existe la reactancia capacitiva debido a los condensadores y la reactancia inductiva debido a las bobinas.

La impedancia tiene unidades de Ohmios (Ohms). Y es la suma de una componente resistiva (debido a las resistencias) y una componente reactiva (debido a las bobinas y los condensadores).

Lo que sucede es que estos elementos (la bobina y el condensador) causan una oposición al paso de la corriente alterna (además de un desfase), pero idealmente

no causa ninguna disipación de potencia, como si lo hace la resistencia (La Ley de Joule).

En La bobina y las corrientes y el condensador y las corrientes se vio que hay un desfase entre las corrientes y los voltajes, que en el primer caso es atrasada y en el segundo caso es adelantada.

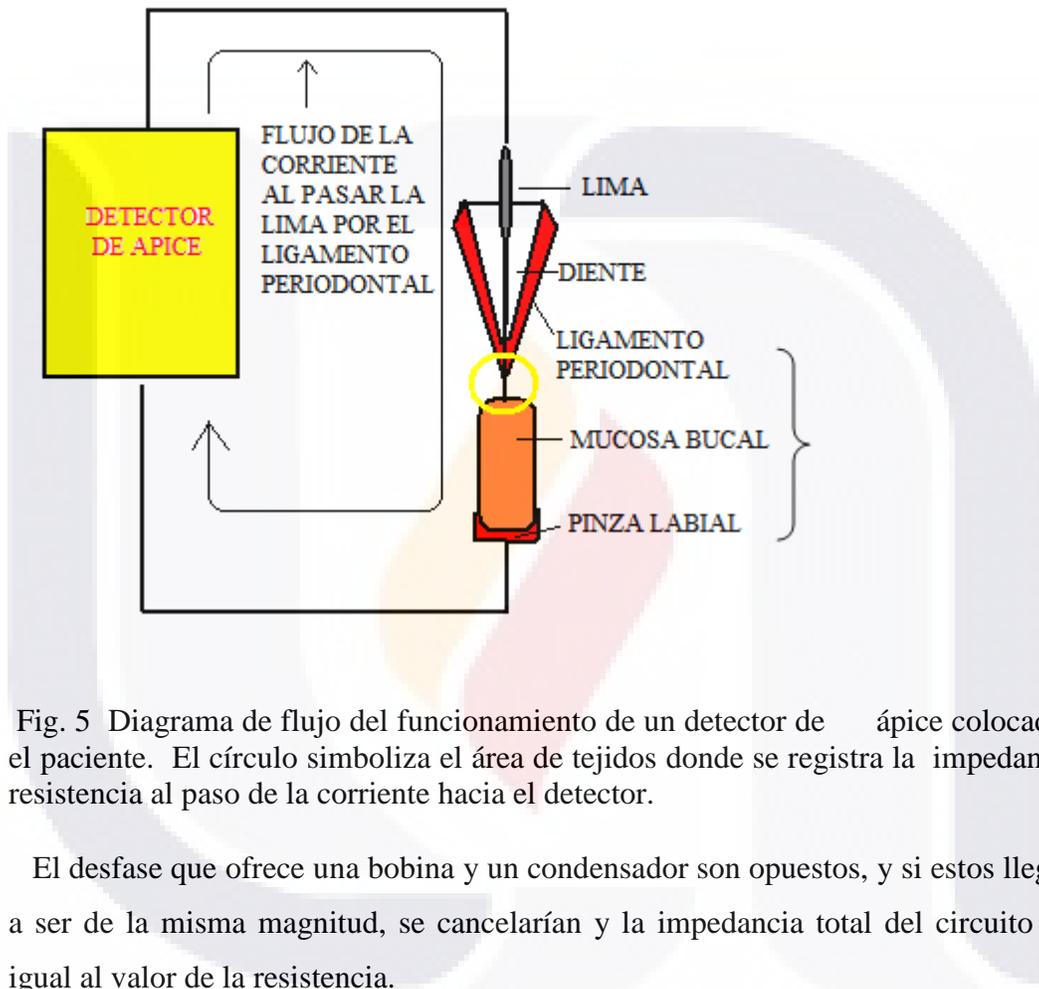


Fig. 5 Diagrama de flujo del funcionamiento de un detector de ápice colocado en el paciente. El círculo simboliza el área de tejidos donde se registra la impedancia o resistencia al paso de la corriente hacia el detector.

El desfase que ofrece una bobina y un condensador son opuestos, y si estos llegaran a ser de la misma magnitud, se cancelarían y la impedancia total del circuito sería igual al valor de la resistencia.

En los localizadores electrónicos de ápice este principio se aplica de la siguiente manera, mientras la lima se mueve dentro del conducto radicular se presenta la resistencia, que se hace cada vez mayor conforme se acerca al ápice, una vez que rebasa este punto anatómico, se cierra el circuito por igualación de potenciales, y el aparato nos señala que la lima endodóntica de exploración está fuera de la raíz dental. Los localizadores electrónicos de ápice se han diseñado para emitir una señal sonora o gráfica cuando se produce la mayor resistencia, es decir a 0.5 mm de distancia de la constricción apical, o bien, cuando el circuito ya se ha cerrado.

## Ohmio.

El ohmio es la unidad de resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades. Un ohmio es la dimensión que mide el valor de la resistencia eléctrica que presenta un conductor al paso de una corriente eléctrica de un amperio, cuando la diferencia de potencial entre sus extremos es de un voltio. Se representa con la letra griega  $\Omega$  (Omega). Su nombre se deriva del apellido del físico alemán Georg Simon Ohm autor de la Ley de Ohm. Se denomina corriente alterna (abreviada **CA** en español y **AC** en inglés) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal (figura 7), puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía.

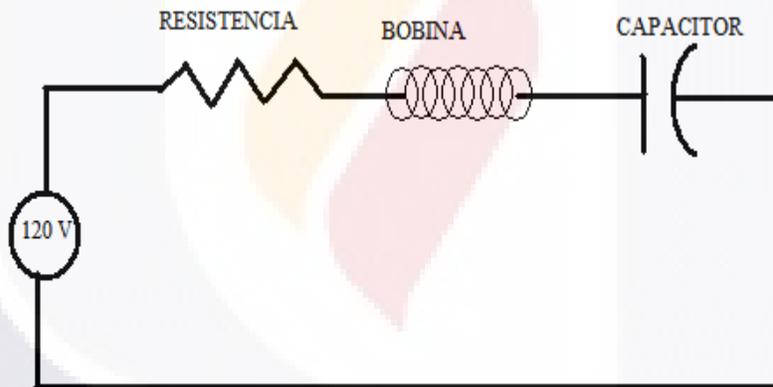


Fig 6. La inductancia en un circuito de corriente alterna esta compuesta por tres dispositivos que son una resistencia, un capacitor y una bobina.

Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda periódicas, tales como la triangular o la cuadrada. Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna. En estos usos, el fin más importante suele ser la transmisión y recuperación de la información codificada (o modulada) sobre la señal de la CA.

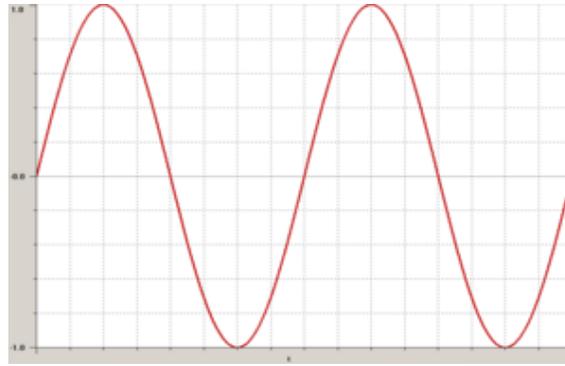


Fig. 7. Diagrama de onda senoidal.

### Diferencia de potencial

La diferencia de potencial entre dos puntos (1 y 2) de un campo eléctrico es igual al trabajo que realiza dicha unidad de carga positiva para transportarla desde el punto 1 al punto 2. Es independiente del camino recorrido por la carga (campo conservativo) y depende exclusivamente del potencial de los puntos 1 y 2 en el campo; se expresa por la fórmula:

$$V_1 - V_2 = E \times r$$

donde:

$V_1 - V_2$  es la diferencia de potencial, si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de corriente eléctrica. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (Ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.

$E$  es la Intensidad de campo en newton/columbio,

$r$  es la distancia en metros entre los puntos 1 y 2,

Igual que el potencial, en el Sistema Internacional de Unidades la diferencia de potencial se mide en voltios.

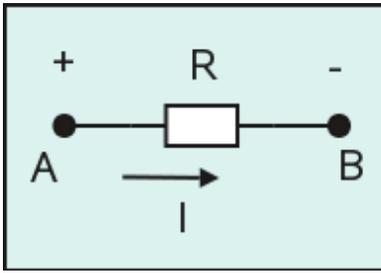


Fig. 8. Polaridad de una diferencia de potencial.

La diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito, también suele designarse como caída de tensión. Cuando por dichos puntos puede circular una corriente eléctrica, la polaridad de la caída de tensión viene determinada por la dirección convencional de la misma, esto es, del punto de mayor potencial al de menor. Por lo tanto, si por la resistencia R de la figura 1 circula una corriente de intensidad I, desde el punto A hacia el B, se producirá una caída de tensión en la misma con la polaridad indicada y se dice que el punto A es más positivo que el B.

Que dos puntos tengan igual potencial eléctrico no significa que tengan igual carga.  
(23)

La principal desventaja de los localizadores apicales de segunda generación es que el conducto radicular tiene que estar razonablemente libre de materiales electroconductores para obtener cifras exactas. La presencia de tejido y soluciones de irrigación electroconductoras en el conducto cambian las características eléctricas y lleva a mediciones inexactas, por lo general más cortas. Esto creó un dilema. ¿Debían limpiarse y secarse los conductos para medir la longitud de trabajo, o debía medirse la longitud de trabajo para limpiar y secar los conductos?

Hay otra cuestión: No todos los localizadores apicales incorporaron el mismo grado de refinamiento de circuitos electrónicos que ajusta su sensibilidad para compensar el medio intracanalicular o indica en su pantalla que debe cambiarse de un modo “húmedo” a uno “seco” o viceversa. Pilot y Pitts afirmaron que la solución de hipoclorito de sodio al 5.25 %, la solución de EDTA al 14.45 % y la solución salina normal son conductoras, en tanto que la RC Prep y el alcohol isopropílico no lo son.

El Apex Finder (localizador apical) (Sybron Endo/Analytic; Orange, California) tiene integrado un indicador digital visual LED y se calibra automáticamente. El Endo Analyzer (Analytic/Endo; Orange, California) es un localizador apical combinado y sirve para poner a prueba la pulpa. El Apex Finder se ha sometido a varios estudios in vivo. En comparación con las estimaciones radiográficas de la longitud de trabajo, un estudio ubicó la exactitud en 67 % ( $\pm 0.5$  mm del ápice radiográfico). En un estudio en el cual las determinaciones de la longitud de trabajo mediante Apex Finder se compararon con mediciones anatómicas directas de la longitud de trabajo, sólo 20 % de tales determinaciones “coincidieron”, en tanto que 53 % se quedaron cortas.

El Digipex (Mada Equipment Co., Carlstadt, Nueva Jersey) tiene un indicador visual de LED y un indicador de audio. En un estudio in vivo se comunicó una precisión del 55 % ( $\pm 0.5$  mm del agujero apical).

El Foramatron IV. (Parkell Dental, Farmingdale, Nueva York) tiene una luz de LED centelleante y una pantalla digital de LED y no requiere calibración. Dos estudios in vivo publicaron sobre este aparato. Las determinaciones electrónicas en un estudio se encontraron exactas ( $\pm 0.5$  mm del ápice radiográfico) en 65 % de los casos. En otro estudio, 32 % de los casos “coincidieron” con el ápice radiográfico y 36 % quedaron cortos, ninguno se excedió, Este dispositivo es pequeño, liviano y económico.

El localizador apical Pio (Denterails, Ltd., St. Louis Missouri) tiene una pantalla métrica análoga y un indicador de audio. Está provisto de un botón de ajuste para calibración (22).

Localizadores apicales de Tercera Generación. Estos aparatos tienen microprocesadores de mayor potencia capaces de procesar cálculos con cocientes matemáticos y algoritmos necesarios para dar lecturas precisas (17).

El principio en el cual se basan los localizadores apicales de tercera generación requiere de una introducción breve. En condiciones biológicas, el componente reactivo facilita el flujo de la corriente alterna, más para las frecuencias superiores que para las inferiores. Por tanto, un tejido a través del cual dos corrientes alternas de diferentes frecuencias fluyen, impedirá más la corriente de menor frecuencia que la

corriente de mayor frecuencia. El componente reactivo puede modificarse, por ejemplo, conforme cambia la posición de una lima en un conducto, cuando esto ocurre las impedancias que ofrece el circuito a corrientes de diferente frecuencia cambiarán entre sí. Este es el principio en el cual se basa la operación de los localizadores apicales de “tercera generación” (SM Weeks, comunicación personal, 1999).

Puesto que la impedancia de un determinado circuito puede ser influida sustancialmente por la frecuencia del flujo de corriente, a estos dispositivos se les ha llamado “dependientes de frecuencia” (SM Weeks, comunicación personal 1999). Dado que es la impedancia más no la frecuencia, lo que se mide con éste dispositivo, y puesto que las magnitudes relativas de las impedancias se convierten en formación “de longitud”, el término “impedancia comparativa” es más apropiado (SM Weeks, comunicación personal 1999).

Endex (Osada electric Company, Los Angeles California y Japón), el primer localizador apical de tercera generación, fue descrito por Yamoaka et al. En Europa y Asia, este dispositivo está disponible como el APIT . Este aparato es capaz de dar una medida exacta del conducto radicular aún si un electrolito fuerte está dentro del conducto, y debe ser calibrado varios milímetros del foramen apical en cada conducto radicular.

Utiliza una corriente alterna muy baja. Las señales de dos frecuencias (5 y 1 kHz) se aplican como una onda compuesta de ambas frecuencias. Cuando el ensanchador endodóntico adaptado entra en la parte coronal de un conducto, las diferencias en las impedancias de las dos frecuencias es pequeña. Conforme se avanza el instrumento en sentido apical la diferencia en los valores de las impedancias comienza a modificarse. Una vez que se llega a la constricción apical, los valores de la impedancia están en su máxima diferencia, y estas diferencias se indican en el medidor analógico y la alarma de audio. Esta diferencia de impedancia constituye la base del “método de diferencia” (también llamado método proporcional). La unidad debe entonces recalibrarse para cada conducto.

El dispositivo opera con más exactitud cuando el conducto se llena de electrolito (solución salina normal o hipoclorito de sodio). Es preciso retirar la gutapercha en los casos de tratamiento repetido antes de determinar de forma electrónica la longitud de trabajo con éste dispositivo. El fabricante señala que el tamaño del instrumento endodóntico no afecta la medición.

El Endex se ha sometido a varios estudios sobre su exactitud. En un estudio in Vitro se informó que el Endex era mejor que los dispositivos de segunda generación cuando había líquido conductor en los conductos y cuando se ensanchaba el agujero apical. Otros compararon in vitro la determinación electrónica de la longitud de trabajo con el Endex y la medición anatómica directa de dicha longitud, se ha reportado una precisión de 96.5 % (-0.5 a 0.0 mm de agujero apical). Algunos investigadores notificaron una exactitud de 85 % ( $\pm 0.5$  mm del agujero apical). Pratten y McDonald empleando dientes de cadáveres humanos compararon las determinaciones mediante Endex con cálculos radiográficos y con las determinaciones anatómicas directas de la longitud de trabajo. El Endex fue un poco más fiable que la técnica radiográfica: 81 % de las determinaciones con Endex estuvieron a -0.5 a 0.0 mm de la constricción apical en ese estudio.

En dos investigaciones in vivo se compararon las determinaciones mediante Endex con las estimaciones radiográficas de la longitud de trabajo. Uno de ellas notificó que 63 % de las determinaciones estaban entre -1.0 y 0.0 mm. Del ápice radiográfico, en tanto que en el otro se comunicó una precisión de 89.6 % ( $\pm 0.5$  mm de la constricción apical) en conductos húmedos. Se ha comunicado que Endex puede utilizarse para determinar la longitud de trabajo bajo diversas condiciones, como hemorragia, exudado e hipoclorito en los conductos, En cuatro estudios se informó sobre la comparación de las determinaciones mediante Endex con las mediciones anatómicas directas. En dos de tales estudios se informó una exactitud de 72 y de 93 % respectivamente ( $\pm 0.5$  mm del agujero apical). Un tercero notificó que cerca de 66 % de las determinaciones se encontraban entre -0.75 y 0.0 mm de la constricción apical y las determinaciones no eran afectadas por el estado pulpar. Los resultados de la cuarta investigación indicaron que las determinaciones coincidían con el agujero menor en 37 % de los conductos y se quedaban cortas en 47 % de ellos.

