



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ODONTÓLOGA

TEMA

EFICACIA DE LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS DE QUINTA Y
SEXTA GENERACIÓN EN LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TRABAJO.

AUTORA

CHÁVEZ MENDOZA ROXANA ARELYS

TUTOR

DR. ROBERTO JOHNNY ROMERO CHEVEZ.

GUAYAQUIL, OCTUBRE 2020

ECUADOR



CERTIFICACION DE APROBACION

Los abajo firmantes certifican que el trabajo de Grado previo a la obtención del Título de Odontóloga, es original y cumple con las exigencias académicas de la Facultad Piloto de Odontología, por consiguiente, se aprueba.

.....

Dr. José Fernando Franco Valdiviezo, Esp.

Decano

.....

Dr. Patricio Proaño Yela, MSc.

Gestor de Titulación



APROBACIÓN DEL TUTOR

Por la presente certifico que he revisado y aprobado el trabajo de titulación cuyo tema es Eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo, presentado por la Srta. Roxana Arelys Chavez Mendoza, del cual he sido su tutor, para su evaluación y sustentación, como requisito previo para la obtención del título de Odontóloga.

Guayaquil septiembre del 2020.

.....

Dr. Roberto Johnny Romero Chevez

CC:0909044497



DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Roxana Arelys Chavez Mendoza, con cédula de identidad N°0950667345, declaro ante las autoridades de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil, que el trabajo realizado es de mi autoría y no contiene material que haya sido tomado de otros autores sin que este se encuentre referenciado.

Guayaquil, septiembre del 2020.

.....

Roxana Arelys Chavez Mendoza

CC. 0950667345



DEDICATORIA

A DIOS por bendecir cada paso que doy y darme fuerzas cuando sentía desfallecer, a mi esposo Marco Melendez por su apoyo incondicional, por su tolerancia y paciencia. a mis hijos Liam y Kamil porque son el motivo principal para seguir a delante, a mis padres Francisco y Letty por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y a mi hermano menor Joffrey quien me impulsa a seguir superándome, para convertirme en un ejemplo para él.

Y sin duda este trabajo también es dedicado a mis amigos más cercanos que han estado en cada etapa de mi formación académica y siempre confiaron en mí.



AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecir mi vida y por poner en camino personas realmente valiosas que me apoyan incondicionalmente.

Quiero agradecer a mis hijos Liam y Kamil porque son mi mayor fuente de motivación e inspiración diaria.

Agradecer a mi esposo Marco Meléndez por su amor y su apoyo en los momentos más tormentosos, por sus valiosas palabras que me motivaron para terminar mi carrera profesional y esta investigación, por creer en mí y en mi capacidad.

A mis padres por ser mi pilar fundamental, por estar a mi lado brindándome su apoyo, por ser mi mayor ejemplo de constancia y perseverancia.

A mis mejores amigos Carolina, Tatiana y Ángel, quienes me alentaron en los momentos más difíciles y estuvieron prestos a brindarme su apoyo.

También quiero agradecer a mis formadores, Profesionales de gran sabiduría que supieron inculcar en mis sus mejores conocimientos con gran paciencia y gracias a ello llegar al punto en el que me encuentro.

Y finalmente, agradezco a la prestigiosa Universidad de Guayaquil y a la Facultad Piloto de Odontología, por abrirme las puertas y haberme permitido formarme en ella.



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Dr. José Fernando Franco Valdiviezo, Esp.

DECANO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Presente.

A través de este medio indico a Ud. que procedo a realizar la entrega de la Cesión de Derechos de autor en forma libre y voluntaria del trabajo Eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo, realizado como requisito previo para la obtención del título de Odontóloga, a la Universidad de Guayaquil.

Guayaquil septiembre del 2020.

.....

Roxana Arelys Chavez Mendoza

CC:095066734

INDICE GENERAL

CARATULA.....	i
CERTIFICACION DE APROBACION.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	vii
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
EL PROBLEMA.....	17
Planteamiento del problema.....	17
Delimitación del problema.....	18
Formulación del problema	18
Preguntas de investigación.....	18
Justificación	19
Objetivos	19
Objetivo general.....	19

Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO.....	20
Antecedentes	20
Fundamentación científica o teórica	22
Aspectos anatómicos relacionados con el tercio apical	22
Constricción Apical	22
Foramen apical.....	23
Conducto dentinario.....	23
Conducto cementario	23
Ápice anatómico	24
Ápice radiográfico	24
La unión cementodentinaria.....	24
CDC (Cemento-Dentina-Conducto)	24
Determinación de la longitud de trabajo	24
Consecuencias de una determinación de longitud de trabajo errónea	25
Técnicas para la determinación de Longitud de trabajo	26
Método Sensación Táctil.....	27
Puntas de papel	28
Método radiográfico.....	28
Técnicas Clásicas de Conductometría	32
Localizadores apicales electrónicos	33

Ventajas y desventajas de los localizadores apicales.....	36
Historia de los localizadores apicales	37
Clasificación de los localizadores apicales	37
Primera generación	37
Segunda Generación	39
Tercera Generación.....	40
Cuarta Generación	45
Quinta Generación	47
Sexta Generación	52
CAPÍTULO III.....	59
MARCO METODOLÓGICO.....	59
Diseño y tipo de investigación.....	59
Población y muestra.....	59
Métodos, técnicas e instrumentos	59
Procedimiento de la investigación	60
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	61
CAPÍTULO IV.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Determinación de la longitud de trabajo mediante la técnica radiográfica. (Canalda & Brau, 2006)	32
Figura 2 Principio de funcionamiento de los LEFs en el cuerpo humano. (Broon & Cruz, 2016)	34
Figura 3 Características eléctricas de la estructura dental.	35
Figura 4 Sono-explore Mark II. (Rivas Muñoz, 2011)	39
Figura 5 Localizador apical de segunda generación (Rivas Muñoz, 2011)	40
Figura 6 localizador apical de tercera generación. (Rivas Muñoz, 2011)	41
Figura 7 Localizador Raypex 4. Cuando el extremo de la lima alcanza la constricción apical, las líneas desplegadas en la pantalla alcanzan el límite señalado en la misma. Si se sigue avanzando con la lima y esta sobrepasa el orificio apical, las líneas alcanzan el periápice señalado en rojo. (Canalda & Brau, 2006)	47
Figura 8 Localizador de Quinta generación (Dentsply Sirona, 2018)	49
Figura 9 A medida que la lima avanza por el interior del conducto, se van encendiendo barras de forma gradual	50
Figura 10 a. Comienzo de la zona apical. b. Mitad de la zona apical c. posición apical.	50
Figura 11 Señal de advertencia “OVER” (Dentsply Sirona, 2018)	51
Figura 12 Localizador Apical Woodpecker (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., s.f.)	52
Figura 13 Raypex 6. (VDW GmbH, 2018)	54
Figura 14 Comienzo de la determinación de la Longitud. (VDW GmbH, 2018)	55
Figura 15 Zona Coronal/media. (VDW GmbH, 2018)	55
Figura 16 Zona apical (azul) (VDW GmbH, 2018)	56

Figura 17 Zona apical (verde) (VDW GmbH, 2018).....	56
Figura 18 Zona apical (amarillo) (VDW GmbH, 2018)	56
Figura 19 Foramen apical, barra roja. (VDW GmbH, 2018).....	57
Figura 20 Punto rojo de advertencia al haber pasado el foramen apical. (VDW GmbH, 2018)	58

RESUMEN

La determinación de la longitud de trabajo es de vital importancia en el tratamiento endodóntico y gracias a los avances tecnológicos, existen equipos e instrumentos que facilitan el trabajo, como el localizador apical electrónico que nos permite obtener una mejor precisión en la determinación de longitud de trabajo, y a través del tiempo se han ido perfeccionando, y han sido clasificados por generaciones. **Objetivo:** Analizar la eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo. Método histórico-lógico porque se emplea este método para conocer la evolución de los localizadores apicales a través del tiempo. **Métodos:** bibliográfico con un diseño documental, analítico y descriptivo **Técnicas:** Recopilación de información, análisis de artículos científicos **Conclusión:** Las modificaciones que han tenido los localizadores apicales de las últimas generaciones, según estudios, generan resultados confiables al determinar la longitud de trabajo cuando el operador lo utiliza de forma correcta en conjunto con las radiografías periapicales. **Recomendaciones:** Se considera indispensable que se realicen más estudios comparativos entre los localizadores apicales de Quinta y Sexta generación que demuestren su eficacia.

Palabras clave: localizador apical, longitud de trabajo, conductometría, foramen apical.

ABSTRACT

The determination of the working length is of vital importance in endodontic treatment and thanks to technological advances, there are equipment and instruments that facilitate the work, such as the electronic apical locator that allows us to obtain better precision in the determination of the working length, and through time they have been perfected, and have been classified for generations. **Objective:** To analyze the use of fifth and sixth generation electronic apex locators in determining working length. Historical-logical method because this method is used to know the evolution of the apical locators over time. **Methods:** Bibliographic with a documentary, analytical and descriptive design **Techniques:** Collection of information, analysis of scientific articles **Conclusion:** The modifications that the apical locators of the last generations have had, according to studies, generate reliable results when determining the working length when the operator uses it correctly in conjunction with the periapical radiographs. **Recommendations:** It is considered essential that more comparative studies be carried out between the fifth and sixth generation apical locators to demonstrate their efficacy.

Key words: apical locator, working length, conductometry, apical foramen.

INTRODUCCIÓN

La determinación de longitud de trabajo es de vital importancia para la realización de un tratamiento de conducto, ya que va a limitar la extensión de la preparación bioquímica, mecánica y posterior obturación de los conductos. Es por eso que la determinación de la longitud de trabajo es un factor clave del éxito o fracaso del tratamiento endodóntico, existen también muchos factores que influyen en la precisión de esta medida, como es la compleja anatomía apical, diagnóstico pulpar y periapical, edad del paciente.

La constricción apical es el lugar más estrecho en la zona terminal del conducto, próxima al orificio apical, cuya apertura al periodonto se dispone siempre lateralmente al ápice anatómico, puede coincidir con el límite entre la dentina y el cemento, pero no necesariamente. Es la zona más relevante, debido a que la mayoría de conductos laterales y accesorios se encuentran a este nivel, es el punto que permite la adecuada conformación, condensación y obturación. Favorece el selle apical y permite el control del proceso inflamatorio debido a la presencia del riego sanguíneo funcional en la zona apical; el objetivo de realizar el tratamiento endodóntico hasta este nivel es para que los cementoblastos, que recubren el cemento, contribuyan a un cierre apical biológico.

La determinación de la longitud de trabajo es una de las etapas más importantes del tratamiento endodóntico, es por eso que existen varios métodos para poder tener una correcta medición de la conductometría; uno de los métodos convencionales son los radiográficos, por lo cual presentan muchas deficiencias, una de ellas la ausencia de una representación tridimensional, posibilidad de distorsión y muy frecuentemente el foramen apical no coincide con el ápice radiográfico; otros de los métodos para la determinación de longitud de trabajo es el uso de localizador apical electrónico, que nos permite minimizar el número de

radiografías y por lo tanto también disminuye la cantidad de radiación recibida por los pacientes.

Los localizadores apicales a lo largo del tiempo han ido evolucionando, se los ha clasificado por generaciones; se puede decir que es un método confiable para la determinación de longitud de trabajo, es considerado un método fácil y rápido que disminuye el tiempo de trabajo clínico.

Custer en 1918 fue el primero en plantear el desarrollo de los localizadores electrónicos apicales como auxiliares en la toma de la longitud de trabajo, y con su iniciativa este método presento un apreciable desarrollo tecnológico, superando los problemas iniciales referentes a la incapacidad de lectura, llegando a obtener aciertos satisfactorios en la localización del foramen apical y destacándose como uno de los equipamientos de endodoncia con mayor importancia de la actualidad. (Andrade-Rojas & Guillen-Guillen., 2017)

El propósito de esta investigación bibliográfica es analizar la precisión de los localizadores apicales electrónico de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

El tratamiento endodóntico se basa en un conjunto de procedimientos que se deben seguir minuciosamente, como son: la apertura cameral, la localización y acceso a los conductos, la correcta preparación biomecánica o conductometría que es un paso fundamental para el óptimo sellado apical.

La conductimetría es un conjunto de maniobras necesarias e importantes para determinar la extensión apical para su posterior instrumentación de la pieza dental a tratar.

Existen varios métodos para poder determinar la correcta medición de la longitud del conducto, uno de ellos es el método radiográfico, es el método convencional, el cual podría presentar cierta inexactitud, como tomas distorsionadas, enlongadas o acortadas, es por eso que a través del tiempo se ha complementado con el uso de localizadores apicales electrónicos.