El localizador apical Neosono Ultima –Ez (Satelec Inc; Mount Laurel, Nueva Jersey) es un dispositivo de tercera generación que supera a la línea Sono-explorer de tercera generación. Para evitar las patentes japonesas de dos frecuencias de corriente alterna, Amadent desarrolló un dispositivo de múltiples frecuencias e implantó un microchip que elige dos de las múltiples frecuencias para proporcionar una cifra exacta en conductos húmedos o secos. Funciona mejor en presencia de hipoclorito e sodio. El Ultima Ez incorpora una gráfica del conducto radicular que muestra la posición de la lima lo mismo que una señal audible. La posibilidad de “calibrar” la

lectura digital en 0.5 o 1.0 mm permite también la medición de conductos ampliamente abiertos. El Ultima Ez incorpora además un probador de pulpa adaptado , denominado Co-pilot (Amadent; Cherry Hill, Nueva Jersey). Hasta la fecha el dental Advisor (Orden, UTA) ha tenido cinco consultores que utilizaron el dispositivo 26 veces y comunicaron que su fiabilidad era mejor en conductos húmedos que en secos. También afirmaron que era “rápido y fácil de utilizar”.

El Mark V Plus (Moyco/Union Broach, Millar Dental, Bethpage, Nueva Cork) tiene circuito y funcionamiento idéntico al Neosono Ultima-Ez. Hasta la fecha no se han publicado evaluaciones sobre este dispositivo.

El Justwo o Justy II (Toesco Toei Engineering Co./ Medidenta, Woodside, Nueva York y Japón) es otro localizador apical de tercera generación. El dispositivo utiliza frecuencias de 500 y 2 000 Hz en un “método de valor relativo”. Se obtienen dos potenciales eléctricos que corresponden a dos impedancias del conducto radicular. Estos dos potenciales se convierten en valores logarítmicos, y uno es sustraído del otro. El resultado activa el medidor. El fundamento del Justwo semeja al del Root ZX. El medidor analógico y el indicador de audio despliega la posición de la punta del instrumento dentro del conducto. La unidad determina la longitud de trabajo en presencia de electrólitos. Si bien, no se requiere calibración, se recomienda verificar ésta.

Existen dos estudios in Vitro sobre éste dispositivo . En uno, en el cual las longitudes electrónicas se compararon con la longitud de trabajo radiográfica, la distancia media desde el ápice radiográfico fue de  $0.98 \pm 0.44$  mm. En otro estudio, el dispositivo demostró una desviación promedio de  $0.04 \pm 0.05$  mm respecto de la medición anatómica directa de la longitud de trabajo (22).

Localizadores electrónicos de ápice de cuarta generación: Estos instrumentos no procesan la información de la impedancia como un logaritmo matemático, sin embargo toman la medida de la resistencia y la capacitancia de manera separada y las comparan con una base de datos para calcular la distancia al ápice del conducto radicular. Los localizadores de ápice multifrecuencia se han desarrollado para incrementar la exactitud de los localizadores electrónicos de ápice (17).

El Apex Finder A. F. A. (all fluids allowed), “permitidos todos los líquidos” (Modelo 7005, Sybron Endo/Analytic; Orange, California) Utiliza múltiples frecuencias y principios de impedancia comparativa en su circuito electrónico. Se informa que es exacto independientemente de las soluciones de irrigación o líquidos

presentes en los conductos que se están midiendo. Tiene una pantalla de cristal líquido (liquid cristal display, LCD) que indica la distancia de la punta del instrumento respecto del agujero apical a incrementos de 0.1 mm. También tiene un indicador de audio de repiqueteo. La pantalla tiene una barra gráfica de “indicador del estado del conducto” que refleja la humedad o sequedad del conducto, y permite al usuario mejorar las condiciones de éste para determinar electrónicamente su longitud de trabajo. El Endo Analyzer 8005 combina la localización del ápice electrónico y las pruebas pulpares en una unidad.

McDonald y col. informaron sobre un estudio in Vitro del Apex Finder A. F. A.. El dispositivo pudo localizar la unión cementodentinaria y un punto 0.5 mm coronal a ella con exactitud de 95 %.

**El ROOT ZX** (J. Morita Mfg.Co.; Irving, California y Japón), un localizador apical de tercera generación que utiliza principios de frecuencia doble e impedancia comparativa, fue descrito por Kobayashi. El método electrónico empleado fue el “Método de relación” o “Método de división”. El Root ZX mide simultáneamente las dos impedancias en dos frecuencias (8 y 0.4 kHz) dentro del conducto. Un microprocesador en el dispositivo calcula la relación de las dos impedancias. El coeficiente de las impedancias se representa en un panel métrico de LCD y representa la posición de la punta del instrumento dentro del conducto. El cociente “apenas fue influido por las condiciones eléctricas del conducto pero se modificó considerablemente cerca del agujero apical”.

El Root ZX se basa principalmente en la detección del cambio en la capacitancia eléctrica que ocurre cerca de la constricción apical. Algunas de las ventajas del Root ZX estriban en que no requiere ajuste o calibración, y puede emplearse cuando el conducto se llena de electrólitos potentes y cuando está “vacío” y húmedo. El medidor es una pantalla de cristal líquido fácil de leer. La posición de la punta del instrumento dentro del conducto se indica en el medidor de la LCD por las señales audibles del monitor. El Root ZX, al igual que otros localizadores apicales diversos, permite la conformación y la limpieza del conducto radicular con la vigilancia continua y simultánea de la longitud de trabajo.



Fig. 9. Fotografía que muestra la ventana de señalización del Root ZX.

El Analytic Apex Zinder (Analytic Endodontics, Orange, Ca) usa tres frecuencias diferentes con una lectura digital. Analytic también produce el Endo Analyzer que funciona como un localizador apical y como un vitalómetro eléctrico (18).

El Tri auto ZX (j. Morita Co., Kyoto Japan) es una pieza de mano inalámbrica con un localizador apical y está diseñado para la preparación del conducto radicular con instrumentos de rotación continua fabricados con níquel titanio basado en el mismo principio anterior. Este aparato tampoco requiere de calibración porque un microprocesador corrige el cociente calculado y la posición de la lima es mostrada en el panel. Estudios in Vitro han demostrado que el tri auto ZX, es capaz de medir con exactitud la longitud del conducto radicular, además presenta reversa automática cuando el instrumento alcanza un nivel predeterminado. Esto también ocurre cuando un exceso de torque es registrado (22).



Fig.10. Tri Auto ZX.



Fig.11. Bingo 1020

Se ha introducido otro localizador apical , el Bingo 1020 (Foru, Engineering Technologies, Rishon Lezion, Israel). Este aparato considerado de cuarta generación, también usa dos frecuencias separadas producidas por un generador de frecuencias variables. A diferencia de los otros aparatos este utiliza una a la vez. El uso de una sola señal de frecuencia elimina la necesidad de filtros para separar las diferentes frecuencias de la señal compleja, previniendo el ruido inherente en los filtros e incrementado la exactitud a medida. Este aparato fue estudiado por Kaufman y col. En 2002, quienes lo compararon con el Root ZX en cuanto a la efectividad para determinar la conductometría, estos autores no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos aparatos.

Niño J. y cols. hicieron un estudio similar en 40 dientes extraídos, donde además del Root ZX y el Bingo 1020, también se incluyó en el estudio al localizador de ápice Endex de primera generación. En esta investigación el Root ZX fue el localizador de mayor exactitud, aunque al analizar los datos obtenidos no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tres aparatos. (24)

Recientemente apareció en el mercado un nuevo aparato, el Mini Sybron Endo (Patente número 166949). Es un producto de Sybron Dental Specialties Company.



Fig.12. MINI SYBRON ENDO.

De acuerdo a la información proporcionada por el fabricante este aparato funciona mediante la tecnología DSP (Procesamiento digital de la señal). La tecnología DSP, le permite al aparato procesar una señal digital por medio de un largo número de algoritmos únicos. Pulsos de referencia multifrecuencia son enviados a través del conducto radicular y el procesamiento de los mismos es completamente digital. El aparato tiene una precisión muy estable en todo momento de la lectura, y no necesita calibración.

Tiene un filtro para las influencias biológicas, ya que la temperatura y la conductividad de los tejidos pueden cambiar durante el procedimiento, los algoritmos únicos con que funciona el aparato filtra estos inconvenientes del medio oral y así incrementa la precisión e integridad de la lectura.

El Mini usa más de 20 frecuencias como una señal-pulso de referencia para medir la distancia del extremo de la lima al ápice biológico, con una exactitud de más de 0.1 mm.

Tiene un ajuste automático para las mediciones de corrientes y del voltaje, a las que se adapta si las condiciones del conducto cambian. Ejemplo, cuando el aparato reconoce un conducto húmedo, baja la intensidad de la corriente, y la elevará si el conducto está seco, lo mismo pasará si el conducto es hemorrágico, esto permite lecturas precisas bajo cualquier condición.

Otros localizadores apicales deben precalibrarse de acuerdo a las características del conducto que van a medir, y definitivamente en conductos sangrantes no funcionarán.

Debido a la tecnología DSP, cada procedimiento lo ejecuta un software, y hay un mínimo de componentes. El consumo eléctrico es mínimo lo que permite que el aparato sea de dimensiones pequeñas, por lo que estará cercano a la boca del paciente

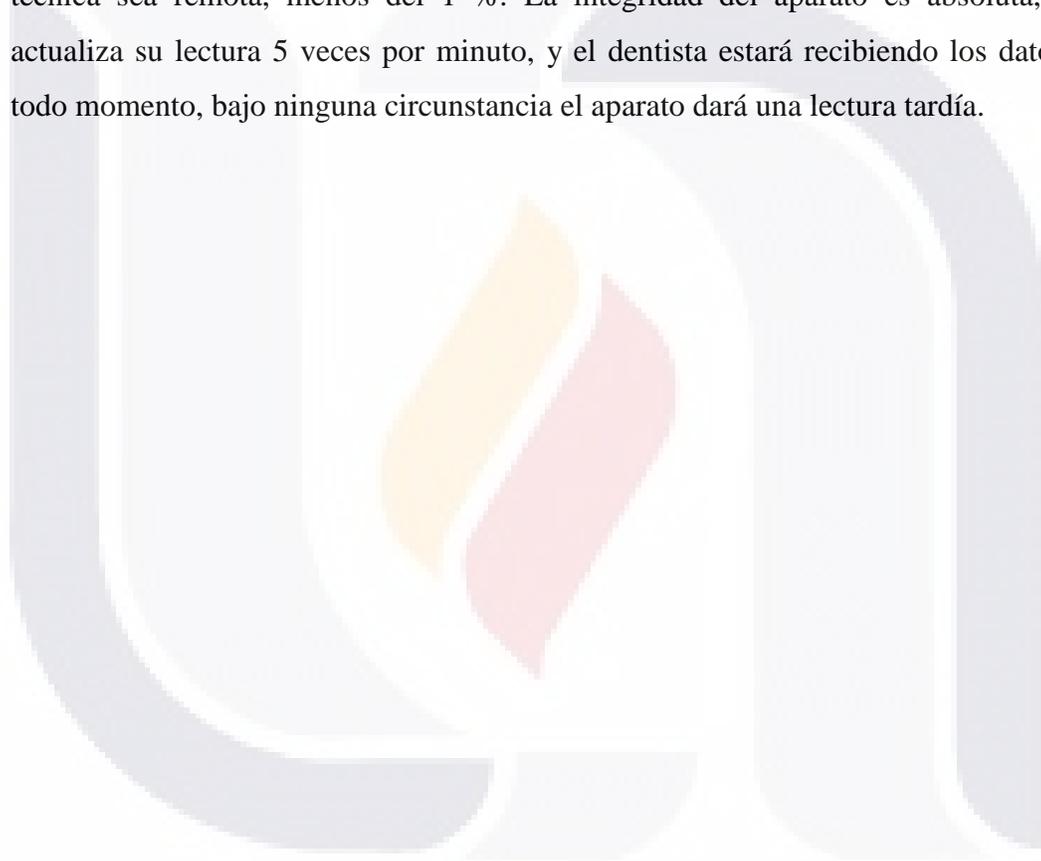
TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

y bajo la visión del dentista tratante. El hecho de emplear un cableado de longitud corta hace que la débil señal no esté expuesta a interferencias electromagnéticas o del medio ambiente, por lo que se ve incrementada su exactitud, pues la señal que da la lectura, es la que procede del conducto.

No requiere de amplificadores de señal ya que la lectura se lleva a cabo mediante un sistema análogo.

El peso del aparato es ligero (30 gramos), lo que permite al dentista llevarlo consigo cómodamente en uno de sus bolsillos durante un día de trabajo.

El número de componentes mínimo (sólo tres), hacen que la posibilidad de falla técnica sea remota, menos del 1 %. La integridad del aparato es absoluta, éste actualiza su lectura 5 veces por minuto, y el dentista estará recibiendo los datos en todo momento, bajo ninguna circunstancia el aparato dará una lectura tardía.



## **HIPÓTESIS.**

Es más exacto en la localización electrónica del ápice el Mini Sybron Endo que el Root ZX.

### **Objetivo general:**

Determinar la variabilidad para localizar una distancia de 0.5 mm al foramen apical de dos localizadores electrónicos de ápice, el Mini Sybron Endo y el Root Zx.

### **Objetivos específicos:**

Comparar cual localizador de ápice es más eficiente en la determinación de una longitud de trabajo correcta, estando el conducto radicular en condiciones de humedad.

### **Materiales y métodos.**

- a) Diseño del estudio: transversal, analítico prolectivo.
- b) Lugar de recolección de los datos. Laboratorios de la Unidad Médico Didáctica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- c) Grupos de estudio. Un grupo de 60 molares extraídos superiores e inferiores de la dentición permanente.

### **Criterios de selección.**

Criterios de inclusión:

Dientes multiradicales (molares superiores e inferiores), con ápice maduro y libres de calcificaciones intraconducto.

Criterios de exclusión:

- 1.- Los órganos dentarios que tengan ápice inmaduro (abierto).

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- 2.- Molares con signos de reabsorción radicular.
  - 3.- Molares con conducto radicular calcificado.
  - 4.- Molares afectados por caries en la furcación radicular.

Criterios de eliminación.

- 1.- Molares con conducto radicular que terminen en delta apical.
- 2.- Molares en los cuales el conducto de estudio no sea posible patentizarlo.

### **Definición conceptual y operacional variables.**

- 1.- Conductometría directa. Dependiente, cuantitativa.

Definición conceptual: la conductometría directa es la distancia comprendida entre dos puntos, el primero es un punto específico ubicado en la corona del diente y señalado por un tope de silicona en la lima endodóntica hasta un segundo punto ubicado en el extremo de la misma, distancia que es determinada cuando su punta se encuentre al nivel del forámen apical.

Definición operacional: Las distancia comprendida entre el tope de silicona y el extremo de la lima se mide sobre el eje longitudinal de la lima endodóntica y se le resta 0.5 mm.

- 2.- Conductometría electrónica aportada por el aparato Root ZX.

Dependiente y cuantitativa.

Definición conceptual. Es la distancia comprendida entre dos puntos, el tope de silicona ubicado sobre la lima endodóntica, y que se ubica de acuerdo a un punto de referencia en la corona del diente (el mismo considerado para la conductometría directa) y el extremo de la lima.

Definición operacional. La distancia se mide de acuerdo al grado de penetración que tiene la lima en el conducto radicular y se registra cuando el localizador electrónico de ápice nos indique que el extremo de la lima está a 0.5 mm de la UCDC a partir de la señal sonora y visual que emite el aparato.

- 3.- Conductometría electrónica aportada por el aparato Mini Zybron Endo.  
Dependiente y cuantitativa.

Definición conceptual. Es la distancia comprendida entre dos puntos, el tope de silicona ubicado sobre la lima endodóntica, y que se ubica de acuerdo a un punto de referencia en la corona del diente (el mismo considerado para la conductometrías anteriores) y el extremo de la lima.

Definición operacional. La distancia se mide de acuerdo al grado de penetración que tiene la lima en el conducto radicular y se registra cuando el localizador electrónico de ápice nos indique que el extremo de la lima está a 0.5 mm de la UCDC a partir de la señal sonora y visual que emite el aparato.

Las variables son medidas en la escala de proporción o razón, cada resultado es registrado en una tabulación que consistirá en calificar las mediciones ejecutadas con los dos localizadores electrónicos de ápice. Una medición en números positivos es la que exceda al foramen apical, una distancia con valores negativos es la que quede intraconducto y alejada del foramen. Una conductometría correcta es la que coincide con la medición directa con un rango de tolerancia de  $\pm 0.5$  mm. donde la distancia de 0.5 mm. al forámen apical representa el cero absoluto (100 % de exactitud).

## **Plan de trabajo.**

Se manejaron dos aparatos electrónicos de localización de ápice, uno de tercera generación, el Root ZX (J. Morita Mfg. Co; California y Japón) y el Mini Sybron Endo (Patente número 166949, de Sybron Dental Specialties Company).

Los órganos dentales se recolectaron en centros de salud urbanos pertenecientes al Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes, así como en las Clínicas de Estomatología de la Unidad Médico Didáctica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Los órganos dentarios inmediatamente después de su extracción, se conservaron en solución isotónica de cloruro de sodio al 9 %.

Inmediatamente antes de la medición se sumergieron por seis horas en solución de hipoclorito de sodio al 2.5 %, y se almacenaron sumergidos en solución isotónica de cloruro de sodio hasta ser fijados en alginato irreversible para simular el periodonto, todas las mediciones se hicieron en un intervalo de dos horas, tiempo en el cual el alginato se conservó lo suficientemente húmedo.