Los localizadores apicales electrónicos tienen como propósito, determinar la precisa localización de la contricción apical, a través del tiempo estos localizadores apicales electrónicos han sido clasificados por generaciones, las ultimas actualizaciones son conocidos como quinta y sexta generación, pero ¿Qué tan confiables son los localizadores apicales electrónicos? ¿Qué generación aporta mayor precisión?

Es muy importante realizar una correcta determinación de longitud de trabajo, ya que permite obtener un tratamiento endodóntico exitoso, es por eso que se debe elegir una técnica eficaz para la determinación de la longitud de trabajo y se debe realizar de forma meticulosa.

Delimitación del problema

Eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo.

Línea de Investigación: Salud oral, prevención, tratamiento y servicios de salud.

Sub- línea de investigación: Epidemiología y practica odontológica.

Formulación del problema

¿Cuál es la eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo?

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los métodos para medir la longitud de trabajo de los conductos radiculares en endodoncia?
- ¿Qué diferencia existen entre la toma de longitud de trabajo del método convencional y el uso de localizador apical electrónico?
- ¿Qué importancia tiene el uso de localizador apical electrónico?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del localizador apical electrónico?
- ¿Cuáles son las diferencias que existen entre las distintas generaciones de los localizadores apicales electrónicos?
- ¿Cuáles son las diferencias que existen entre los localizadores de quinta y sexta generación?
- ¿Cuál sería la efectividad del localizador apical de quinta generación en la obtención de la longitud de trabajo?
- ¿Cuál sería la efectividad del localizador apical de sexta generación en la obtención de la longitud de trabajo?

Justificación

El presente trabajo pretende analizar la eficacia de los localizadores apicales para la obtención de longitud de trabajo en los tratamientos endodónticos, en específico de quinta y sexta generación, los mismos que permiten obtener la longitud de trabajo de una forma más rápida y precisa en complemento con una toma radiográfica, garantizando así una medición exacta, con buenos resultados en el tratamiento endodóntico.

También tiene como finalidad aportar a los estudiantes de la facultad piloto de odontología a conocer cuál es la eficacia de este método en la práctica odontológica. Se considera difícil obtener un resultado óptimo en el tratamiento de conducto si no se lo realiza de una forma correcta, la conformación, limpieza y obturación; por el cual se debe manejar el conducto con un sistema de conducto radicular (localizador apical) para determinar los límites apicales y de esta manera evitar lesiones a nivel apical, molestias post operatorias o fracasos en el tratamiento.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo.

Objetivos específicos

- Identificar las diferencias entre localizador apical electrónico y radiografía periapical en la determinación de longitud de trabajo.
- Evaluar el grado de error de los localizadores apicales electrónicos de las diferentes generaciones al determinar la longitud de trabajo.
- Diferenciar entre localizador apical electrónico de quinta y sexta generación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

El tratamiento endodóntico ha ido evolucionando a lo largo de la historia de la odontología debido a los constantes avances tecnológicos, se ha ido perfeccionando las técnicas, gracias a equipos e instrumentos que facilitan el trabajo, como el localizador apical electrónico que nos permite obtener una mejor precisión en la determinación de longitud de trabajo aumentando así el éxito en nuestras terapias endodónticas.

Recientemente se introdujo en el mercado un localizador apical denominado de sexta generación, por lo que aún no existe suficientes estudios comparativos con los de quinta generación.

En el estudio “In vivo. Concordancia entre Raypex6® y Propex Pixi para la determinación de la longitud de trabajo” se pretendió establecer y comprobar la exactitud para localizar el foramen, se utilizó una muestra de 26 canales vestibulares de premolares con formación apical completa sin patologías pulpares ni periapical, se encontró que no existían diferencias estadísticamente significativas, el Raypex6® 21.9 ± 1.99 y Propex Pixi 21.94 ± 1.98 ($p > 0,05$). La concordancia global obtenida fue de 99,9 %. (Covo & Morales, 2016)

En el estudio “In vitro. Exactitud de los localizadores electrónicos apicales I-Root® y Woodpex III®”. Se utilizó una muestra de 30 piezas dentales unirradiculares en el que se midió la eficacia de los dos localizadores, lo cual se obtuvo como resultado de 95 % de confiabilidad entre la longitud real y la obtenida por los localizadores de quinta generación. (Matzdorf, 2014)

En un estudio in vivo se evaluó la determinación de la longitud de trabajo utilizando localizador apical electrónico Raypex6, con una muestra de 249 conductos radiculares en 125 pacientes, lo cual las mediciones fueron consideradas adecuadas en el 96.4%, cortos el 1.6 % y pasados el 2%. (Hilu, 2016)

En un estudio comparativo en la Universidad de Guayaquil se pretendió determinar la longitud de trabajo ideal entre la conductometría convencional y el localizador apical Propex Pixi. Lo cual, Se demostró una exactitud de la determinación ideal de longitud de trabajo del 92% en primera cita y un 34% en la segunda cita.

En un estudio comparativo, In vitro, Se comparó la eficacia para determinar la longitud de trabajo entre los localizadores apicales Root ZXII, Propex Pixi. Lo cual, el análisis descriptivo establece que el localizador apical Propex Pixi produce mediciones más precisas y consistentes, con una certeza de 99%. Se prueba que existen diferencias significativas en las medidas de la longitud de trabajo que se obtienen mediante los localizadores apicales Root ZX. (Larrea, 2019)

En un estudio in vitro, para la revista de la sociedad de endodoncia en Chile, determinó la efectividad del localizador de ápice Root ZX y Raypex 6, la ubicación de la constricción apical en dientes monorradiculares, lo cual, los resultados obtenidos no muestran diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, el Raypex6 mostro mayor efectividad (84%) comparado al Root ZX (76%). (Gagliano, Jimenez, & Aponte, 2016)

En un estudio in vivo se comparó la precisión de dos localizadores apicales electrónicos: el DentaPort y Raypex 6, el estudio involucro 36 dientes rectos unirradiculares, concluyendo que no observaron estadísticas significativas entre el rendimiento de los dos localizadores, pero el raypex 6 de sexta generación obtuvo una precisión del 88, 22% y el DentaPort ZX una precisión del 82,35%. (Moscoso, y otros, 2014)

Fundamentación científica o teórica

Aspectos anatómicos relacionados con el tercio apical

Existen diversos factores que influyen en el éxito del tratamiento de conductos. Desde el punto de vista clínico, el tercio apical constituye uno de los principales aspectos a considerar dentro de la terapéutica endodóntica, debido a la complejidad anatómica que caracteriza esta zona anatómica. (Olivo, 2016)

El tercio apical del conducto radicular y el tejido que lo rodea es el centro de más actividad y de mayor importancia e interés en el tratamiento y obturación del conducto radicular. (Kuttler, 1955)

Usualmente el conducto principal se divide en varias ramas en el tercio apical, cada una termina en la superficie externa de la raíz en un foramen distinto. En ciertas ocasiones los conductos laterales pueden encontrarse en cualquier zona a lo largo de la raíz. Es por eso destacar la importancia de establecer “límite apical” para la instrumentación y obturación del sistema de conducto radicular. Según Ponce y Vilar (2003) afirmaron que la unión cemento-dentinaria, la constricción apical, y el foramen apical son los principales puntos de referencias a considerar para determinar el “límite apical ideal” de la instrumentación y obturación del conducto radicular. (Olivo, 2016)

Constricción Apical

En la zona terminal del conducto existe una parte estrecha lo cual se considera como La constricción apical, próxima al orificio apical cuya apertura al periodonto se dispone casi siempre lateralmente al ápice anatómico. No siempre puede coincidir con el límite entre la dentina y el cemento. (Canalda & Brau, 2006)

Radiográficamente la constricción apical y el orificio terminal del conducto no son visibles. El ápice radiográfico es una imagen en dos dimensiones del ápice anatómico. Es necesario mencionar que la constricción apical varía en los distintos individuos. Con la edad

se incrementa la formación de cemento apical, por lo que aumenta la distancia entre el orificio apical y la constricción. En otras ocasiones de forma fisiológica puede existir una reabsorción del ápice, por lo que no existe un estrechamiento. (Canalda & Brau, 2006)

El límite para lograr la instrumentación y obturación se describe como una zona anatómica e histológica que ha sido establecida como el límite para la instrumentación y obturación. (Olivo, 2016)

“Esta posición es variable, pero por lo general queda a 0.5 a 1.0 mm del centro del agujero apical. El diámetro mayor disminuye apicalmente, hacia el foramen apical, diámetro menor, y tiene una forma de embudo”. (Rivas, 2013)

Foramen apical

Se define al foramen como el orificio apical de tamaño considerable, considerado como la terminación del conducto principal, rodeado de un gran número de forámidas. (Lozada, 2017)

Se describe como la circunferencia o borde redondeado similar a un embudo o cráter que separa la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz. Con frecuencia se confunde el foramen apical con el ápice, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto, que son estructuras diferentes. La posición del foramen, en la mayoría de los casos, es distal con relación al comienzo del conducto. (Olivo, 2016)

Conducto dentinario

Es la de mayor longitud y está rodeada de dentina, es gradualmente cónica y como regla general, el diámetro mayor se encuentra en la unión con la cámara y el diámetro menor en el punto donde se une con la porción cementaria. (Olivo, 2016)

Conducto Cementario

Es una porción muy corta y rodeada de cemento. Presenta forma cónica pero invertida, es decir con su base en el foramen y vértice truncado en la unión con la parte

estrecha y terminal de la porción dentinaria. Según Kuttler aumenta conforme a la edad, el diámetro del foramen sobre todo en sentido vestibulolingual. (Olivo, 2016)

Ápice anatómico

Se define como la punta o final de la raíz. El término ápice anatómico es descrito como el extremo de la raíz determinado morfológicamente. (Olivo, 2016)

Ápice radiográfico

Es la punta o extremo de la raíz determinado en la radiografía. La morfología y la distorsión radiográfica en la raíz pueden hacer que la localización del ápice radiográfico varíe respecto del vértice anatómico. (Rivas, 2013)

La unión cementodentinaria

Es la región donde se entrelazan la dentina y el cemento, es el punto en el cual termina la superficie de cemento en el vértice de un diente o cerca de él. (Rivas, 2013)

CDC (Cemento-Dentina-Conducto)

“Es la región anatómica cemento-dentina-conducto descrita por Kuttler y que corresponde a el diámetro menor de la cavidad pulpar. Es el punto de unión entre el conducto dentinario y el cementario”.

Determinación de la longitud de trabajo

La determinación de la longitud real de trabajo (L.R.T.) Es una de las más precoces etapas de la terapia endodóntica, es el momento en el que se calcula la longitud del diente lo que permitirá identificar las referencias necesarias para establecer el límite apical de instrumentación. (Leonardo, 2005)

Este procedimiento determinará hasta que distancia, en el interior del conducto, los instrumentos pueden penetrar, trabajar y, en consecuencia, de cual nivel de profundidad en los tejidos es preciso remover, las impurezas, los metabolitos, los restos de materiales y otros items no deseados. El límite apical identifica la profundidad que el llenado del conducto

puede alcanzar, en la obturación, y afectar entre otros, el grado de molestia postoperatoria.
(Leonardo, 2005)

El termino longitud real de trabajo (L.R.T), comprende la distancia entre un punto de referencia, situado en la corona dental y otro, en el límite terminal de la preparación y obturación del conducto. A este respecto, el punto ideal, acordado por unanimidad entre los autores desde los estudios de Grove, se sitúa en la unión cemento dentinaria (o limite C.D.C.) También por definición esta unión sería el punto en el que la dentina y el cemento se encuentran con el conducto radicular. (Leonardo, 2005)

Consecuencias de una determinación de longitud de trabajo errónea

La determinación imprecisa de la longitud de trabajo puede favorecer la ocurrencia de accidentes endodónticos, como perforación apical y sobre obturación, las cuales son generalmente acompañadas de dolor postoperatorio. Uno de los riesgos frecuentes frente a una longitud de trabajo incorrecta es la instrumentación incompleta y la obturación deficiente del canal radicular, con todos los problemas que ello trae (reagudización de la infección y de los síntomas, reinfección del canal radicular, aparición de lesiones apicales, dolor persistente debido a la inflamación de tejido pulpar no eliminado). Además, puede formarse un escalón antes del ápice. (Rodriguez & Oporto, 2014)

El hueso, cemento y ligamento periodontal pueden transformarse en elementos activos con gran capacidad de recambio, lo que los hace particularmente aptos para el restablecimiento de las condiciones anatomo-fisiológicas normales a nivel del periápice. Es por esta razón que no es conveniente invadir más allá de la constricción apical al instrumentar o al obturar, a fin de mantener esta zona intacta con todas sus potencialidades de reparación.
(Rodriguez & Oporto, 2014)