Primero se cortaron las coronas de los dientes con un disco de diamante hasta poder ver los conductos radiculares. Los conductos radiculares se prepararon en el tercio coronal con fresas Gates-Glidden números 1, 2 y 3. Se irrigaron los conductos con solución salina estéril.

Para patentizar los conductos se emplearon limas flexofile n° 10 o 15.

Patentizar un conducto radicular se refiere a la acción de introducir la lima endodóntica a toda la longitud del mismo hasta que el extremo de la lima se observa por fuera del foramen apical, ésta acción permite al operador comprobar la existencia de un foramen radicular y la permeabilidad del conducto del interior al exterior y viceversa.

Una vez hecho lo anterior se eliminó el excedente de irrigante de las coronas dentarias empleando para ello bolitas de algodón. Luego se procedió a medir inmediatamente la longitud del conducto hasta donde el aparato nos indicó que se había llegado a 0.5 mm del foramen apical. Se emplearon toques de silicona en cada lima ubicándolos a nivel del punto de referencia en cada molar, dicho toque permite medir la longitud del conducto desde el toque hasta el extremo de la lima.

Un electrodo sujetó la lima por debajo de su mango y el otro electrodo fue sumergido en alginato (clip para el labio), la lima estuvo provista de un toque de

silicona que se fijó a la distancia que nos indicó el aparato cuando su extremo se encontró a 0.5 mm del foramen apical.

Un punto específico en la entrada a cada conducto se marcó con una fresa de diamante en forma de bola del número 2 y un marcador de acetatos (Lumocolor 313 permanente, Staedtler, Germany), para evitar cambios en el punto de referencia entre las mediciones.

Se registró la medición, primero empleando el aparato Root ZX y luego el Mini Zybron Endo.

Las mediciones directas de los conductos fueron ejecutadas por un solo operador, mismo que registró la información obtenida y que no se proporcionó al segundo operador, quien efectuó la medición de los conductos radiculares de acuerdo a lo que establecieron los localizadores apicales. Los datos de todo el experimento fueron recabados en la hoja de datos para su análisis comparativo y estadístico.

El conducto se mantuvo húmedo durante todas las mediciones realizadas para comprobar la exactitud de los aparatos en condiciones húmedas del conducto.

Para comparar la exactitud de los dos aparatos una vez hechas todas las mediciones se retiraron los dientes del alginato y se repitieron fuera del alginato ahora empleando el método visual directo hasta llegar al ápice anatómico con el extremo de la lima y se retrocede 0.5 mm., en esta etapa se empleó una lente de magnificación de 90 mm de diámetro.

Se tomó radiografía a cada diente medido y se calculó la diferencia entre la medición directa y las obtenidas con los localizadores electrónicos de ápice para cada conducto estudiado y así determinar que aparato tiene mayor eficiencia.

Las radiografías se tomaron con película Kodak, para radiografía periapical del N° 2 (Carestream Health, Inc. Rochester, N. Y. 14608), empleando siempre la técnica de paralelismo para evitar distorsiones radiográficas, empleando el accesorio Rinn Endoray II, Dentsplay. Siempre que en la imagen radiográfica se observe la raíz de interés sobrepuesta con alguna otra, se tomó una radiografía distoradial o mesioradial según fue el caso.

Los resultados fueron comparados diente por diente. Cuando el diente fue un molar superior las limas se introdujeron en el conducto palatino, si era una molar inferior, entonces el conducto distal era el medido, por ser los conductos radiculares más amplios en ambos casos.

Método estadístico. Al completar los tres conjuntos de datos se hizo una comparación de las medias aritméticas de las muestras relacionadas dentro de la modalidad de Prueba T de Student (prueba T dependiente). Se empleo un 95 % de intervalo de confianza para la diferencia.

**Tamaño de la muestra.**

Se trabajó con un total de 60 molares permanentes, como indica el siguiente cuadro.

Molar/arcada	superior	inferior
1°	17	17
2°	12	12
3°	0	2

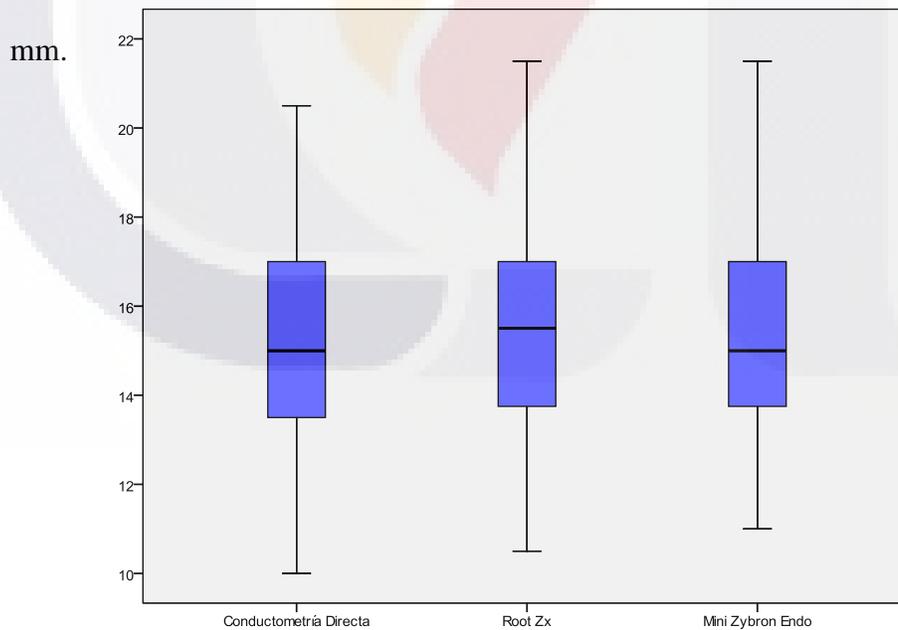
## Resultados.

Cuadro 1.

Valores alcanzados por los tres métodos.			
	Condirecta	Root Zx	Mini Zibron Endo
N° de casos	60	60	60
Media	15.2000	15.3000	15.3583
Desv. típ.	2.30364	2.35818	2.27196
Varianza	5.307	5.561	5.162

Al realizar el análisis estadístico de los tres grupos de datos se encontró que existen diferencias entre los valores de las medias aritméticas, pues los aparatos registraron valores de longitud superiores a la medición directa (cuadro 1).

Gráfico 1. Cajas y brazos de la frecuencia aportada por los tres métodos.



Los métodos electrónicos dieron lecturas de valores extremos con respecto a la conductometría directa. Los “bigotes” de las cajas exhiben hasta que valor se

concentraron el 50 % de los datos: Conductometría directa 53 % = 15 mm, Root Zx 51.7 % = 15.50 mm. Y Mini Zybron Endo 51.7 % = 15 mm.(gráfico 1).

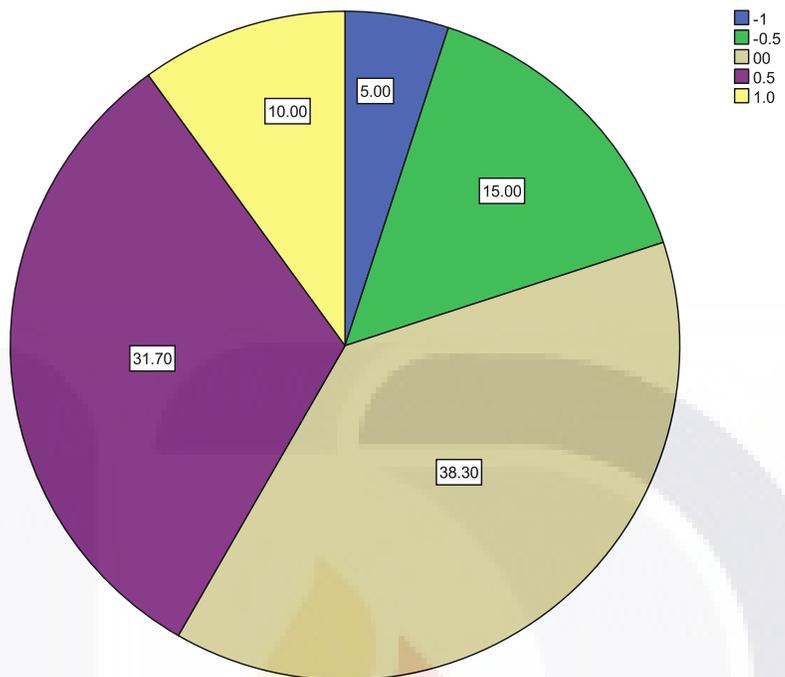
Cuadro 2.

Diferencias del Root ZX y el Mini Zybron Endo con respecto a la conductometría directa.				
mm.	Root ZX		Mini Zibron Endo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
-1.5	0	0	2	3.3
-1.0	3	5.0	1	1.7
-0.5	9	15.0	8	13.3
0.0	23	38.3	23	38.3
0.5	19	31.7	18	30.0
1.0	6	10.0	7	11.7
1.5	0	0	1	1.7
Total	60	100	60	100

Al otorgar a todos los datos de la conductometría directa el valor numérico de 0.0 para cada conducto, se consideraron estos como “la regla de oro” (100 % de exactitud) y así poder establecer una diferencia entre estos últimos y los datos obtenidos por los localizadores electrónicos de ápice. Ante tal comparación se puede observar que tanto el Root ZX como el Mini Zybron Endo en 23 ocasiones registraron una diferencia de 0.0 con respecto de la regla de oro. En 10 % de los casos se consideró que el Root ZX fue más allá de la UCDC por un milímetro, mientras que esta situación la presentó el Mini Zybron Endo en 13.4 % de los casos.

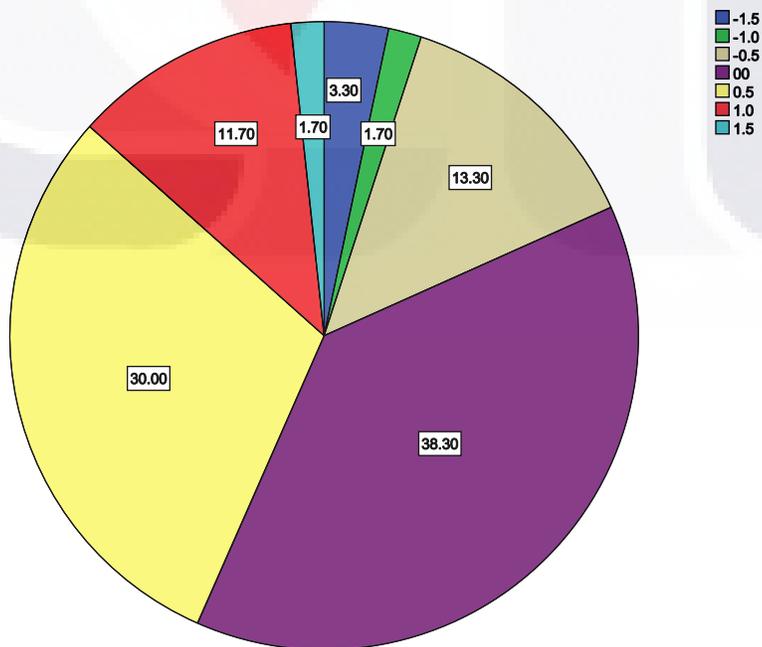
La suma de los porcentajes que van de -0.5 a 0.5 mm nos indican la confiabilidad de los métodos electrónicos, para el Root ZX fue 85 % y para el Mini Zybron Endo 81.6 % . Los valores anteriores se obtienen al dar a los datos de la conductometría directa el valor de 0.0, es decir, 100 % de exactitud (cuadro 2).

Gráfico 2. Muestra diferencias del Root ZX con respecto de la medición directa.



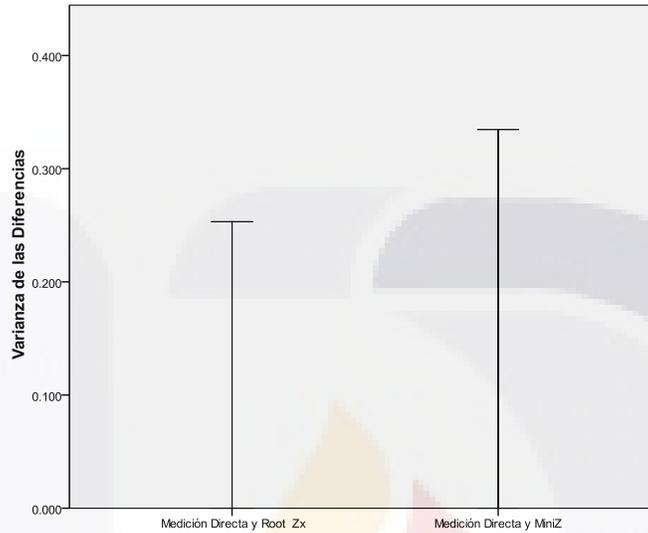
La suma de los porcentajes que indican -1.0 y 1.0 mm nos dan un valor de 15%, y significan el porcentaje de error para este aparato (gráfico 2).

Gráfico 3. Datos comparativos del Mini Zybron Endo con la conductometría directa.



La suma de los porcentajes que van de -1.5 a 1.5 mm dan un resultado de 18.4 considerando esta cifra como su porcentaje de error (gráfico 3).

Gráfico 4. Muestra la varianzas de los dos métodos electrónicos con respecto a la conductometría directa.



El localizador electrónico de ápice Mini Zybron Endo resultó con valores de varianza superiores a los de la conductometría directa, pues los datos de longitud tuvieron en éste una mayor dispersión que los aportados por el Root ZX (gráfico 4).

Cuadro 3. Prueba T.

Columnas de datos comparadas	Media	Número de datos	Desviación típica.	Error típico de la media
Par 1 condirecta	15.2000	60	2.30364	.29740
Root ZX	15.3000	60	2.35818	.30444
Par 2 condirecta	15.2000	60	2.30364	.29740
Mini Zybron E	15.3583	60	2.27196	.29331

Al comparar las medias aritméticas de los datos en el análisis de muestras relacionadas se observa que existe más similitud entre la media de la conductometría

directa y la del Root ZX, que entre las medias de conductometría directa y Mini Zybron Endo (tabla 3)

Cuadro 4. Resultados de la prueba T de muestras relacionadas.

	Diferencias relacionadas					t.	Gl.	Signif. (bilateral)
				95 % de intervalo de confianza para la diferencia.				
	Media	Desv. Típ.	Error típico de la media	Inf.	Sup.			
Par 1: Cond. Dir.-Root ZX.	-.10000	.51090	.06596	-.23198	.03198	-1.516	59	.135
Par 2: Cond. Dir.-Mini Zybron	-.15833	.57851	.07469	-.30778	-.00889	-2.120	59	.038

Gl= grados de libertad. t= t muestral P= 0.95 Nivel de significancia= 0.05

Los resultados de la prueba de muestras relacionadas nos indican que las diferencias entre los resultados de las medias aritméticas de la conductometría directa y el Root ZX, no son estadísticamente significativas, mientras que entre los resultados de las medias aritméticas de la conductometría directa y el aparato Mini Zybron Endo si mostraron diferencias que son estadísticamente significativas, mostrándose éste último inferior en confiabilidad, ( $0.038 < 0.05$ ).

## **Discusión.**

Varios autores han informado sobre la exactitud y la confiabilidad del Root ZX. En estas investigaciones, las determinaciones electrónicas de la longitud de trabajo realizadas por el Root ZX se compararon con las mediciones anatómicas directas de la longitud de trabajo. En tres estudios se comunicó una exactitud para el dispositivo que fluctuó entre 84 y 100 % ( $\pm 0.5$  mm del agujero apical). Murphy y col. utilizaron la constricción apical como el punto de referencia apical ideal en el conducto y notificaron una precisión del 44 % en el rango de tolerancia estrecha de 0.0 a 0.5 mm de la constricción apical.

Algunos investigadores notificaron que el Root ZX mostraba menos desviación promedio que un dispositivo de segunda generación (Sono-Explorer Mark III) puesto a prueba.

Los estudios sobre las “marcas de incremento en la pantalla” del Root ZX reiteran que la pantalla de este instrumento es una escala relativa, y no indica distancias intracanaliculares absolutas respecto de la constricción apical. En la práctica clínica la marca de incremento de 0.5 a menudo se considera que corresponde a la constricción apical, pero según el fabricante representa un promedio de -0.2 a 0.3 mm más allá de la constricción apical. Las instrucciones de operación para el Root ZX declaran: La longitud de trabajo del conducto empleada para calcular la longitud del material de obturación en realidad es un poco más corta. Se encuentra la longitud del asiento apical (es decir, el punto final del material de obturación) sustrayendo -0.5 a 1.0 mm a la longitud de trabajo indicada por la lectura de 0.5 en el medidor. Los autores sugirieron que el Root ZX debía utilizarse con la marca de incremento 0.0 o “APEX” como el punto de referencia apical más exacto. Luego el clínico deberá ajustar la longitud de trabajo en el instrumento endodóntico para el margen de seguridad que se desee (es decir, a 1 mm de distancia).

En esta investigación el aparato ubicó este punto en 31.7 % de los casos, es decir, nuestro valor equivalente a la indicación de los autores anteriores es la 0.5 mm, lo

que no es superior al 38 % de los casos en que identificó fielmente la constricción apical -0.5 mm.