Métodos para la determinación de Longitud de trabajo

La determinación del límite apical para la preparación de los conductos radiculares (longitud trabajo) es el paso más crítico del procedimiento; los conductos deben ser instrumentados ni muy cortos ni muy largos. La instrumentación corta del conducto tiene de riesgo dejar tejido inflamado y elementos infecciosos, mientras que la instrumentación más allá del foramen apical puede forzar restos infecciosos al tejido periapical y causar exacerbación repentina. La sobrepreparación también puede predisponer para sobrellenado con cuerpos extraños e incompleta regeneración de los tejidos de soporte. (Bergenholtz, Horsted-Bindslev, & Reit, 2011)

La terminación apical de la intervención debe ser en la constricción apical porque esta localización indica la unión entre los tejidos periodontales y la pulpa. (Bergenholtz, Horsted-Bindslev, & Reit, 2011)

Es un hecho establecido que la preparación y obturación del conducto radicular deben limitarse al conducto dentinario, área histológicamente ocupada por tejido pulpar y restringida, en su extremo apical, al límite C.D.C., dejando el conducto cementario libre de toda intervención. Siguiendo los principios biológicos de la preservación de los tejidos periodontales apicales durante el tratamiento endodóntico, algunos autores señalan la necesidad de determinar el límite apical tal, que no cause daño tisular y que favorezca la regeneración de esta área después del tratamiento. (Leonardo, 2005)

Seltzer et al. Demostraron que la obturación del conducto debe limitarse a la región de la constricción apical, para aumentar así, los índices de éxitos del tratamiento endodóntico. Ketter presentó un estudio clínico y radiográfico siguiendo 560 conductos radiculares en los que se realizó tratamiento endodóntico, todos con pulpa viva. El autor demostró que los caso en los que se consideró que hubo éxito (90%) fueron los que tenían el límite apical localizado entre 1 y 2 mm antes del ápice radiográfico. Sjogren et al. Estudiaron dientes con lesiones

periapicales y sometidos a tratamientos endodónticos. En un seguimiento clínico radiográfico de hasta 10 años, observaron que los mejores resultados se encontraron en aquellos casos en los que el límite apical de obturación estaba hasta 2 mm antes del ápice radiográfico (el 94% de éxito). (Leonardo, 2005)

Se sugiere, por lo tanto, especial atención cuando se determine la longitud de trabajo, sea provisional o definitiva, pues a la luz de los resultados de las investigaciones sobre este tema, la constricción apical y no el ápice radicular es el punto que se busca para establecer el límite apical de instrumentación. (Leonardo, 2005)

En la actualidad existen varios métodos que permiten obtener la longitud de trabajo más precisa y confiable, entre los métodos esta:

- Método Sensación táctil.
- Método con puntas de papel.
- Método radiográfico.
- Método con localizadores apicales electrónicos.

Método Sensación Táctil

Chandler y Bloxham (1990) indican que este método de medición tiene sus limitaciones ya que es una técnica sensible y sujeta a la interpretación del operador. (Covo & Morales, 2016)

Una vez ensanchadas las paredes en la porción cervical del conducto, es de utilidad la introducción de una lima para exploración del conducto. A pesar de que algunos clínicos suponen es eficaz en necrosis pulpar, Canalda y Brau (2001) lo rechazan puesto que puede llegar a destruir fibras nerviosas, además de que los dientes con periodontitis pueden tener sensibilidad hasta 3-4 mm de la constricción apical. Por lo tanto, existe gran posibilidad que la zona final del conducto no sea limpiada, también puede ser posible que el paciente no

advierta una sobreinstrumentación al periápice y se produzca una exacerbación de la patología presente, además de una pésima preparación apical. (Lozada, 2017)

El método táctil no puede ser confiable para determinar la longitud de trabajo por sí solo, debe utilizarse únicamente de apoyo o complementario al método radiográfico o electrónico.

La sensación táctil es inespecífica, más aún en canales de raíces con ápice inmaduros, con curvatura excesiva o que se van estrechando a lo largo de todo su recorrido (Rodríguez & Oporto, 2014)

Puntas de papel

En un conducto radicular con ápice inmaduro (amplio y abierto) el medio más fiable para determinar la longitud de trabajo consiste en introducir suavemente el extremo contuso de una punta de papel hacia el conducto después de lograr una anestesia profunda. (Rivas, 2013)

La humedad o sangre en la porción de la punta de papel que pasa más allá del vértice da a una estimación de la longitud de trabajo o de la unión entre el vértice de la raíz y el hueso. En casos que se ha perdido la constricción apical debido a resorción o perforación y en los que no hay hemorragia libre o supuración hacia el conducto, la humedad o la sangre en la punta de papel representan una estimación del grado en que la preparación esta sobreextendida. (Rivas, 2013)

Método radiográfico

La radiografía periapical se utiliza para obtener la longitud de trabajo de manera convencional, sin embargo, está demostrado que presenta limitaciones durante su ejecución. (Broon N. , 2018)

Son importantes porque nos dan información de la morfología de la pieza a tratar y las estructuras vecinas, sin embargo presenta varios inconvenientes: Desde la interpretación

subjetiva, la superposición de estructuras anatómicas, distorsión de imagen, calidad de la película y/o sensor que afecta la imagen, no se puede observar la posición del foramen apical ya que la imagen es bidimensional de un objeto tridimensional, además de que, en pacientes con reflejos nauseoso, macroglosicos, embarazadas o niños llega a presentar dificultades técnicas. (Broon N. , 2018)

Existe evidencias donde se demuestra que una obturación hasta el límite apical radiográfico perjudicaría una terapia endodóntica debido a que existen varias confusiones en la denominación de “ápice radicular” y “límite apical” (Andrade-Rojas & Guillen-Guillen., 2017)

Estudios realizados por Seltzer S 1997, demostrarón que la obturación del conducto debe ser limitado a la región de la constricción apical, es decir al límite CDC (Cemento-Dentina-Conducto); que vendría a ser el límite apical, mas no la terminación del ápice, es por ello que el método electrónico de detección apical confirma estos fundamentos, ya que los métodos radiográficos han demostrado varias deficiencias, dentro de ellas la inexactitud, tomando en cuenta que el foramen apical debido a las variables anatómicas no siempre coincide con el ápice anatómico, pudiéndose localizar lateralmente hasta 3mm antes de este. (Andrade-Rojas & Guillen-Guillen., 2017)

La única información segura que nos ofrece la radiografía es la localización del ápice radiográfico, definido como la porción más apical del diente en una radiografía. El ápice anatómico puede coincidir o no con el foramen apical, que es la zona en donde el canal se abre a la superficie radicular contactando con el ligamento periodontal, dado que frecuentemente el foramen apical no se localiza en el ápice radiográfico, sino lateralmente a este, la ubicación de la lima a esta longitud producirá muchas veces sobre instrumentación y sobreobturación. (Rodriguez & Oporto, 2014)

La precisión del método radiográfico para determinar la longitud de trabajo depende de la técnica utilizada (Forsberg 1987, Katz y col 1991). Por ejemplo, Sheaffer y col en 2005, revelo que una alta densidad radiográfica es más deseable para determinar la longitud de trabajo. Forsberg (1987) reporto que, con la técnica de la bisectriz del ángulo, correcta o incorrectamente tomada fue menos precisa que la técnica del paralelismo. De todas maneras, la localización exacta de la constricción apical no es posible por medios radiográficos, sea por las variantes anatómicas o por errores de técnica radiográfica. (Covo & Morales, 2016)

Olson et al. Evaluaron la capacidad del examen radiográfico para localizar la posición del foramen apical, utilizando maxilares y mandíbulas secas con los dientes en sus respectivos alveolos. Se realizaron tomas radiográficas por el método del paralelismo y se evaluó la posición de la punta de las limas introducidas en los conductos radiculares. Los resultados mostraron que el método radiográfico era preciso para localizar el foramen apical en el 82% de los casos. A pesar de un buen índice de resultados favorables al método, los autores destacaron que, ante la necesidad de establecer el límite apical para la correcta determinación de la longitud de trabajo, el método radiográfico deberá ser usado en combinación con el método electrónico. (Leonardo, 2005)

Las radiografías periapicales no distorsionadas tomadas con un sostén de películas y con la técnica de paralelaje previas al tratamiento permite solo un cálculo aproximado de longitud de la preparación del conducto a realizar. (Bergenholtz, Horsted-Bindslev, & Reit, 2011)

Para mejores mediciones se coloca un instrumento precurvado con un tope de silicona en el eje dentro del conducto radicular. Si se usa preensanchado del conducto radicular previo a la medición de la longitud de trabajo entonces se puede usar el tacto para sentir la constricción apical. Sin embargo, no hay sensación táctil adecuada si la constricción apical fue destruida, por ejemplo, reabsorción de la raíz. Si hay desarrollo inmaduro de la parte

terminal de la raíz, o el conducto radicular esta angosto en su mayoría de la longitud. La exploración del conducto radicular necesita ensancharse a un diámetro 10 a 15 para ver claramente la punta del instrumento en la radiografía. Si la imagen radiográfica muestra la punta del instrumento a más de 2 mm antes del ápice radiográfico, entonces el tope de la silicona debe ser ajustado y tomarse otra radiografía. Si la punta del instrumento sale del contorno radiográfico de la raíz, entonces el tope de silicona debe ajustarse de acuerdo a esto y tomar otra radiografía. (Bergenholtz, Horsted-Bindslev, & Reit, 2011)

Las radiografías proveen datos importantes sobre la morfología de la raíz y de las estructuras vecinas, sin embargo, no son confiables por completo debido a las siguientes razones:

- El foramen con frecuencia no coincide con el vértice radicular y su posición lateral no siempre es revelada por la radiografía.
- Complejidades anatómicas como dilaceraciones apicales, pueden pasar sin observarse, en especial cuando las desviaciones se producen en el plano vestibulolingual o vestibulopalatino.
- Dientes con reabsorciones apicales significativas el contorno radicular es impreciso.
- La superposición de estructuras anatómicas (en especial en molares superiores) puede dificultar o impedir la visualización adecuada de la región apical.
- La subjetividad en la interpretación de la imagen radiográfica, como lo muestran los trabajos que revelan un bajo índice de concordancia entre diversos observadores, comprueba las limitaciones del método. (Soares & Goldberg, 2002)

Por estas razones se usan los localizadores electrónicos de ápice (LEA) para complementar el método radiográfico. (Bergenholtz, Horsted-Bindslev, & Reit, 2011)

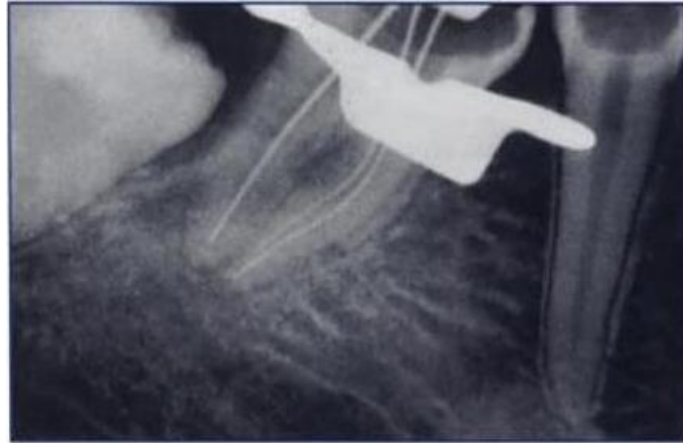


Figura 1. Determinación de la longitud de trabajo mediante la técnica radiográfica.

(Canalda & Brau, 2006)

Técnicas Clásicas de Conductometría

Técnica de Ingle.

La más utilizada, es sencilla de ejecutar y no requiere ningún recurso complementario al equipamiento clínico básico para realizar el tratamiento endodóntico. las fases operatorias se describen a continuación:

- Toma radiográfica inicial, esta toma radiográfica inicial deberá elaborarse con una técnica que permita la menor distorsión posible, por lo cual se sugiere la técnica del paralelismo.
- Restarle de 2 a 3 mm a la medida observada a partir de la medición del diente en la radiografía.
- Transferir la longitud para el instrumento endodóntico inicial, que será delimitado con un tope de goma.
- Introducir el instrumento en el conducto de forma que el tope toque tangencialmente el borde incisal o la cúspide del diente, utilizada como un punto de referencia, siendo uno de los puntos que definirá la longitud real de trabajo.
- Proceder con la toma radiográfica y con el procesamiento de la película.

- Medir en la radiografía la diferencia entre la parte final del instrumento y el ápice radicular, agregándole o restándole ese valor a la longitud del instrumento. De esta forma se obtiene la longitud real del diente
- La longitud real de trabajo (LRT) se determinará restándole 1 mm (más o menos, dependiendo del caso) al valor encontrado. (Leonardo, 2005)

Técnica de Grossman.

El método recurre a la longitud en promedio de los dientes para introducir inicialmente el instrumento, en seguida se realizará la radiografía y las correcciones análogamente a la técnica de Ingle. (Leonardo, 2005)

Técnica de Bregman.

Consiste en colocar un instrumento con 10mm de longitud dentro del conducto radicular; se realiza la toma radiográfica y con una regla milimétrica se mide en la radiografía, la longitud del diente y la del instrumento. Con estos tres valores, se hace una "regla de tres", para obtener la longitud real del diente (LRD). (Leonardo, 2005)

$$\text{LRD} = \frac{\text{LRI} \times \text{LAD}}{\text{LAI}}$$

LRI: longitud real del instrumento.

LAD: longitud aparente del diente en la radiografía.

LAI: longitud aparente del instrumento en la radiografía.

LRD: longitud real del diente.

Localizadores apicales electrónicos

La longitud de trabajo electrónica es la medición del conducto radicular con un dispositivo electrónico, denominado localizador electrónico de foramen (LEF). El LEF es un dispositivo electrónico utilizado como auxiliar en la determinación de la longitud de trabajo o

perforación radicular, opera bajo los principios de resistencia, frecuencia o impedancia. Este procedimiento se basa en el principio de un circuito eléctrico que se cierra con el uso del cuerpo humano. (Broon & Cruz, 2016)

El circuito eléctrico se completa cuando el otro extremo está conectado a la mucosa oral por medio de un clip labial y se introduce una lima al conducto radicular, que al ser presionado apicalmente la punta del instrumento toca el periodonto a través del foramen apical y registra un valor constante. (Broon & Cruz, 2016)

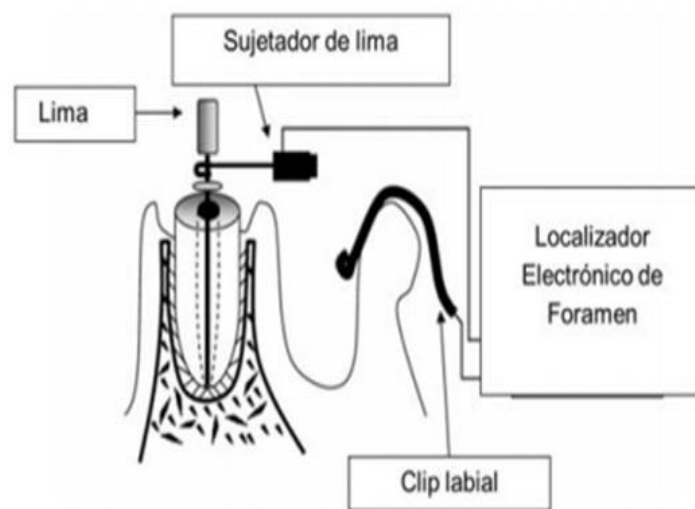


Figura 2 Principio de funcionamiento de los LEFs en el cuerpo humano. (Broon & Cruz, 2016)

El principio de funcionamiento de los LEF varía de acuerdo a la marca y la lectura en la pantalla. Cabe destacar que una vez señalado en la pantalla del LEF la posición de la lima en la zona CDC, la lectura debe estabilizarse de 5 a 10 segundos. En ese momento se retira la lima del conducto con una regla se registra la longitud de trabajo en milímetros. La explicación de como el LEF efectúa las mediciones electrónicas es a partir de la localización del foramen apical. Cuando la lima está en el interior del conducto (rodeado por dentina y cemento), estos actúan como aislante de la corriente eléctrica y al sobrepasar el foramen apical actúa como un conductor de la corriente eléctrica. El material resistivo del conducto

(dentina, tejido, fluidos) forma un resistor y su valor depende de la longitud, corte de la sección transversal y la resistividad de los materiales. Si una lima endodóntica ingresa al conducto radicular y se aproxima a su término, la resistencia entre la punta del instrumento y la porción apical del conducto disminuye, porque la longitud efectiva del material resistivo dentro del conducto también disminuye. (Broon & Cruz, 2016)

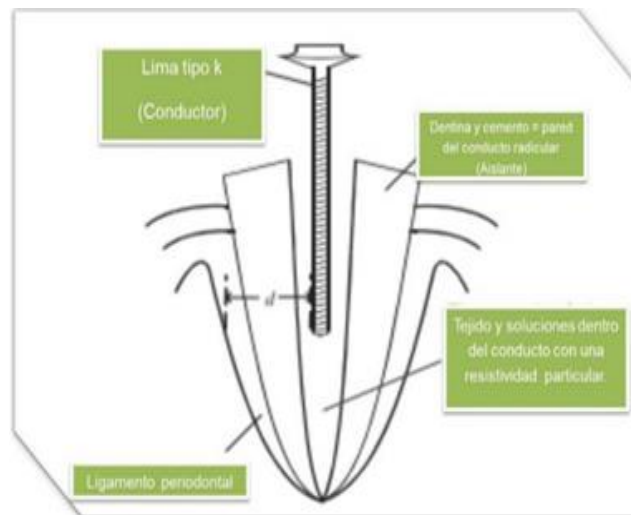


Figura 3 Características eléctricas de la estructura dental.

El método electrónico ha sido estudiado y perfeccionado desde la mitad del siglo pasado, con el propósito de aumentar la precisión de la técnica. A partir de las primeras experiencias de Suzuki y Sunada, el método electrónico presentó un apreciable desarrollo tecnológico, y superó los problemas que inicialmente habían presentado, principalmente a lo referente a la incapacidad de lectura en conductos que contienen soluciones irrigantes conductoras de la corriente eléctrica. En los últimos años, los estudios que evaluaron el método electrónico, tuvieron índices de aciertos satisfactorios, lo que indica que los localizadores electrónicos de foramen ya ocupan un lugar destacado en el contexto de la investigación y de la clínica endodóntica. (Leonardo, 2005)

Ventajas y desventajas de los localizadores apicales

Ventajas

- Es confiable y reduce el tiempo en clínica.
- Reducir el número de radiografías durante el tratamiento.
- Disminuye la cantidad de radiación del paciente y personal médico.
- Permite la utilización de cualquier tipo de lima.
- Permite detectar las perforaciones del conducto.
- Permite determinar el nivel de las fracturas horizontales.
- Permite encontrar el foramen fisiológico y no solo el ápice radiográfico.
- Efectúan mediciones con conductos húmedos. (Gay, 2003)
- Se puede realizar en pacientes embarazadas, niños y pacientes sedados.
- Cuando el tercio apical del conducto radicular no es visible debido a la superposición de estructuras como dientes impactados, arco cigomático, bóveda palatina poco profunda, torus. (Araya & Olivos, 2015)
- Representa menor costo en relación con la radiovisiografo y con el equipo radiográfico. (Ortega, 2015)

Desventajas

- No registran una adecuada medición del conducto en caries extensas o destrucciones que comunican el conducto con la encía, ya que la saliva cierra el circuito, emitiéndose un sonido continuo
- Interfiere en muñones y coronas metálicas por eso debe evitar que entre en contacto con metal tanto el gancho labial como la lima (separándola con el dedo o secando la cámara con un algodón).
- No se utiliza en pacientes con marcapasos, por la posibilidad de interferencias, aunque no se ha reportado accidentes por su uso.

- Su uso es limitado en conductos parcialmente calcificados
- La medición en dientes con ápice abierto es generalmente errónea. (Gay, 2003)

Historia de los localizadores apicales

La primera persona que investigo un método electrónico para la determinación de la longitud de trabajo fue Custer en el año de 1928, pero quien realmente continuo con los estudios sobre el tema fue Suzuki. En 1942, investigo el flujo de corrientes en dientes de perros y registro la medida de la resistencia eléctrica que existía entre el instrumento que estaba adentro del canal y el electrodo que se encontraba en la mucosa. (Gavilanez, 2016)

En 1960 Gordon reporto el uso clínico de un dispositivo eléctrico para determinar la longitud de los conductos radiculares. Sunada en 1962, basándose en los experimentos realizados por Suzuki fabricó un dispositivo simple para determinar la longitud de los conductos radiculares, el cual utilizaba corriente directa basándose en el principio de que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral tiene un valor constante de 6.5 kiloohms, sin importar la edad de la persona, la forma del conducto o el tipo de diente. A pesar de que este tipo de medición daba resultados estables y la polaridad de la lima alteraba la medición, este dispositivo utilizado por Sunada se convirtió en la base de los localizadores apicales. (Ortega, 2015)

La exactitud de los LEA contemporáneos es muy alta (aproximadamente 90%) con un nivel de tolerancia de 0.5mm. Por esta razón, los LEA se usan como auxiliar importante en las radiografías para determinar la longitud del trabajo. (Bergenholtz, Horsted-Bindslev, & Reit, 2011)

Clasificación de los localizadores apicales

Primera generación

Los dispositivos para localización de la constricción apical de primera generación son también conocidos como localizadores apicales de resistencia, los cuales miden la oposición

al paso de corriente directa o resistencia. Cuando la punta del instrumento colocado dentro del conducto toca el vértice del mismo, el valor de la resistencia es de 6.5 kiloohms (corriente de 40 mA). A menudo el paciente sentía dolor debido al paso de corriente generado por el aparato. (Ortega, 2015)

Los Estudios sobre estos aparatos encontraron que las mediciones dadas eran demasiado cortas o sobrepasaban el ápice radiográfico comparadas con las mediciones obtenidas con radiografías. (Ortega, 2015)

Entre los localizadores de primera generación se encuentran, el Root Canal Meter (Onuki Medical Co.) Desarrollado en 1969. Este utilizaba el método de resistencia y corriente alterna. Al utilizar este dispositivo los pacientes referían dolor dadas las altas corrientes.

Otros localizadores de primera generación son el Dentometer (Dahlin Electromedicine, Copenhagen, Denmark), y el Endoradar (Elettronica Liarre, Imola Italy). (Ortega, 2015)

El electromedicine y el Endo Radar eran dispositivos poco confiables al compararse con radiografías, con muchas de las lecturas significativamente más largas o más cortas que la longitud de trabajo aceptada. (Mancilla M, 2018)

El Sono-explorer, EAC, Forameter, Neosono-D, Apex Finder, también son parte de tipo resistencia o de primera generación. Con este concepto se fabricaron varios aparatos, que tenían una medida de aciertos que van del 15% hasta el 93% aproximadamente. (Meza, 2015)



Figura 4 Sono-explorer Mark II. (Rivas Muñoz, 2011)

Segunda Generación

Ushiyama en 1983 y Yanahoka et al. En 1989 desarrollaron la segunda generación de localizadores de ápice basado en la impedancia, o sea, la capacidad de los materiales de impedir el paso de la corriente eléctrica. (Meza, 2015)

Esta generación utilizó el principio de impedancia, lo cual consiste en un mecanismo eléctrico donde el valor más alto de la impedancia se encuentra en la constricción apical, al ser un tubo largo y hueco desarrolla una impedancia eléctrica que sufre un descenso brusco a nivel del CDC (Conducto-dentino-cementario) y que, en consecuencia, puede medirse eléctricamente. Sin embargo, se cuestionó que este principio pudiese aplicarse a un sistema de conductos con complicaciones anatómicas. (Novoa, 2011)

Establecido en este fundamento físico distinto, se empezaron a comercializar los localizadores de ápice de segunda generación, como el Endocater de Hygienic. (Salame, 2016)

En 1986 Hasegawa y col. Introdujeron al mercado un localizador apical de alta frecuencia (400 kHz), conocido como Endocater (Yamaura Seisokushu, Tokyo Japan), lo cual tenía un electrodo conectado a la silla dental y una sonda exploradora cubierta con un

material aislante, lo cual brindaba la facilidad de realizar mediciones incluso en presencia de fluidos dentro del conducto. El problema con este tipo de aparato fue que la sonda era muy ancha y no podía ser introducida en conductos estrechos, además el material aislante que lo cubría se deterioraba, ya que no eran resistentes a la autoclave. (Rivas Muñoz, 2011)



Figura 5 Localizador apical de segunda generacion (Rivas Muñoz, 2011)

Tercera Generación

A principios de 1990, en un esfuerzo por obtener un dispositivo que fuese capaz de proporcionar mediciones más precisas del sistema de conductos radiculares se introducen los localizadores de frecuencia dependientes o de doble frecuencia. Estos utilizan una tecnología más avanzada midiendo las diferencias de impedancia entre dos frecuencias. (Novoa, 2011)

En condiciones normales, el componente reactivo facilita el flujo de corriente alterna, en mayor magnitud para las frecuencias superiores. Por lo tanto, cuando se transmiten dos corrientes alternas a través de un tejido se impedirá con mayor magnitud el paso de la corriente de menor frecuencia. El componente reactivo de un circuito puede modificarse, por ejemplo, cuando cambia la posición de la lima dentro del conducto, cuando esto ocurre las impedancias (oposición al paso de corriente) que ofrece el circuito a corrientes de diferente frecuencia cambian entre sí. Este es el principio en el que se basa el funcionamiento de los localizadores apicales de tercera generación. (Rivas Muñoz, 2011)

Los localizadores apicales de tercera generación utilizan dos frecuencias para determinar la distancia de trabajo, con esto se buscó disponer de equipos capaces de proporcionar mediciones más precisas para el sistema de conductos radiculares, los instrumentos miden las diferencias de impedancia entre dos frecuencias. Los equipos de esta generación disponen de microprocesadores que producen lecturas precisas. (Larrea, 2019)

El Endex® es el primer localizador de tercera generación que fue introducido en el mercado. En Europa y Asia se lo conoce como Apit. Utiliza una corriente alterna muy baja. Debe ser calibrado varios milímetros del foramen apical en cada conducto radicular, sobrepasando varios milímetros el foramen apical en cada conducto radicular. El método proporcional mide simultáneamente bajo el concepto de impedancia eléctrica, la diferencia entre dos frecuencias diferentes (1 kHz y kHz), calculando el cociente de las impedancias, y expresando este como una posición del electrodo dentro del conducto radicular. Esta medida, se supone que es considerablemente afectada por condición eléctrica dentro del conducto y puede ser realizadas en conductos secos sin ninguna calibración. La pantalla del Endex® es analógica, no tiene auriculares y sensores de ajuste para el volumen y tipo de sonido, funcionando con pilas recargables y un cargador. (Novoa, 2011)



Figura 6 localizador apical de tercera generación. (Rivas Muñoz, 2011)

Los fabricantes recomiendan el uso del Apit o Endex en presencia de electrolitos (hipoclorito de sodio o solución salina) dentro del conducto radicular. Cuando se vaya a

utilizar este localizador apical en retratamientos se recomienda retirar todo el material de relleno del conducto radicular para determinar de forma electrónica la longitud de trabajo. (Rivas Muñoz, 2011)

Se han realizado múltiples estudios sobre la fidelidad de Endex o Apit, donde en promedio se determinó una precisión del 81% (+/- 0.5 mm del foramen apical. (Rivas Muñoz, 2011)

Apex Finder AFA ® (all fluid allowed) con cinco frecuencias y que puede leer cuatro ratios de amplitud (EIE Analytic Endodontics 2002), que se autocalibra y puede dar mediciones en presencia de electrolitos en el interior del conducto radicular. (Real)

Tiene una pantalla de cristal líquido que indica la distancia de la punta del instrumento respecto del agujero apical a incrementos de 0.1 mm, también posee un indicador de audio de repique. La pantalla tiene una barra grafica que indica el estado del conducto, de esta manera permite al usuario mejorar las condiciones de este para lograr una correcta medición. (Rivas Muñoz, 2011)

Pommer y cols en el 2002 compararon las mediciones con el Apex Finder y el método radiográfico y encontraron que el 86% de las puntas de las limas se encontraban 0.5 – 1 mm del ápice radiográfico. En los estudios se encontró que este aparato solo puede detectar la constricción apical en el 76.6 % de los conductos necróticos y en el 93.9 % en conductos vitales. Otro estudio realizado in vivo donde cementaba la lima en el conducto y luego se extraía el diente se encontró que la lima se encontraba en el foramen menor solo en 34.4 % de los casos.

El localizador apical Neosono Ultima EZ, Conocido también como DatApex, es el sucesor de la línea de localizadores apicales Sono-Explorer. Este aparato utiliza múltiples frecuencias para determinar la longitud del conducto radicular ya sea húmedo o seco. También, incorpora un pulpometro y una gráfica del conducto radicular que muestra la

posición de la lima en el conducto y también tiene un dispositivo de audio para indicar la localización del instrumento. (Rivas Muñoz, 2011)

De Moor y Cols en 1999 realizaron un estudio in vitro y encontraron que esta unidad tenía una precisión del 100% (± 0.5 mm del foramen apical) en conductos húmedos y secos. También encontraron que esta unidad era poco susceptible a las diferencias entre operadores. Se afirma que este localizador es rápido y fácil de usar. (Rivas Muñoz, 2011)

En un estudio se comprobó que la fiabilidad del Apit, Neosono Ultima EZ y Apex Finder AFA 7005 para determinar el orificio apical era la misma cuando el margen de tolerancia era $\pm 0,5$ mm, cuando el margen de error se disminuyó $\pm 0,1$ mm, el mejor resultado lo proporcionó el dispositivo Apex Finder AFA 7005. (Canalda & Brau, 2006)

El Endo Analyzer 8005 (Analytic Endodontics) combina el localizador electrónico AFA y un pulpómetro. Con ellos se obtiene una fiabilidad entre el 90 y 96%, con una dispersión mínima de resultados. Media el valor del ángulo fase de la impedancia en el canal con cinco frecuencias (0, 5, 1, 2, 4 y 8 kHz). Gracias a un microprocesador se puede comparar los ángulos de fase y las amplitudes de los valores de impedancia, utilizando la técnica de Fast-Fourier Transform. Esto nos va a proporcionar una mayor exactitud. (Real)

Kobayashi en 1991 quiso evitar las falsas lecturas de los localizadores apicales a causa de los electrolitos dentro del conducto radicular, por esta razón introdujo al mercado el localizador apical Root ZX (J. Morita, Tokio, Japan). Basándose en los principios de frecuencia doble e impedancia comparativa. El sistema electrónico empleado es el método de relación o método de división. (Ortega, 2015)

El Root ZX es un localizador de doble frecuencia o de tercera generación que mide simultáneamente la impedancia del conducto utilizando dos frecuencias distintas (4 kHz y 8kHz) calculando el coeficiente de impedancia y expresa este cociente en términos de posición de la lima dentro del conducto. Puede utilizarse en presencia de hipoclorito de sodio,

sangre, agua, anestésico local y tejido pulpar ya que prácticamente no es afectado por la presencia de electrolitos dentro del conducto. Una de las ventajas de este dispositivo consiste en que no es necesario calibrar este aparato cada vez que es utilizado debido a que posee un microprocesador que es capaz de hacerlo automáticamente. (Novoa, 2011)

Fácil de usar, ya que su pantalla es grande y fácil de leer. La acción del metro en la pantalla corresponde exactamente a la sensación táctil de la lima. También incluye otras características como el titular delgado ligero de limas, calibración automática, indicación de energía de la batería, y la función de apagado automático. (Araya & Olivos, 2015)

Según el manual, el localizador Root ZX, consta de una pantalla donde se puede observar las mediciones, un cable que posee en un extremo un electrodo labial y en el otro un agarra limas, el electrodo labial se debe ubicar en la comisura labial, en este paso es importante preguntar al paciente si presenta alergias a metales para no provocar irritación en la zona labial, el electrodo labial no puede entrar en contacto con hipoclorito de sodio o formocresol ya que puede generar una reacción inflamatoria, el agarra limas se ubica en la parte superior del eje de la lima cerca del mango, la lima debe quedar perpendicular al agarra lima, si queda en mayor o menor angulación se genera una lectura errada. Luego se introduce la lima, generalmente N.º 10, hasta que el medidor indique 0.5 o cuando el sonido cambia, se gira la lima en sentido horario hasta llegar a 0.5 nuevamente y confirmar la localización de la contracción apical, por último, a la medida obtenida se le resta 0.5 o 1 mm para determinar la longitud de trabajo. (Araya & Olivos, 2015)

Estudios realizados en el 2009, evaluaron si la reabsorción radicular de molares temporales afecta la exactitud del localizador Root ZX al compararlo con la medición obtenida directamente del conducto radicular. Encontraron una precisión del 96.7 % para el RootZX con ± 0.5 mm de la constricción apical, en comparación con la longitud real del canal de los molares primarios con reabsorción radicular. (Mesa, 2013)

Cuarta Generación

Los fabricantes de los localizadores apicales de cuarta generación se caracterizan porque este aparato también usa dos frecuencias separadas de 400 Hz y 8 KHz producidas por un generador de frecuencias variables. La diferencia entre las dos generaciones es que los dispositivos de cuarta generación no utilizan las dos frecuencias simultáneamente como los de tercera generación, sino una frecuencia a la vez, lo que elimina la necesidad de utilizar filtros para prevenir ruidos e incrementa la precisión de la medición y la fiabilidad del instrumento. (Larrea, 2019)

Miden la resistencia y capacitancia por separado en lugar de medir el valor resultante de la impedancia (una función de resistencia y capacitancia). Un aspecto importante con estos LEFs es que tienen integrado un microprocesador, el cual computa los valores obtenidos y elimina la necesidad de hacer una calibración durante la determinación de trabajo. Estos dispositivos no son afectados por la presencia de irrigantes, sin embargo, es posible que la causa de mediciones erróneas sean los aspectos morfológicos, tales como conductos laterales, accesorios, convergentes, bifurcaciones, reabsorciones patológicas, perforaciones, contactos con fluidos o metales. (Broon & Cruz, 2016)

Sin embargo, Dimitrov & Roshkev, indican una desventaja en los dispositivos de cuarta generación, es que necesitan actuar en canales relativamente secos o parcialmente secos. En algunos casos, esto requiere un secado adicional y con exudado abundante o sangre, el método no es eficaz. (Dimitrov & Roshkev, 2009)

El Bingo 1020 (Forum Eng Tech), Es de cuarta generación, tiene una pantalla grande permite observar el avance de la lima a través del conducto, con una vista aumentada del ultimo mm apical. A medida que la lima avanza un sonido acompaña el avance de la lima y este sonido va aumentando de intensidad hasta llegar a ser constante cuando se localiza el

ápice. Aparece una señal visual y auditiva de peligro cuando la lima se ha pasado del ápice. Lo que hace que el uso de este localizador sea sencillo. (Rivas Muñoz, 2011)

El uso de una señal de frecuencia, elimina la necesidad de filtros que separen las diferentes frecuencias de la compleja señal. En el panel frontal, el bingo 1020 presenta 3 botones, para su manejo, facilitando su maniobrabilidad. En el lado izquierdo del aparato, tiene dos receptores: el superior para la conexión externa y el inferior, para el cable conector de medición. (Montilla S, 2017)

El Elements Diagnostic Unit (Sybron Endo), es un localizador de cuarta generación que se caracteriza por volver los componentes primarios de los localizadores (resistencia y capacitancia) y los mide directamente e independientemente durante su uso. Al combinar la resistencia y la capacitancia es capaz de obtener la misma impedancia. Sus fabricantes también afirman que este localizador apical utiliza múltiples frecuencias para compensar las condiciones del conducto sin realizar cálculos internos como las unidades de tercera generación. Por el contrario, todas las combinaciones de capacitancia y resistencia son calculadas en una base de datos dentro de la unidad, haciendo que la información reflejada en la pantalla sea más estable. (Garcia, 2011)

Root ZX mini es un localizador electrónico de cuarta generación de método ratio, indica la localización de la lima con una alta eficiencia. La exactitud de la medida no se afecta por la presencia o ausencia de sangre, otras secreciones, electrolitos, salino, agua corriente o peróxido de hidrogeno. No es necesario ajustar el aparato a cero antes de la medición de cada conducto. Se auto calibra. Cuenta con una pantalla a color cristal para dar fácil lectura. (Serna, 2018)

ProPex II utiliza tecnología multifrecuencia de cuarta generación, diseño ergonómico, compacto y estable. Pantalla a color, la lectura de pantalla indica el momento en el que se encuentra a 5mm del ápice, gracias a la tecnología que utiliza puede ser utilizado en cualquier

conducto, tiene control de la señal auditiva; facilita el seguimiento de la lima mientras se introduce en el conducto, con una señal sonora progresiva que permite un seguimiento fácil y sencillo del canal radicular. (Dentsply Sirona , s.f.)

Entre otros localizadores de cuarta generación, está el RayPex 4 (VDW) y el Apex Pointer (micro-mega). (Lozada, 2017)

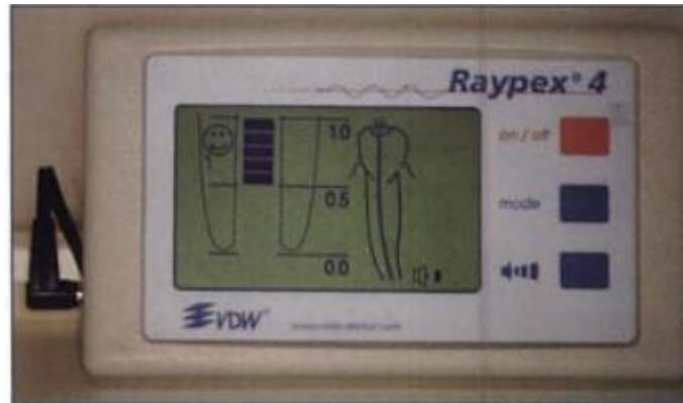


Figura 7 Localizador Raypex 4. Cuando el extremo de la lima alcanza la constricción apical, las líneas desplegadas en la pantalla alcanzan el límite señalado en la misma. Si se sigue avanzando con la lima y esta sobrepasa el orificio apical, las líneas alcanzan el periapice señalado en rojo. (Canalda & Brau, 2006)

Quinta Generación

La quinta generación no procesa la información de la impedancia como un cálculo de un logaritmo matemático como lo hacían los localizadores de tercera generación, sino que mide los valores de resistencia y capacitancia y los compara con los números que tiene en una base de datos. (Mancilla M, 2018)

Esta generación se basa en una tecnología multifrecuencia muy similar a los de cuarta generación, capaz de trabajar en cualquier condición en la que el conducto se presente, su fiabilidad es de un 95% con cualquier solución irrigante. (Lozada, 2017)

Según Dimitrov & Roshkev, estos localizadores presentan dificultades considerables al operarlos en canales secos por lo que sería necesaria la introducción de líquidos dentro del canal radicular. (Vera, 2017)

Ciertos localizadores de esta generación tienen como características de seguridad, la opción autoreversa cuando la lima llega a la constricción apical. Estos localizadores se diferencian de la anterior generación en que agregan un procesador matemático. (Rivas Muñoz, 2011)

Se describe que los localizadores de quinta generación son precisos, incluso con presencia de fluidos en el conducto; fácil y rápidos de usar, reducen la exposición a radiación, detección de perforaciones, son capaces de medir con exactitud la constricción apical y no causan alteraciones en el funcionamiento de marcapasos (Lozada, 2017)

Permite la visualización de la constricción apical, también poseen una calibración automática. (Ortega, 2015)

Otra característica que tienen los localizadores de quinta generación es que provee al operador una lectura digital, ilustración gráfica y señal audible. El Propex pixi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), es un localizador de quinta generación, mide la energía de señales eléctricas. (Serna, 2018)

El localizador de ápice Propex pixi de Maillefer tamaño bolsillo, aporta control y confort por su tecnología multifrecuencia, ofreciendo fiabilidad y precisión. Equipado con pantalla led de color, posibilita el control del volumen ajustable en 4 niveles diferentes. Así como la monitorización de la progresión de la lima en el conducto, y del control visual. Las indicaciones de la escala en la pantalla del Propex Pixi no representan la longitud o distancia en milímetros u otras unidades lineales. Simplemente indica la progresión de la lima en dirección al ápice. Funciona en conductos secos o húmedos, sin necesidad de calibración o ajuste. (Dentsply Sirona, 2018)



Figura 8 Localizador de Quinta generación (Dentsply Sirona, 2018)

No se recomienda el uso de Propex Pixi de Maillefer en pacientes que lleven Marcapasos o aparatos eléctricos, en pacientes alérgicos a metales y en niños.

Los siguientes factores pueden causar lecturas erróneas: conductos radiculares bloqueados, dientes con ápices grandes, fractura radicular o perforación, coronas o puentes metálicos, si se contacta con la lima o con el clip labial. (Covo & Morales, 2016)

Uso clínico del Propex Pixi

- Colocar el clip de labio al paciente.
- Insertar la lima en el conducto, para asegurar un funcionamiento óptimo, el tamaño de la lima debería estar ajustado al diámetro del conducto.
- Conectar el gancho de conexión al vástago metálico de la lima.
- La primera barra dejara de parpadear y sonara una señal acústica doble.

Nota: una barra que parpadea indica una conexión fallida. Si ocurriera, comprobar las conexiones de los cables, limpiar el gancho de conexión y el clip de labio, humedecer el conducto si fuera necesario y empezar de nuevo.

Localización del ápice: Avanzar la lima con giros lentos en sentido de las agujas del reloj. En la zona periapical, la barra 2.0 se ilumina y se escucha una señal acústica. Al progresar la

lima por el conducto, las siguientes barras se iluminan gradualmente y el intervalo entre los pitidos se acorta. Si la gráfica, en la parte alta del conducto, hace repentinamente un gran movimiento, continuar suavemente hacia el ápice y la señal acústica volverá a la normalidad.



Figura 9 A medida que la lima avanza por el interior del conducto, se van encendiendo barras de forma gradual

Zona apical: Se divide en 3 barras graduadas desde 1.0 a 0.0 (ápice). Cuando se alcanza el ápice, se escucha un tono continuo. La indicación 0.0 en la pantalla del Propex Pixi muestra la posición de la lima en el menor diámetro del foramen apical (la longitud apical).

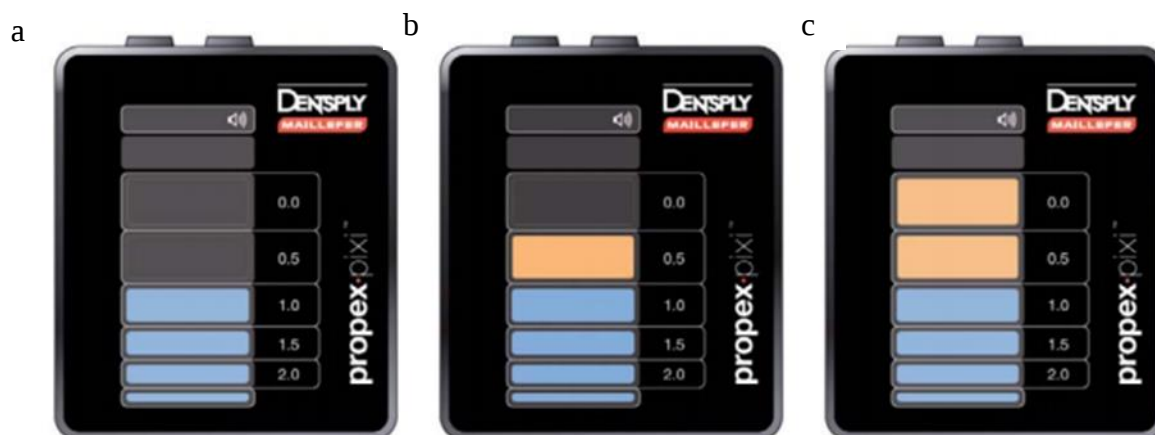


Figura 10 a. Comienzo de la zona apical. b. Mitad de la zona apical c. posición apical.

Nota: como precaución de seguridad para evitar sobreinstrumentación, se recomienda colocar la lima sobre una regla endodóntica cuando el Propex Pixi indique 0.0. restar un mínimo de 0.5 mm a la medida obtenida.

Sobreinstrumentación: Un segmento rojo con la palabra "OVER" y una advertencia acústica (sonidos rápidos intermitentes) indican que la lima ha sobrepasado el ápice.

(Dentsply Sirona, 2018)



Imagen 13

Figura 11 Señal de advertencia "OVER" (Dentsply Sirona, 2018)

Woodpecker es un localizador de quinta generación, es un equipo de apoyo en el tratamiento endodóntico, a través de la medición de la longitud apical del diente.

Características del woodpecker:

- Equipado con una clara y brillante pantalla LCD, imagen clara y en diferentes colores indican claramente la trayectoria de la lima.
- Basado en la avanzada tecnología de impedancia de frecuencia múltiple, la calibración automática asegura precisión en la medición.
- Los accesorios del Woodpex III pueden ser autoclavados en alta temperatura y alta presión. Evitando la infección cruzada con eficacia.
- Alarma de alerta: el timbre le alertará cuando la lima está a menos de 2 mm del ápice.

(si el equipo indica que la lima atraviesa el foramen apical, aunque la lima aun no alcanza el ápice, está indicando que hay restos de pulpa o electrolito). (Guilin

Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., s.f.)

Contraindicaciones:

No se recomienda el uso de woodpex III en pacientes con marcapasos o en aquellos pacientes que han sido recomendados no usar equipos eléctricos. (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., s.f.)

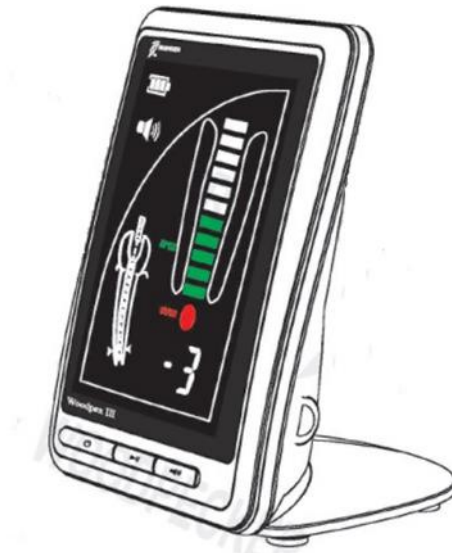


Figura 12 Localizador Apical Woodpecker (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., s.f.)

Sexta Generación

Los localizadores de ápice de sexta generación se han introducido recientemente por lo que no hay suficiente literatura con respecto a ellos.

Estos localizadores se desarrollaron tomando como referencia las experiencias técnicas y clínicas adquiridas durante el desarrollo, fabricación y operación de los localizadores apicales de cuarta y quinta generación. Son también conocidos como los localizadores de adaptación, lo cual su propósito es ADAPTAR la forma de medir de acuerdo con los rasgos característicos del entorno. (Dimitrov & Roshkev, 2009)

Estos calculan la capacidad de los cuerpos para mantener una carga eléctrica, es decir los valores de resistencia y capacitancia, posterior a ello, envían la información a modo de

gráficos a color por medio de audio a través de mensajes de voz o pitidos, o en pantallas multimedia. (Dimitrov & Roshkev, 2009)

En la sexta generación una de las innovaciones es que presenta un diseño Touch Zoom, junto con un display táctil a color en 3D que nos ayuda determinar de manera más precisa la longitud. (Ortega, 2015)

Los localizadores de la sexta generación tienen la ventaja de que no se requiere el secado del conducto radicular, es decir se puede emplear en presencia del líquido conductor. (Vera, 2017)

Estos localizadores tienen la opción de adaptarse al método de medición para un conducto seco o húmedo. (Dimitrov & Roshkev, 2009)

El localizador de ápice adaptativo de sexta generación es un dispositivo agradable y de pequeño tamaño no más grande que la palma de la mano del operador. (Dimitrov & Roshkev, 2009)

La mayoría de localizadores de quinta y sexta generación son fiables en un 95% más aun cuando se combinan con la técnica radiográfica sin influir soluciones irrigantes. (Ortega, 2015)

De reciente comercialización en el mercado odontológico el localizador electrónico apical de frecuencias múltiples (LAE) Raypex 6 (VDW, Alemania) parece ofrecer una alternativa interesante en la búsqueda de la obtención de una adecuada interpretación de la longitud de trabajo durante el tratamiento endodóntico. Según la información suministrada por los fabricantes, posee una modificación en el algoritmo matemático utilizado para la aproximación al foramen, lo que promueve una lectura más estable y consistente del localizador, mientras que las frecuencias utilizadas son las mismas que su antecesor el Raypex5. (Hilu, 2016)

El Raypex 6 (VDW) localizador apical de sexta generación único con diseño de 3-D color en su pantalla táctil, ofrece una excelente visualización de la zona apical y determinación precisa de la longitud. Permite marcar una posición individual de referencia predeterminada a la distancia requerida del ápice; con zoom apical muestra la sección ampliada entre la constricción apical y el foramen apical. Tecnología de calibración automática, plegable, de fácil utilización. (VDW GmbH, 2018)



Figura 13 Raypex 6. (VDW GmbH, 2018)

Indicaciones de uso clínico del Raypex 6:

Inicio de la determinación de la longitud

- Conecte el clip para limas y el clip labial al cable de medición
- Antes de conectar al paciente el cable de medición con el clip labial y el clip de lima acoplados
- Coloque el clip labial en el labio del paciente (en el lado opuesto al diente que debe ser tratado).
- Inserte la lima en el conducto radicular y sujete el clip correspondiente a la lima; fije el clip para la lima en la parte metálica, directamente debajo del mango plástico. Dos

pitidos iniciales indican el circuito de medición cerrado y el comienzo de la determinación de la longitud. El movimiento de la lima dentro del conducto se visualiza en la imagen completa, situada en la parte izquierda de la pantalla.

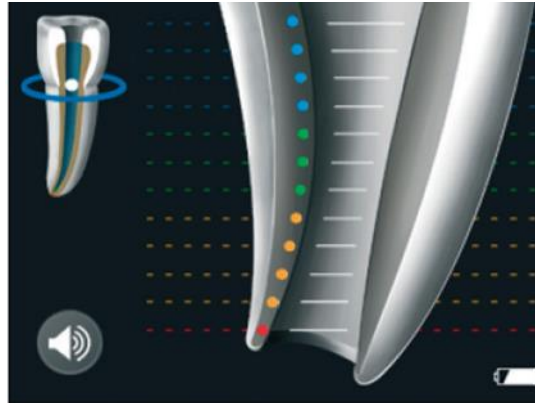


Figura 14 Comienzo de la determinación de la Longitud. (VDW GmbH, 2018)

Zona coronal y media: introduzca lentamente la lima de medición en el conducto. El movimiento de la lima a lo largo de la zona coronal/ media y hacia la zona apical aparece representando en la imagen de todo el conducto por la elipse que se mueve continuamente hacia abajo. (VDW GmbH, 2018)

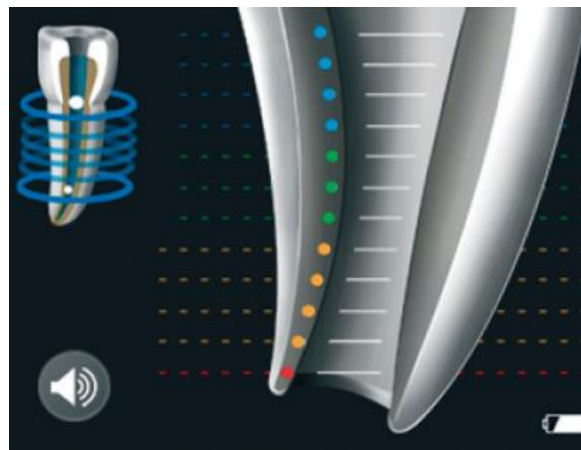


Figura 15 Zona Coronal/media. (VDW GmbH, 2018)

Zona apical: la vista con zoom del avance de la lima aparece en la imagen ampliada de la parte apical del conducto: el zoom apical.

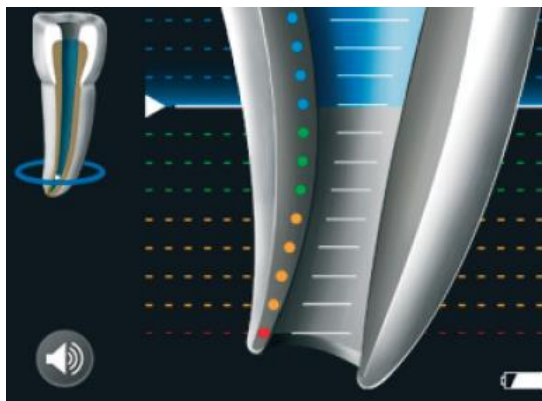


Figura 16 Zona apical (azul) (VDW GmbH, 2018)

En la zona apical, la línea de indicación marca la posición exacta y cambia en consecuencia de azul a verde y luego a amarillo. (VDW GmbH, 2018)

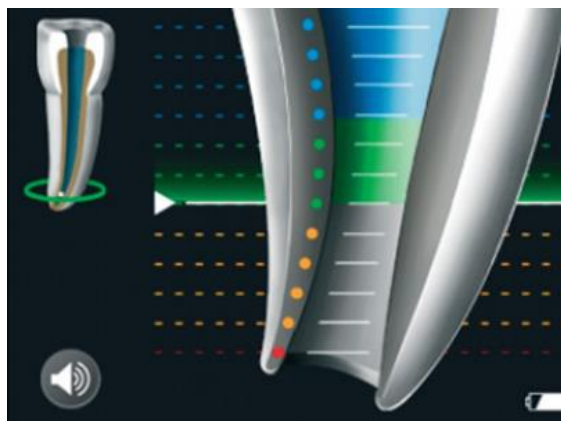


Figura 17 Zona apical (verde) (VDW GmbH, 2018)

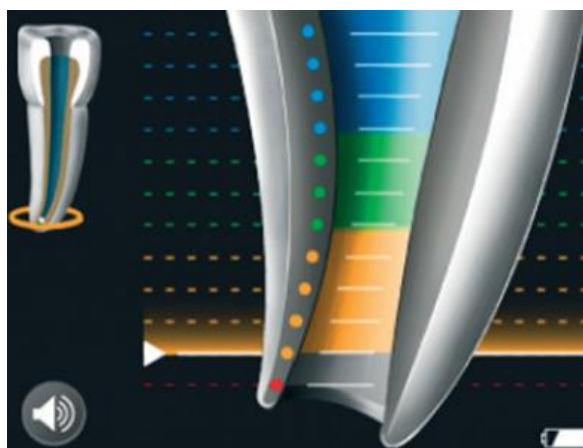


Figura 18 Zona apical (amarillo) (VDW GmbH, 2018)

El movimiento de la lima en el Zoom apical es acompañado por señales de audio, que sirven como elemento adicional para indicar la posición de la punta de la lima. A medida que la lima se aproxima al ápice, el intervalo entre los pitidos se acorta.

Cuando la punta de la lima alcanza el foramen apical, la línea de indicación aparece marcada en color rojo y se emite un sonido constante. (VDW GmbH, 2018)

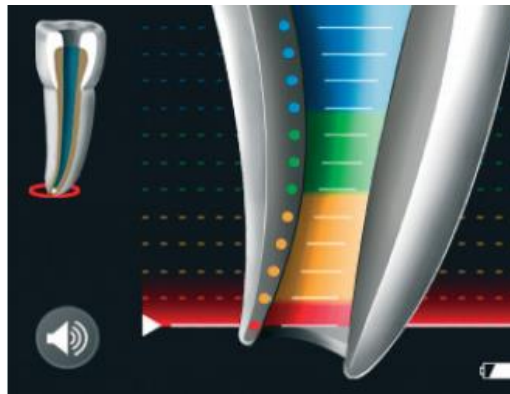


Figura 19 Foramen apical, barra roja. (VDW GmbH, 2018)

Observación: La línea de indicación apical muestra la posición de la punta de la lima dentro del conducto:

- Zona azul: zona de advertencia, muy cercana a la zona apical
- Zona amarilla: zona apical
- Barra roja: foramen apical.

Sobreinstrumentación: una vez que la punta de la lima ha pasado el foramen apical y se emiten breves pitidos de advertencia y aparece un punto rojo.

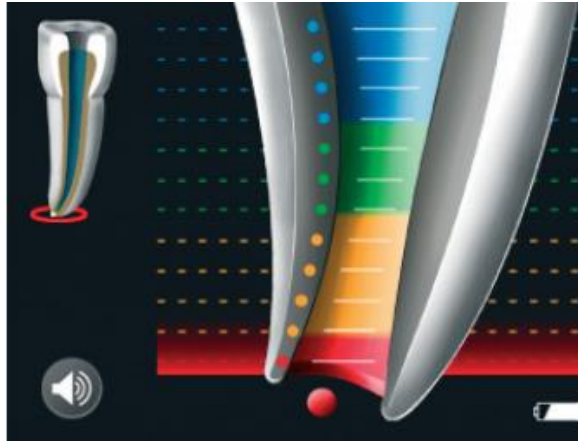


Figura 20 Punto rojo de advertencia al haber pasado el foramen apical. (VDW GmbH, 2018)

Advertencia: al igual que en todos los dispositivos electrónicos de este tipo utilizados para la determinación de la longitud, las barras mostradas en el zoom apical no representan la distancia en milímetros. (VDW GmbH, 2018)

Síntoma con condición especial: foramen apical excepcional grande por lesión o formación incompleta, puede generar una medición más corta que la longitud real, fractura o perforación radicular esto puede provocar mediciones incorrectas. (VDW GmbH, 2018)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Diseño y tipo de investigación

El presente trabajo de titulación es de tipo bibliográfico dado que se explicará brevemente en base a una investigación de muchas fuentes referente a la eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación. En segundo lugar, es exploratorio y descriptivo, tiene como intención profundizar en un tema actual como es el uso e importancia de localizadores apicales electrónicos en la determinación de longitud de trabajo. También es documental, se levantó información de fuentes primarias y secundarias de una serie de libros especializados sobre el tema, así como artículos científicos actuales, con respecto al uso de los localizadores apicales y es no experimental, ya que el trabajo de investigación no presenta manipulación de variables, ni grupos de control experimental para obtener resultados en este trabajo.

Población y muestra

La presente investigación no cuenta con un universo y muestra debido a que se ha realizado en bases bibliográficas.

Métodos, técnicas e instrumentos

- Método histórico-lógico porque se emplea este método para conocer la evolución de los localizadores apicales a través del tiempo.
- El método es analítico – sintético porque se va a realizar un análisis de la información recopilada de las diversas fuentes de investigación bibliográficas, la

síntesis de los puntos relevantes y establecer conclusiones a base de dicha información.

- El método es descriptivo porque se describe cada una de las características de los localizadores apicales.
- Técnicas a emplear: Revisión Bibliográfica de las fuentes como artículos científicos, libros y publicaciones en revistas.

Procedimiento de la investigación

El proceso de la investigación inicia por el planteamiento del problema, el cual radica en el uso de los localizadores apicales en la determinación de longitud de trabajo, continua con la determinación de los objetivos y justificación de la investigación. Después, se realizó levantamiento de información actualizada acerca del uso de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo.

El marco teórico se inicia con la búsqueda de antecedentes que permiten desarrollar la evolución del problema a través de los años, Ya que se ha recopilado y reunido suficiente información que sustente la realización de un buen tema de investigación se elabora un esquema de trabajo, el cual se va a realizar en orden para garantizar la organización durante el desarrollo del presente trabajo de titulación. una vez redactado el trabajo con las debidas citas correctamente mencionadas se ha organizado minuciosamente la bibliografía realizando las fichas de contenido tanto de información como de imágenes. análisis de los resultados, recomendaciones y las conclusiones a las que se llegó de las diferentes fuentes bibliográficas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La utilización de localizadores apicales modernos, son capaces de determinar la longitud de trabajo ideal, esta área es entre el foramen apical menor y mayor mediante la medición de la impedancia.

Según el autor (Magallanes) el localizador apical de quinta generación Propex Pixi tiene un alto grado de precisión en la determinación de longitud de trabajo con un 92 % en comparación con la técnica de Ingle y Bregman que tuvo un 85%.

Por otra parte, (Moscoso, y otros, 2014) realizó un estudio *in vivo* donde comparó la precisión del Dentaport ZX y Raypex 6, donde no se encontró diferencias estadísticamente significativas al localizar el foramen mayor, el Dentaport ZX tuvo una precisión de 82.35% y el Raypex 6 un 88.22%

Matzdorf en el 2014 realizó un estudio *in vitro* donde comparó el LEA I-Root y Woodpex III para determinar la longitud total hasta el foramen apical, encontró que no hay diferencias estadísticamente significativas y que tiene un 95% de confiabilidad entre la longitud real y la obtenida por el woodpex III. (Matzdorf, 2014)

Lucena y cols en su estudio comparativo entre el CBCT y el LEA Raypex 6, se encontró que las mediciones electrónicas fueron más confiables que las exploraciones con CBCT para la determinación de la longitud de trabajo, el Raypex 6 fue más preciso ubicando el foramen principal. (Lucena, Lopez, & Martin, 2014)

Los resultados de esta investigación bibliográfica apoyan a los localizadores de quinta y sexta generación, ya que al analizar cada una de las investigaciones, no existen diferencias significativas al comparar los localizadores apicales de ambas generaciones, sin embargo,

cabe destacar que el localizador de sexta generación se puede adaptar a un conducto ya sea seco o húmedo y también tiene la ventaja de una pantalla táctil a color con Zoom integrado que permite una mejor visualización de la zona apical y esto nos permite observar el avance de la lima y obtener mejores resultados en nuestro tratamiento.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los localizadores electrónicos son aparatos de gran importancia en nuestro tratamiento endodóntico, ya que aporta gran beneficio como disminución del tiempo de trabajo en clínica, menor exposición de radiación a nuestros pacientes, esto no quiere decir que los localizadores apicales electrónicos reemplazan las radiografías, más bien se complementan para un mejor pronóstico y un tratamiento exitoso, es necesario considerar que la experiencia del operador es importante con la utilización de este tipo de aparatos electrónicos.

Los localizadores electrónicos de quinta y sexta generación demostraron que no existe una diferencia significativa, ambos tienen una alta tasa de precisión en la determinación de longitud de trabajo en un 95%. Pero cabe mencionar que los localizadores electrónicos apicales de quinta generación tienen mucho más tiempo en el mercado, por lo que existen muchos estudios que validan su eficacia a diferencia de los localizadores de sexta generación que se integraron actualmente y por eso no existe tanta información literaria.

Las modificaciones que han tenido los localizadores apicales de las últimas generaciones, según estudios, generan resultados confiables para determinar la longitud de trabajo cuando el operador lo utiliza de forma correcta en conjunto con las radiografías periapicales.

Recomendaciones

- Es de vital importancia utilizar localizadores electrónicos apicales en el tratamiento de conductos en la rutina clínica, ya que esto va a mejorar la experiencia del operador.
- Con presencia de sangre o algún otro exudado es recomendable usar una lima del diámetro del conducto del diente.
- Los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación tienen gran precisión al ser utilizados de la forma correcta y en complemento con las radiografías que son indispensable para el tratamiento endodóntico.
- Se considera indispensable que se realicen más estudios comparativos entre los localizadores apicales de Quinta y Sexta generación que demuestren su eficacia.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade-Rojas, B. M., & Guillen-Guillen., R. E. (2017). Localizadores apicales: análisis comparativo de la precisión de la longitud de trabajo entre el localizador apical IROOT (META BIOMED) y el ROOT ZX II (MORITA). *Dominio de las ciencias.*, 841-862.
- Araya, V. M., & Olivos, C. I. (2015). Determinacion de la longitud radicular en dientes primarios mediante el uso de radiografia convencional uy localizador apical como metodo complementario. *Tesis de Postgrado*. Universidad Finis Terrae, Santiago de Chile.
- Bergenholtz, G., Horsted-Bindslev, P., & Reit, c. (2011). *Endodoncia*. Ciudad de Mexico: Manual Moderno.
- Broon, N. (2018). Longitud de trabajo electronica con Raypex 6 en conductos de molares inferiores. *Revista Odontologica Mexicana.*, 77-81.
- Broon, N. J., & Cruz, A. (2016). Principios, evolucion y Precision de los localizadores electronicos de foramen. *ENdodoncia Actual*, 14-27.
- Canalda, S. C., & Brau, A. E. (2006). *Endodoncia Tecnicas Clinicas y Bases Cientificas*. Barcelona : Masson .
- Covo, M. E., & Morales, M. D. (2016). CONCORDANCIA ENTRE RAYPEX 6 Y PROPEX PIXI PARA LA. 2016. Facultad de odontologia Universidad de Cartagena, Cartagena De Indias. Recuperado el 27 de septiembre de 2020
- Dentsply Sirona . (s.f.). *Dentsply Sirona Endodontics*. Obtenido de Dentsply Maillefer: www.dentsplymaillefer.com
- Dentsply Sirona. (11 de Febrero de 2018). *DentsPly maillefer*. Recuperado el Agosto de 2020, de Dentsply Syrona: <http://www.dentsplymaillefer.com/>
- Dimitrov, S., & Roshkev, D. (2009). Six Generation Adaptive Apex Locator. *Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dental Medicine, Medical Academy, Sofia, Bulgaria*, 75-78.
- Gagliano, V., Jimenez, L., & Aponte, R. (2016). Efectividad de Los Localizadores Electronicos de apices (estudio in vitro). *Canal Abierto*, 20-26. Recuperado el 22 de septiembre de 2020
- Garcia, G. (2011). Localizadores Apicales. *Sociedad Argentina de Endodoncia.*, 9-16. Recuperado el Agosto de 2020
- Gavilanez, J. (2016). Uso Clinico del localizador apical electronico en la determinacion de longitud de trabajo para la preparacion de conducto radicular. *Tesis de Pregrado*. Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontologia, Guayaquil.
- Gay, M. (2003). Localizadores apicales en endodoncia. . *Ustasalud*, 33-41.
- Granja, J. (s.f.). Exactitud de la longitud de trabajo mediante el uso de localizador de apice y la tecnica manual. *Tesis de Pregrado*. Facultad Piloto de Odontologia, 2015.
- Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd. (s.f.). *Woodpecker* . Obtenido de APEX LOCATOR WOODPEX III manual de instrucciones : http://www.cepamed.com/images/pdf/Woodpex_III.pdf
- Hilu, R. (2016). The Raypex 6 electronic apex locator: An in-vivo study. *Revista ADM*, 133-138. Recuperado el 23 de septiembre de 2020
- Jara, S. (s.f.). 2013. Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontologia., Guayaquil.
- Kuttler, Y. (1955). Microscopic investigation of root apexes. *The Journals of the American Dental Association*, 544-552.

- Larrea, V. A. (2019). Eficacia para determinar la longitud de trabajo entre los localizadores apicales RootZX II (Morita) vs. ProPex Pixi (dentsply). *Tesis de Pregrado*. Universidad de las Americas, Quito, Pichincha, Ecuador . Recuperado el 25 de septiembre de 2020
- Leonardo, M. R. (2005). *ENDODONCIA Tratamiento de conductos Radiculares, Principios Tecnicos y Biologicos*. . Brazil : Artes Medicas Latinoamerica.
- Lozada, P. M. (2017). Eficacia de diferentes localizadores apicales de quinta generacion en la obtencion de la longitud de trabajo. estudio in vitro. *Tesis de pregrado*. Universidad central del Ecuador, Facultad de Odontologia, Quito.
- Lucena, C., Lopez, J., & Martin, J. (2014). Accuracy of working length measurement: electronic apex locator versus cone-beam computed tomography. *Int Endod J* , 246-256.
- Luna, D. (s.f.). endodoncia: Eficacia de la tecnica propuesta por el autor de la tesis para la obtencion de longitud radicular. 2018. Universidad de Guayaquil, Facultad de odontologia, Guayaquil Ecuador.
- Magallanes, B. F. (s.f.). Estudio comparativo para determinar la longitud de trabajo ideal entre la conductometría convencional (métodos radiográficos de Ingle y de Bregman) y el localizador de ápice (Dentsply Propex Pixi). . *Tesis de Pregrado*. Universidad de Guayaquil facultad Piloto de Odontologia, Guayaquil.
- Mancilla M. (2018). Eficacia invitro de dos localizadores electronicos apicales Wood Prex III y Propex Pixi en piezas unirradiculares - Cusco. *Vis. odontol*, 34-40.
- Matzdorf, G. F. (2014). Exactitud de los localizadores electronicos apicales I-Root y Woodpex III para determinar la longitud total hasta el foramen apical: estudio in vitro. *Tesis de Postgrado*. Facultad de Odontologia de la universidad de San Carlos de Guatemala., Guatemala. Recuperado el 26 de agosto de 2020
- Mesa, F. N. (2013). Concordancia en la determinacion de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografia convencional y localizador apical de apice. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Meza, P. M. (10 de NOVIEMBRE de 2015). *Guia Para el Uso de Localizador de Foramen*. Obtenido de ODOVTOS-Int. J. Dental Sc.: <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.v0i0.22043>
- Montilla S, Z. J. (2017). Estudio in vitro del uso del localizador apical de sexta generacion como metodo de determinacion de longitud de trabajo en dientes humanos extraidos en la clinica Dr. Rene Puig Bentz de la UNPHU durante el periodo mayo-agosto del año 2016. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional Pedro Henriquez Ureña, Santo Domingo, Republica Domenicana.
- Moscoso, S., Pineda, K., Basilio, J., Alvarado, C., Roig, M., & F, D.-S. (2014). Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locator: an in vivo Study. *Med oral Patol Oral Cir Bucal*, 202-205.
- Novoa, V. A. (2011). Evaluacion In Vitro de la Precision de cuatro diferentes de localizadores de apices: ProPrex, ProPex II, Mini Apex Locator y iPex. *Tesis de Postgrado*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Olivo, C. N. (Mayo de 2016). *Estudio comparativo: precision de longitud de trabajo entre Tomografia Volumetrica Digital y Localizador apical*. Obtenido de Carlos Boveda endodoncia.: www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_63.htm
- Ortega, P. M. (2015). Estudio invitro de la exactitud del conducto radicular en piezas dentarias unirradiculares utilizando dos tipos de localizadores apicales. *Tesis de Postgrado*. Universidad de Guayaquil, Escuela de Postgrado Dr. Jose Apolo Pineda., Guayaquil.

- Plaza, K., & Ferraro, N. (Marzo de 2020). Determinacion de la longitud de trabajo mediante localizador electronico de foramen apical y CBCT a traves del Software 3D endo de Dentsply Sirona: Estudio Comparativo in vitro. *Internacional Journal of odontostomatology*, 14, 124-130. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2020000100124>
- Plaza, K., & Ferraro, N. (2020). Determinacion de la longitud de trabajo mediante localizador electronico de foramen apical y CBCT a traves del Software 3D endo de Dentsply Sirona: Estudio Comparativo in vitro. *Internacional Journal of odontostomatology*, 124-130. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2020000100124>
- Real, M. M. (s.f.). Eficacia de los localizadores de apice en el tratamiento de conductos en denticion temporal. *Tesis Doctoral* . universidad complutense de Madrid, Madrid.
- Rivas Muñoz, R. (2011). *Evolucion de los localizadores de acuerdo a sus principios electricos*. . Obtenido de IZTACALA UNAM: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas19Tecnologia/locevol5.html>
- Rivas, M. R. (24 de 09 de 2013). *Preparacion para la terapia de los conductos radiculares*. . Obtenido de Fes Iztacala: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas>
- Rodriguez, n. C., & Oporto, V. G. (2014). Determinacion de la longitud de trabajo en endodoncia. implicancias de la anatomia radicular y del sistema de canales radiculares. *Int. J. Odontostomat*, 177-183.
- Salame, S. A. (2016). Determinacion de la longitud de trabajo del conducto radicular mediante el uso del localizador de apice. *Tesis de Pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Serna, P. G. (2018). Evaluación de la precisión de los localizadores de apices Apex ID, Root ZX MINI Y Propex Pixi para determinar la longitud de trabajo. Estudio In vivo. *Tesis de Postgrado*. Universidad Autonoma de Nuevo Leon., Nuevo Leon.
- Soares, I., & Goldberg, F. (2002). *Endodoncia tecnicas y fundamentos*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana S.A.
- VDW GmbH. (31 de Mayo de 2018). *RAYPEX 6* . Obtenido de VDW GmbH: <https://www.vdw-dental.com/>
- Vera, C. A. (2017). Estudio comparativo de dos localizadores apicales para la determinacion de las perforaciones radiculares in vitro. *Tesis de Pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito.



ANEXO V.- RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: <u>Eficacia de Localizadores Apicales Electrónicos de Quinta y Sexta Generación en la determinación de la Longitud de trabajo.</u>		
Autor: <u>Roxana Arelys Chavez Mendoza</u>		
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/Carrera.	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV.	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión.	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación.	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica.	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1
Pertinencia de la investigación.	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional.	0.5	0.5
CALIFICACIÓN TOTAL *	10	10
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		
**El estudiante que obtiene una calificación menor a 7/10 en la fase de tutoría de titulación, no podrá continuar a las siguientes fases (revisión, sustentación).		


 Roberto Johnny Romero Chávez
 C.I. 0909044497
 FECHA



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGÍA
CARRERA ODONTOLOGÍA**

Guayaquil,

Sra.

Dra. MARIA TERREROS CAICEDO
DIRECTORA DE LA CARRERA ODONTOLOGIA
FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad, -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación EFICACIA DE LOS LOCALIZADORES APICALES DE QUINTA Y SEXTA GENERACION EN LA DETERMINACION DE LONGITUD DE TRABAJO del estudiante CHAVEZ MENDOZA ROXANA ARELYS, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que La estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Dr. ROBERTO ROMERO CHEVEZ
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0909044497
FECHA:

ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Roxana Arelys Chavez Mendoza		
REVISOR/TUTOR:	Dra. Davina Guerrero – Dr. Roberto Romero Chévez		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad Piloto de Odontología		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Odontología		
GRADO OBTENIDO:	Odontólogo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:		No. DE PÁGINAS:	72
ÁREAS TEMÁTICAS:			
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	localizador apical, longitud de trabajo, conductometría, foramen apical.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La determinación de la longitud de trabajo es de vital importancia en el tratamiento endodóntico y gracias a los avances tecnológicos, existen equipos e instrumentos que facilitan el trabajo, como el localizador apical electrónico que nos permite obtener una mejor precisión en la determinación de longitud de trabajo, y a través del tiempo se han ido perfeccionando, y han sido clasificados por generaciones. Objetivo: Analizar la eficacia de los localizadores apicales electrónicos de quinta y sexta generación en la determinación de longitud de trabajo. Método histórico-lógico porque se emplea este método para conocer la evolución de los localizadores apicales a través del tiempo. Métodos: bibliográfico con un diseño documental, analítico y descriptivo Técnicas: Recopilación de información, análisis de artículos científicos Conclusión: Las modificaciones que han tenido los localizadores apicales de las últimas generaciones, según estudios, generan resultados confiables al determinar la longitud de trabajo cuando el operador lo utiliza de forma correcta en conjunto con las radiografías periapicales. Recomendaciones: Se considera indispensable que se realicen más estudios comparativos entre los localizadores apicales de Quinta y Sexta generación que demuestren su eficacia.			
ADJUNTO PDF:	SI	☒	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0988091819		E-mail: arelyschavez@outlook.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad Piloto de Odontología		
	Teléfono: (5934) 2285703		
	E-mail: facultad.deodontologia@ug.edu.ec		



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES
NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGÍA
CARRERA ODONTOLOGÍA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo Roxana Arelys Chavez Mendoza, con C.I. No. 0950667345, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “Eficacia de localizadores apicales electrónicos de Quinta y Sexta Generación en la determinación de la longitud de trabajo.” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

ROXANA ARELYS CHAVEZ MENDOZA
C.I.No. 0950667345