El Ayouti y cols. realizaron diversas investigaciones in vitro e in vivo sobre la precisión y la fiabilidad del Root ZX. En una de ellas las determinaciones electrónicas de la longitud de trabajo realizadas con el Root ZX se compararon con las mediciones anatómicas directas en 43 premolares extraídos, los resultados mostraron que la longitud de trabajo establecida sólo radiográficamente resultó que llegaba más allá de la UCDC en el 51 % de los casos a pesar de que radiográficamente el extremo de la lima endodóntica se ubicaba de 0 a 2 mm del ápice radiográfico; mientras que las mediciones realizadas por el Root ZX, fueron más allá de este punto en un 21 % de los casos (3). Cunba de Asuncao y col. Compararon la confiabilidad en la localización de la UCDC por parte del Root ZX contra la exactitud de otro localizador electrónico, el Novapex (Forum Technologies, Rishon Le-zion, Israel), en este trabajo se incluyeron 40 órganos dentarios extraídos, unirradiculares y con ápice maduro. El análisis estadístico de los resultados mostró una capacidad de detección de la UCDC de 89.7 % para el Root ZX, y de 82.1 % para el localizador Novapex. (16)

Cemal Tinaz y col. evaluaron la capacidad del Root Zx para localizar el punto de la constricción apical así como el foramen apical, ante diferentes concentraciones de uno de los irrigantes más empleados en la terapia endodóntica, el NaOCl, se emplearon 55 dientes monoconducto extraídos, los que se sumergieron en alginato hasta la unión amelocementaria, y se procedió a localizar ambos parámetros endodónticos estando el conducto húmedo con NaOCl a diferentes concentraciones (5.25 %, 2.65 %, 1.00 %, 0.50 % y un control (agua destilada). El análisis estadístico de los resultados mostró que no hubo diferencias significativas concluyendo que el localizador electrónico de ápices Root ZX no era afectado por las diferentes concentraciones de NaOCl y que era confiable para ubicar ambos puntos del conducto radicular cuando se usaba este irrigante. (25)

Jenkins Joslyn y col. Emplearon este mismo aparato para localizar el foramen apical estando el conducto radicular humedecido bajo el efecto de irrigantes diferentes, estos fueron: Xilocaína al 2 % con epinefrina al 1:100,000 (Astra Pharmaceutical, Westborough, MA), NaOCl al 5.25 %, RC Prep (Premier Dental Products, Philadelphia, PA), EDTA líquido (Roth, Internacional, Chicago IL), peróxido de hidrógeno al 3 % y clorhexidina al .12 % (Peridex) (Zila

Pharmaceuticals, Inc., Phoenix, AZ). En este estudio se emplearon 30 órganos dentarios monorradiculares extraídos, los que fueron sumergidos en recipientes que contenían gelatina libre de azúcar Jell-O para imitar al periodonto.

El análisis estadístico de los resultados no mostró diferencias significativas en las lecturas del aparato, en las que hubo una fuerte y equivalente correlación entre la longitud actual del conducto y la longitud del conducto otorgada por la lectura del aparato, por lo que los investigadores concluyeron que el Root ZX es confiable para localizar el foramen apical sin importar el irrigante intraconducto que se utilice (15). El porcentaje de precisión que mostró el localizador Root ZX en esta investigación concuerda con los resultados encontrados por Cunbao de Asuncao F. L. y cols.; así como de otros investigadores que ubican la confiabilidad del aparato entre 84 y 100 % (16); pero no concuerda con el porcentaje bajo de confiabilidad (44 %) reportado por Murphy y cols.

En los resultados reportados por El Ayouti y cols. el Root ZX sobrepasó la constricción apical en el 21 % de los casos (3), mientras que en este estudio el aparato ubicó erróneamente la zona de la constricción apical -0.5 mm llegando la lima endodóntica más allá de la UCDC en un 10 % de las observaciones.

### **Conclusiones.**

-Al no haber estudios precedentes de la precisión del localizador Mini Zybron Endo podemos concluir con base en los resultados obtenidos en esta investigación, que su precisión para localizar la unión cemento-dentina-conducto es inferior al Root ZX, a pesar de que el fabricante de este aparato menciona que para su desempeño emplea una alta tecnología (DSP) que lo hace superior a otros modelos y marcas.

-El aparato Root ZX emplea una tecnología que es mejor a la que se empleó en los localizadores de tercera generación, es decir, detecta el cambio en la capacitancia eléctrica que ocurre próxima a la UCDC, mientras que el Mini Zybron Endo ya supone una tecnología superior a la del Root ZX al adaptarse a las condiciones húmedas o secas del conducto radicular y emplear un filtro para influencias biológicas que pudieran afectar su lectura. En la presente investigación el desempeño del Mini Zybron Endo fue inferior al Root ZX.

-Durante las mediciones realizadas sólo se utilizó un tipo de irrigante intraconducto, se sugiere hacer más pruebas de la exactitud de este localizador empleando otras soluciones.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

-Un resultado más confiable sería alcanzado si se toman conductometrías con dos grupos de aparatos de las dos casas fabricantes, para después hacer una análisis estadístico similar a esta investigación, de esa manera las lecturas procederían de varios localizadores y se tendría una idea mas clara de su confiabilidad.

- El Root ZX y el Mini Zybron Endo dieron lecturas erróneas al sobrepasar la UCDC en un 10 % y 13.4 % respectivamente, información de importancia clínica, ya que si estas conductometrías se tomaran como información fiel, esos casos serían obturados con material sellador en contacto con los tejidos periapicales, lo cual para investigadores como Ricucci (7) y Matsumoto es una situación que pone en riesgo el éxito del tratamiento, pues para ellos el nivel de la obturación y el éxito se correlacionan, con lo que están de acuerdo otros autores como Walton, Torabinejad y Weine (8).

- Los localizadores electrónicos de ápice ahorran tiempo y la cantidad de radiación a la que se expone el paciente durante un tratamiento de conductos radiculares, particularmente si registrar la conductometría es difícil cuando se encuentra un ápice radicular con dirección labial o palatina, pero en tanto no exista en el mercado un localizador 100 % confiable recomiendo verificar las conductometrías electrónicas con radiografías periapicales de manera rutinaria.

## **Bibliografías:**

- 1) González Barrón S., Jiménez Corona M. E., Triana Estrada J. et. al. Recomendaciones para mejorar la práctica odontológica. Revista CONAMED, 2003, vol. 8: 17-34.
- 2) Muñoz Muñiz Flor E. et al. Conocimiento que el médico familiar tiene en odontología preventiva. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 2006, vol. 44: 83-87.
- 3) El Ayouti A., Weiger R., Löst C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. Journal of endodontics, 2001, vol. 27: 49-52.
- 4) Boykin Michael J., Gilbert Gregg H., Tilashalski Ken R., Shelton Brent J. Incidence of endodontic treatment: a 48-Month prospective Study. Journal of endodontics, 2003 vol. 29: 806-809.
- 5) Miranda Naranjo M., Martín Reyes O., Hidalgo García C. R., Betancourt Valladares M. Comportamiento epidemiológico de los tratamientos pulporadiculares. Instituto Superior de Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” Camagüey. Archivo médico de Camagüey 2007.
- 6) Soares Ilson José., Goldberg Fernando. Endodoncia, técnicas y fundamentos. Argentina, Editorial Médica Panamericana, pág. 79, año 2002.
- 7) Baugh D., Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. Journal of endodontics, 2005, vol. 31: 333-340.
- 8) Schaffer Michelle A., White Robert R., Walton Richard E. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. Journal of endodontics, 2005, vol. 31: 271-274.

9) Johnson W. Color Atlas of endodontics. Editor W. B. Saunders Company, Estados Unidos, págs. 82- 101, año 2002.

10) Martinez M., Corner L., Sánchez J., Llena P. Methodological considerations in the determination of working length. International endodontic journal, 2001, vol. 34: 371-376.

11) Saad Y. Radiation dose reduction during endodontic therapy: a new technique combining an apex locator (Root ZX) and a digital imaging system (RadioVisioGraph). Journal of endodontics. 2000, vol. 26: 144-147.

12) Williams Clayton B., Joyce Anthony P., Roberts Steven. A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. Journal of endodontics. 2006, vol. 32: 624-627.

13) Internos de Estomatología de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. <http://bonemaison.blogia.com/temas/articulos-recibidos.php>

14) Herrera Manuel., Ábalos Camilo., Jimenez Planas A., Iltamas Rafael. Influence of apical constriction diameter on root zx apex locator precision. Journal of endodontics, 2007, vol. 33: 995-997.

15) Jenkins Joslyn A., Walker William A., Schindler William G., Flores Christopher M. An in vitro evaluation of the accuracy of the root zx in the presence of various irrigants. . Journal of endodontics, 2001, vol. 27: 209-211.

16) Cunha de Asuncao F. L., Santana de Albuquerque D., Correia de Queiroz Ferreira L. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. Journal of endodontics, 2006, vol. 32: 560-562.

17) Özsezer E., Inan U., Aydin U. In vivo evaluation of propex electronic apex locator. Journal of endodontics, 2007, vol. 33: 974-977.

- 18) Carneiro Everdan., Monteiro Bramante C., Picoli Fávio., et al. Accuracy of root length determination using tri auto zx and protaper instruments: an in vitro study. *Journal of endodontics*. 2006, vol. 32: 142-144.
- 19) Garofalo R., Ellias D., Dorn S., Kuttler S. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. *Journal of endodontics*, 2002, vol. 28: 831-833.
- 20) Wilson Brian L., Broberg Craig, Baumgartner Craig, Harris Chris, Kron Jack. Safety of electronic apex locators and pulp testers in patients with implanted cardiac pacemakers or cardioverter/defibrillators. *Journal of endodontics*, 2006, vol. 32: 847-852.
- 21) Smadi L. Comparison between two methods of working length determination and its effect on radiographic extent of root canal filling: a clinical study (ISRCTN71486641). *BMC Oral Health*, 2006, vol. 6: 6831-6834.
- 22) Ingle John I., Bakland Leif. *Endodoncia*, quinta edición; México, D. F. Editorial McGraw Hill, Págs. 525-533, año 2005.
- 23) Tippens Paul E. *Física, conceptos y aplicaciones*, sexta edición; México, D. F. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. págs. 705-722, año 2001.
- 24) Niño J., López Díaz F., Sperberg I. Evaluación in vitro de la concordancia de tres localizadores apicales endex, root zx y bingo 10-20 y determinación de la calibración de odontólogos generales y especialistas en endodoncia para el uso de un localizador apical. *Revista Científica*, 2006, vol.12: 14-24.
- 25) Cemal Tinaz A., Sibel Sevimli L., Görgül Güliz L., Türköz Emin G. The effects of sodium hypochloride concentrations on the accuracy of an apex locating device. *Journal of endodontics*, 2002, vol. 28: 160-162.

ANEXOS.

Hoja de registro de datos. (Anexo 1)

Molar N°	Cond.directa (mm).	Cond. Root ZX (mm).	Cond. Mini Sybron Endo (mm).
1	18.5	18.0	18.5
2	14.5	14.5	15.0
3	18.0	17.0	16.5
4	16.0	16.0	17.0
5	18.5	19.0	18.5
6	13.5	13	13.5
7	16.0	16.5	16.0
8	20.5	21.5	21.5
9	15.5	15.5	15.0
10	18.0	18.0	18.0
11	15.0	15.0	15.0
12	15.5	15.5	15.0
13	14.5	14.0	14.5
14	17.5	17.5	18.0
15	16.5	17.0	17.0
16	17.5	18.0	18.0
17	14.5	14.5	14.5
18	13.5	14.0	13.5
19	14.5	15.0	15.0
20	16.5	16.5	16.0
21	18.5	18.0	18.0
22	18.0	18.0	18.0
23	14.0	13.0	12.5
24	14.0	14.0	14.0
25	18.0	17.0	17.5
26	15.0	16.0	16.0
27	14.5	14.0	14.0
28	17.0	17.0	17.0
29	17.0	16.0	16.0
30	12.5	12.0	12.0
31	19.5	20.0	20.0
32	17.5	17.5	17.5
33	14.5	14.5	14.5
34	16.0	16.0	16.0
35	11.5	11.0	11.5
36	16.5	17.0	16.5
37	12.5	13.0	14.0
38	15.5	16.0	15.5
39	13.5	14.0	14.0
40	12.0	12.0	12.0
41	13.5	14.0	14.0
42	19.5	20.0	19.5

43	14.0	14.0	15.0
44	16.5	16.0	16.5
45	13.0	13.0	13.5
46	12.5	13.0	13.0
47	13.5	13.5	13.5
48	17.0	17.5	17.5
49	10.0	10.5	11.0
50	12.5	12.5	13.0
51	15.0	16.0	16.0
52	15.0	16.0	16.0
53	12.5	13.0	13.0
54	13.5	14.0	14.0
55	13.5	14.0	14.0
56	15.5	16.5	16.0
57	12.0	11.5	12.0
58	12.0	12.0	12.5
59	16.5	16.5	17.0
60	12.5	12.5	12.0

**Hoja de análisis de datos. (Anexo 2).**

Molar N°	Cond. directa (mm).	Cond. Root ZX (mm).	Cond. Mini Sybron Endo (mm).
1	18.5 (0)	18.0 (-0.5)	18.5 (0)
2	14.5 (0)	14.5 (0)	15.0 (+0.5)
3	18.0 (0)	17.0 (-1.0)	16.5 (-1.5)
4	16.0 (0)	16.0 (0)	17.0 (+1.0)
5	18.5 (0)	19.0 (+0.5)	18.5 (0)
6	13.5 (0)	13 (-0.5)	13.5 (0)
7	16.0 (0)	16.5 (+0.5)	16.0 (0)
8	20.5 (0)	21.5 (+1.0)	21.5 (+1.0)
9	15.5 (0)	15.5 (0)	15.0 (-0.5)
10	18.0 (0)	18.0 (0)	18.0 (0)
11	15.0 (0)	15.0 (0)	15.0 (0)
12	15.5 (0)	15.5 (0)	15.0 (-0.5)
13	14.5 (0)	14.0 (-0.5)	14.5 (0)
14	17.5 (0)	17.5 (0)	18.0 (+0.5)
15	16.5 (0)	17.0 (+0.5)	17.0 (+0.5)
16	17.5 (0)	18.0 (+0.5)	18.0 (+0.5)
17	14.5 (0)	14.5 (0)	14.5 (0)
18	13.5 (0)	14.0 (+0.5)	13.5 (0)
19	14.5 (0)	15.0 (+0.5)	15.0 (+0.5)
20	16.5 (0)	16.5 (0)	16.0 (-0.5)
21	18.5 (0)	18.0 (-0.5)	18.0 (-0.5)
22	18.0 (0)	18.0 (0)	18.0 (0)
23	14.0 (0)	13.0 (-1.0)	12.5 (-1.5)

24	14.0 (0)	14.0 (0)	14.0 (0)
25	18.0 (0)	17.0 (-1.0)	17.5 (-0.5)
26	15.0 (0)	16.0 (+1.0)	16.0 (+1.0)
27	14.5 (0)	14.0 (-0.5)	14.0 (-0.5)
28	17.0 (0)	17.0 (0)	17.0 (0)
29	17.0 (0)	16.0 (-1.0)	16.0 (-1.0)
30	12.5 (0)	12.0 (-0.5)	12.0 (-0.5)
31	19.5 (0)	20.0 (+0.5)	20.0 (+0.5)
32	17.5 (0)	17.5 (0)	17.5 (0)
33	14.5 (0)	14.5 (0)	14.5 (0)
34	16.0 (0)	16.0 (0)	16.0 (0)
35	11.5 (0)	11.0 (-0.5)	11.5 (0)
36	16.5 (0)	17.0 (+0.5)	16.5 (0)
37	12.5 (0)	13.0 (+0.5)	14.0 (+1.5)
38	15.5 (0)	16.0 (+0.5)	15.5 (0)
39	13.5 (0)	14.0 (+0.5)	14.0 (+0.5)
40	12.0 (0)	12.0 (0)	12.0 (0)
41	13.5 (0)	14.0 (+0.5)	14.0 (+0.5)
42	19.5 (0)	20.0 (+0.5)	19.5 (0)
43	14.0 (0)	14.0 (0)	15.0 (+1.0)
44	16.5 (0)	16.0 (-0.5)	16.5 (0)
45	13.0 (0)	13.0 (0)	13.5 (+0.5)
46	12.5 (0)	13.0 (+0.5)	13.0 (+0.5)
47	13.5 (0)	13.5 (0)	13.5 (0)
48	17.0 (0)	17.5 (+0.5)	17.5 (+0.5)
49	10.0 (0)	10.5 (+0.5)	11.0 (+1.0)
50	12.5 (0)	12.5 (0)	13.0 (+0.5)
51	15.0 (0)	16.0 (+1.0)	16.0 (+1.0)
52	15.0 (0)	16.0 (+1.0)	16.0 (+1.0)
53	12.5 (0)	13.0 (+0.5)	13.0 (+0.5)
54	13.5 (0)	14.0 (+0.5)	14.0 (+0.5)
55	13.5 (0)	14.0 (+0.5)	14.0 (+0.5)
56	15.5 (0)	16.5 (+1.0)	16.0 (+0.5)
57	12.0 (0)	11.5 (-0.5)	12.0 (0)
58	12.0 (0)	12.0 (0)	12.5 (+0.5)
59	16.5 (0)	16.5 (0)	17.0 (+0.5)
60	12.5 (0)	12.5 (0)	12.0 (-0.5)



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS