

**EVALUACIÓN CLÍNICA DE LA EXACTITUD DE UN LOCALIZADOR APICAL EN  
DENTICIÓN DECIDUA. FASE DE ESTANDARIZACIÓN Y CALIBRACIÓN.**

**Lucero Vanessa Otálora Ladino  
Carlos Alberto Martínez Rodríguez  
Mayra Alejandra Ramírez Arias**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA - FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
BOGOTA DC.- MAYO 2019**

## HOJA DE IDENTIFICACION

**Universidad** El Bosque

**Facultad** Odontología

**Programa** Odontología

**Título:** Evaluación clínica de la exactitud de un localizador apical en dentición decidua. Fase de estandarización y calibración.

**Grupo de Investigación:** Unidad De Epidemiología Clínica Oral - UNIECLO

**Línea de investigación:** Terapia pulpar en dientes deciduos

**Tipo de investigación:** Pregrado /Grupo

**Estudiantes:** Lucero Otálora Ladino  
Carlos Martínez Rodríguez  
Mayra Ramírez Arias

**Director:** Dra. Sandra Hincapié Narváez

**Codirector/ Asesor metodológico:** Dra. Martha Cecilia Tamayo Muñoz

**Asesor estadístico:** Dr. David Díaz Báez

## **DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

<b>HERNANDO MATIZ CAMACHO</b>	Presidente del Claustro
<b>JUAN CARLOS LOPEZ TRUJILLO</b>	Presidente Consejo Directivo
<b>MARIA CLARA RANGEL G.</b>	Rector[a]
<b>RITA CECILIA PLATA DE SILVA</b>	Vicerrector[a] Académico
<b>FRANCISCO FALLA</b>	Vicerrector Administrativo
<b>MIGUEL OTERO CADENA</b>	Vicerrectoría de Investigaciones.
<b>LUIS ARTURO RODRÍGUEZ</b>	Secretario General
<b>JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS</b>	División Postgrados
<b>MARIA ROSA BUENAHORA</b>	Decana Facultad de Odontología
<b>MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL</b>	Secretaria Académica
<b>DIANA ESCOBAR</b>	Directora Área Bioclínica
<b>MARIA CLARA GONZÁLEZ</b>	Director Área comunitaria
<b>FRANCISCO PEREIRA</b>	Coordinador Área Psicosocial
<b>INGRID ISABEL MORA DIAZ</b>	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
<b>IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES</b>	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología

**“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por bendecirnos, guiarnos y darnos la oportunidad de participar en este proyecto, a nuestras familias por el apoyo incondicional durante este proceso. Agradecemos a la Doctora Sandra Hincapié directora de este trabajo de grado y a la Doctora Martha Cecilia Tamayo co-directora, quienes nos guiaron de manera personal y académica y creyeron en este proyecto. A la Universidad El Bosque por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años. Terminamos este proceso con la satisfacción de haber realizado nuestro mayor esfuerzo.

## GUÍA DE CONTENIDO

<b>Resumen</b>	
<b>Abstract</b>	
	<b>Págs.</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco teórico</b>	<b>4</b>
<b>3. Planteamiento del problema</b>	<b>20</b>
<b>4. Justificación</b>	<b>24</b>
<b>5. Situación Actual</b>	<b>25</b>
<b>6. Objetivo del estudio</b>	<b>27</b>
<b>7. Metodología del Proyecto</b>	<b>28</b>
<b>7.1. Tipo de estudio</b>	<b>28</b>
<b>7.2. Población y muestra</b>	<b>28</b>
<b>7.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información</b>	<b>29</b>
<b>7.4. Hipótesis de estudio</b>	<b>31</b>
<b>7.5 Plan de tabulación y análisis.</b>	<b>31</b>
<b>8. Consideraciones éticas.</b>	<b>33</b>
<b>a. Sustento legal</b>	<b>33</b>
<b>b. Asentimiento informado</b>	<b>34</b>
<b>c. Consentimiento informado</b>	<b>39</b>
<b>9. Resultados</b>	<b>46</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>49</b>
<b>11. Referencias</b>	<b>50</b>

## RESUMEN

### EVALUACIÓN CLÍNICA DE LA EXACTITUD DE UN LOCALIZADOR APICAL EN DENTICIÓN DECIDUA. FASE DE ESTANDARIZACIÓN Y CALIBRACIÓN

La terapia pulpar es una de las opciones de tratamiento para preservar los dientes temporales hasta su exfoliación y su éxito depende de la determinación precisa de la longitud del canal radicular o conductometría. Para ello se busca validar instrumentos para determinar una longitud de trabajo en la terapia pulpar. El localizador apical es una herramienta que permite la localización del foramen apical mediante mediciones electrónicas, diferentes estudios *in vitro* han demostrado gran exactitud y precisión del localizador apical [LA] Root ZX II en dientes con reabsorción, sin embargo, son pocos los estudios realizados *in vivo* y no se sabe si estos resultados son reproducibles. El objetivo de este estudio fue evaluar la concordancia -en términos de exactitud- de un localizador apical para la determinación de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria *in vivo*. En esta primera parte del estudio se realizó la estandarización de los métodos y la calibración de 2 evaluadores para el uso del LA. Para tal fin se usó una muestra de 5 conductos de dientes deciduos extraídos por diagnóstico de periodontitis apical y absceso periapical de niños de 4 a 7 años los cuales fueron montados en recipientes cilíndricos con solución salina. La calibración interexaminador se realizó con respecto a un evaluador experto y la calibración intraexaminador se hizo usando tres medidas sobre los mismos 5 conductos codificados a ciego para cada medición; cada una realizada con intervalo de una semana. Se utilizaron limas K 10, 15, 20 y 25 para determinar la longitud radicular, cuyos topes fueron fijados con cialocrilato una vez tomada la medición. Todas las limas fueron digitalizadas utilizando el estéreo microscopio multifoco Leica M205A - Cámara Leica MC170 HD y a partir de cada imagen se midió la longitud de cada lima desde el tope fijado hasta su ápice con el software LAS Core. La medida fue reportada en micras, y los resultados fueron evaluados a través del Coeficiente de Correlación Intraclase [CCI] con IC del 95%. Se logró una calibración interexaminador CCI de 0.96-0.97 y intraexaminador CCI 0.94-0.99.

**Palabras clave:** Localizador apical, Terapia pulpar, Dentición decidua, Calibración examinadores

## ABSTRACT

### CLINICAL EVALUATION OF THE PRECISION OF AN APEX LOCATOR ON DECIDUOUS TEETH. STANDARDISATION AND CALIBRATION PHASE

Pulp therapy is a treatment option for preservation of temporary teeth until their shedding and its success depends on the precise determination of the length of the radicular canal or conductometry; for this, instrument validation is sought in order to determine a length of intervention of a pulp therapy. The apex locator is a tool which reveals the position of the apical foramen by means of electronic measurements; different in vitro studies have demonstrated the preciseness of the Root ZX II localiser on teeth with resorption. However, there are few in vivo studies and it is not known if these are reproducible. The objective of this study was to evaluate the concordance – in terms of preciseness – of an apex locator to determine apical constriction in the establishment of a definitive intervention length of pulp therapy on in vivo primary dentition. Standardisation and calibration of two evaluators for the locator was carried out in this phase of the study. A sample of five deciduous teeth canals extracted due to apical periodontitis and peri-apical abscess – mounted in cylindrical containers with saline solution – from children between four and seven years of age. The inter-examiner calibration was done with relation to an expert evaluator using three measurements of the five samples, blind-codified for each measurement and each carried out with a weekly interval. K10, 15, 20, and 25 files were used in order to determine length, fixing the lengths with cyanoacrylate afterwards. All files were digitised using the Leica M205A multi-focus stereo microscope - Leica MC170 HD camera and length of each file from limit to apex was measured from the images with LAS Core software. Dimensions were reported in microns and results evaluated with the intra-class coefficient co-relation ICC with IC of 95%. An inter-examiner calibration of ICC 0.96-0.97 and intra-examiner of ICC 0.94-0.99 were achieved

**Key words:** apex locator, pulp therapy, deciduous teeth, examiner calibration.

## 1. Introducción

La terapia pulpar es una de las opciones de tratamiento para preservar los dientes temporales hasta su exfoliación, frente a irritantes irreversibles como son las infecciones locales por caries o trauma (Kumar *et al.*,2016), este tratamiento busca lograr la buena limpieza y preparación de los canales radiculares y su éxito depende de la determinación precisa de la longitud del canal radicular o conductometría, que se define como la distancia que existe entre un punto de referencia coronal y la constricción apical (Weine 1997, Selzer *et al.*, 1973), lo que se quiere evitar son inconvenientes como perforaciones apicales, sobre o sub obturaciones y alteraciones al germen permanente ocasionando con esto, tratamientos de endodoncia mal terminados, lo cual puede ocasionar el fracaso del procedimiento endodóntico (Fortich, 2013, Flores 2004).

Para ello se busca validar instrumentos para determinar una longitud de trabajo en la terapia pulpar. (Fortich, 2013). Actualmente se usan diferentes métodos para determinar la longitud radicular, la literatura recomienda dos posiciones válidas para la longitud de trabajo; en la unión dentinocementaria o en el foramen apical (Mandlik *et al.*,2013). Los métodos utilizados son, la radiografía convencional, la radiovisiografía, la tomografía computarizada y el localizador apical electrónico (Kumar *et al.*,2016, Oznurhan *et al.*,2015, Aguilar *et al.*,2011, Cohen *et al.*,2011, Bergenholtz *et al.*, 2014, Ward,2002, Dammaschke,2010, Olson *et al.*,1991). La radiografía es la técnica más común para determinar longitud de trabajo ya que proporciona información sobre la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales. Sin embargo, esta técnica tiene algunas desventajas y limitaciones, como el acceso limitado a la boca de los niños, la falta de cooperación del paciente, el aumento del tiempo de las citas y la exposición de los niños a radiación. Además, la técnica es sensible y está sujeta a interpretaciones del operador por problemas de calidad como la distorsión (Oznurhan *et al.*,2015, Shabahang, 1999, Cardenas, 2003, Aguilar *et al.*,2011, Cohen *et al.*,2011, Bergenholtz *et al.*, 2014, Ward, 2002, Dammaschke, 2010, Keller *et al.*,1991, Surmont *et al.*,1992, ElAyouti *et al.*,2002, Hoer y Attin, 2004).

El localizador apical (LA) es una herramienta que permite la localización del foramen mediante mediciones electrónicas (Suzuki, 1942, Sunada 1962). El método electrónico para la determinación de la longitud radicular fue propuesto por Sunada., (1962) y ha sido

ampliamente desarrollado. Su eficacia en dentición permanente está demostrada y es un procedimiento totalmente aceptado (Gómez *et al.*, 2011, Oznurhan *et al.*, 2015, Shabahang, 1999, Cardenas, 2003).

Dependiendo de su funcionamiento y limitaciones los localizadores apicales han sido clasificados en diferentes generaciones; La primera generación se basaba en la teoría de la resistencia eléctrica que requiere que el conducto se encuentre limpio y seco; (Suzuki, 1942, Sunada 1962) posteriormente aparecen los localizadores de segunda generación o de tipo impedancia con los que se realizaba la medición de las diferentes presiones dentro del conducto en el momento de acercarse a la constricción apical. La tercera generación se encarga de medir la impedancia a dos frecuencias eléctricas distintas. (Kobayashi *et al.*, 1991) A su vez, los localizadores de cuarta generación trabajan con dos frecuencias diferentes entre sí, utilizando una sola a la vez y eliminando la necesidad de filtros que separen las diferentes frecuencias, mientras que en los de quinta generación la energía de la señal se mide con frecuencias múltiples. (Moscoso *et al.*, 2013).

El uso del localizador apical en dientes deciduos ha sido evaluado en diferentes estudios en los que se compara: la exactitud del localizador apical electrónico con respecto a la radiografía convencional para la determinación de la longitud del canal radicular mediante la comparación con las medidas reales obtenidas por la visualización directa. (Bhat *et al.*, Jafarzadeh *et al.*, 2017, Satishkumar y Sreedharan 2012, Kaufman *et al.*, 2002, Haffner *et al.*, 2005, Venturi & Breschi, 2005, Plotino *et al.*, 2006) Los métodos electrónicos y radiográficos mostraron una alta correlación y concordancia con las medidas reales (Coeficiente de correlación intra-clase ICC=0.98 y 0.99 respectivamente) resultando que los localizadores apicales tenían mayor precisión en la determinación de la longitud del conducto radicular que las radiografías (Beltrame *et al.*, 2011, Neena *et al.*, 2011, Bhat *et al.*, Jafarzadeh *et al.*, 2017, Satishkumar y Sreedharan 2012)

El Root ZX se ha presentado recientemente como un dispositivo capaz de localizar el foramen apical con precisión en presencia de hipoclorito de sodio, sangre, agua, anestésico local y tejidos pulpaes. Se encontró una alta correlación (ICC = 0.99 y 0.95, entre las medidas de la longitud real de trabajo y las obtenidas ex vivo con diferentes localizadores apicales, entre ellos, el Root ZX en incisivos primarios y molares con diferentes etapas de resorción

fisiológica de la raíz.(Leonardo *et al.*,2008, Leonardo *et al.*,2009). Otros estudios reportan que el Root ZX se ha utilizado para la determinación de la longitud de trabajo en los dientes con reabsorción apical arrojando una exactitud en 62,7 % de los casos con una clínica tolerancia de  $\pm 0,5$  mm, se reporta que esté pudo determinar el extremo de la raíz a pesar de la presencia de reabsorción, en estos estudios se tuvo en cuenta componentes como el tipo de raíz o de diente, si eran incisivos o molares; además el estado de la pulpa, ya que esta se comportaba como un factor fundamental si se encontraba necrótico o vital y finalmente se evaluó si las reabsorciones periapicales parciales influían en la determinación de la longitud de trabajo. El Root ZX, así como el ZX II, fueron capaces de determinar con precisión la longitud del canal radicular, en dientes multirradiculares sin importar la presencia o no de reabsorción fisiológica. (Fortich, 2013, Subramaniam, 2005 & Saritha *et al.*, 2012, Katz *et al.*, 1996, Shabahang, 1996, Mente *et al.*, 2002, Subramaniam *et al.*, 2005, Bodur *et al.* 2008, Mello-Moura *et al.*, 2010, Neena *et al.*, 2011, Odabas *et al.*, 2011, Beltrame *et al.*, 2011, Krishnan&Sreedharan 2012, Chougule *et al.*, 2012).

Diferentes estudios *in vitro* han demostrado gran precisión y exactitud del Root ZX II en dientes con reabsorción en comparación con el gold estándar, que es la longitud real del conducto [ARCL] mediante la observación con el microscopio quirúrgico de endodoncia de la salida de la lima a través del ápice, como punto límite de la constricción dentinocemental. Sin embargo, son pocos los estudios realizados *in vivo* y no se sabe si estos resultados son reproducibles, por lo tanto, se busca determinar la exactitud de un localizador apical para la determinación de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria *in vivo*. (Filho *et al.*, 2011, Leonardo *et al.*, 2017, Mello *et al.*,2012, Saritha *et al.*, 2012). Por lo tanto el objetivo del presente estudio es determinar la exactitud de un localizador apical para la determinación de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria *in vivo*.

## 2. Marco teórico

### Resumen de búsqueda de información

*Se definieron las siguientes variables*

*Localizador apical:* método electrónico para determinar la longitud real del diente por medio de la diferencia de potencial electrónico entre el complejo dentinocementario y el ligamento periodontal (Meza, 2015)

*Conductometria:* distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto donde termina la preparación y obturación del canal radicular" (Martínez, 1998).

*Radiografía:* La radiografía es la más común para determinar longitud de trabajo gracias a que proporciona información sobre la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales. (Oznurhan *et al.*,2015)

*Dientes deciduos:* Los dientes de la primera dentición, que luego de exfoliar son reemplazados por los dientes permanentes. Introducido como termino MeSH en 1.965

*Concordancia:* Una medida de precisión, exactitud o corrección científica de los valores cuantitativos o cualitativos, en relación con las mediciones reales o verdaderas. Introducido como termino MeSH en 2.016

*Pulpectomia:* Procedimiento dental en el que se retira toda la pulpa tanto de la corona (cameral) y la de las raíces de un diente. Introducido como termino MeSH en 1.965

Se consultaron las siguientes bases de datos: PUBMED, MEDLINE

Se utilizaron las siguientes palabras clave: Apex locator, Root canal therapies, Root canal preparation, Pulpectomy, Radiography, Deciduous dentition, Accuracy, Concordance. Agreement.

Se utilizaron las siguientes estrategias de búsqueda:

Estrategias de búsqueda #1

- #1 Root canal therapies OR Root canal preparation OR diagnostic x ray
- #2 Data Accuracies OR Concordance OR Agreement
- #3 Deciduous dentition OR Tooth, Deciduous OR Dentition, Primary OR permanent Teeth

#1 OR #2 Root canal therapies OR Root canal preparation OR diagnostic x ray OR Data Accuracies OR Concordance OR Agreement

#1 OR #2 Root canal therapies OR Root canal preparation OR diagnostic x ray OR Data Accuracies OR Concordance OR Agreement AND Deciduous dentition OR Tooth, Deciduous OR Dentition, Primary OR permanent Teeth  
AND #3

#4  
**Estrategia final** ((((((Root canal therapies) OR Root canal preparation) OR diagnostic x ray)) OR (((Data Accuracies) OR Concordance) OR Agreement))) AND (((Deciduous dentition) OR Tooth, Deciduous) OR Dentition, Primary) OR permanent Teeth)

#### Estrategias de búsqueda #2

#1 Deciduous dentition AND root canal preparation AND apex locator

**Estrategia final** ((Deciduous dentition) AND root canal preparation) AND apex locator

Se buscaron los siguientes tipos de estudio: evaluación de pruebas diagnósticas-características operativas de las pruebas, evaluación de pruebas diagnósticas con análisis de concordancia, estudios *in vitro* y clínicos *in vivo*, se realizó búsqueda manual de artículos referenciados en revisiones sistemáticas (Aguilar & Linsuwanont, 2011. Ahmad & Pani, 2015) a partir de las cuales se seleccionaron 8 de artículos originales.

No hubo restricción de lenguaje ni de fechas de publicación.

De la estrategia de búsqueda 1 se encontraron 593 artículos en la base de datos Pubmed; de los cuales fueron seleccionados por título y abstract 79 y de estos se seleccionaron 41 por relevancia.

De la estrategia de búsqueda 2 se encontraron 13 artículos en la base de datos Pubmed; de los cuales fueron seleccionados por título y abstract la totalidad de los artículos.

#### **Marco de referencia**

Si bien es cierto que los dientes temporales, como su propio nombre indica, únicamente tienen una función durante un tiempo determinado, hay que tener en cuenta que serán muy importantes en el desarrollo del paciente pediátrico puesto que esta dentición otorga

funcionalidad y estética. Sin embargo, esta no es la única razón por la cual se debe cuidar estos dientes puesto que en caso de que se produzca una pérdida prematura de los dientes temporales hay que decir que los dientes permanentes presentes tendrán a desplazarse hacia los espacios vacíos generando pérdida de espacio de las arcadas dificultando la erupción de los dientes permanentes. De esta forma se puede decir que no atender o cuidar los dientes temporales no solamente se reflejará en una deficiente funcionalidad o estética dental durante la niñez, sino que además causará problemas irreparables relacionados con la erupción de los dientes permanentes (Mente *et al.*, 2002, Subramaniam *et al.*, 2005, Bodur *et al.* 2008, Mello-Moura *et al.*, 2010, Neena *et al.*, 2011, Odabas *et al.*, 2011, Beltrame *et al.*, 2011, Krishnan&Sreedharan 2012, Chougule *et al.*, 2012)

En presencia de lesiones cariosas y ante lesiones pulpares irreparables se requieren terapias pulpares que permitan mantener los dientes temporales un boca el tiempo necesario hasta su exfoliación. La terapia pulpar se usa comúnmente en odontología pediátrica con técnicas que varían según las necesidades del paciente y la situación dental que se va a tratar. Se pueden utilizar diferentes tratamientos: tratamiento indirecto de la pulpa (IPT), recubrimiento pulpar directo (DPC) y pulpotomía o pulpectomía. Un diagnóstico preciso del estado de la vitalidad de la pulpa es importante para el éxito de cada tratamiento, e implica la evaluación clínica y radiográfica del diente. Los principales objetivos de la terapia pulpar son mantener la vitalidad de la pulpa, promover la reparación de la pulpa y mantener los dientes primarios hasta su tiempo de exfoliación. Preservar los dientes, en lugar de extraerlos, tiene muchos beneficios, como mantener la integridad del arco al conservar el espacio y ayudar a la función masticatoria, así como proporcionar beneficios estéticos y psicológicos para el niño en crecimiento (Hincapié *et al.*,2014).

La pulpectomia es una de las opciones de tratamiento para preservar los dientes temporales hasta su exfoliación, frente a irritantes irreversibles como son infecciones locales por caries o trauma, este tratamiento busca la buena limpieza y preparación de los canales radiculares para una posterior obturación. El éxito de este tratamiento depende de la determinación precisa de la longitud del canal radicular o conductometría (Kumar *et al.*,2016).

La pulpectomía se refiere a un procedimiento de endodoncia común, indicado para los dientes primarios o permanentes con pulpas radiculares inflamadas o necróticas

irreversibles (Barcelos *et al.*,2011). La pulpectomía está indicada cuando la pulpa radicular presenta un daño irreversible o ha perdido la vitalidad. A menudo se considera que la técnica es impracticable debido a la dificultad para obtener un acceso adecuado a los conductos radiculares y a la complejidad de los canales radiculares en los molares primarios (Ilewelyn *et al.*,2000).

El gran desafío para la aplicación de la terapia endodóntica en dientes deciduos ha sido la correcta determinación de la longitud de trabajo, reportada por diferentes autores como la distancia de un punto coronal hasta la unión amelo cementaria, la cual se encuentra a 0,5 o 1mm del foramen apical, descrita como conductometria. (Bhat *et al.*, Jafarzadeh *et al.*, 2017)

La conductometria es el método por el cual se determina la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto donde terminará la preparación del canal radicular es decir la constricción dentino cementaria (CDC) (Martínez, 1998). Actualmente se usan diferentes métodos para determinar la longitud radicular, en los que se encuentran, la radiografía convencional, la radiovisiografía, la tomografía computarizada y el localizador apical electrónico (Kumar *et al.*,2016). La radiografía es la técnica más común para determinar longitud de trabajo ya que proporciona información sobre la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales. Sin embargo, esta técnica tiene algunas desventajas y limitaciones, como el acceso limitado a la boca de los niños, la falta de cooperación del paciente, el aumento del tiempo de las citas y la exposición de los niños a radiación. Además, la técnica es sensible y está sujeta a interpretaciones del operador por problemas de calidad como la distorsión (Oznurhan *et al.*,2015).

A través de la conductometria se conoce la longitud del diente desde un punto de referencia, ya sea el borde incisal en el caso de dientes anteriores, o una cúspide en el caso de dientes posteriores hasta la unión cemento-dentina-conducto (CDC) la cual se encuentra aproximadamente a 1 mm del vértice anatómico del diente. La determinación correcta de la conductometria es un paso muy importante, ya que va a indicar el límite apical de nuestra preparación con las limas, y el de la obturación con las puntas de gutapercha. El error en este paso clínico nos puede llevar a trabajar más allá del foramen apical o antes del mismo, ocasionando con esto, tratamientos de endodoncia mal terminados, lo cual puede ocasionar el fracaso del procedimiento endodóntico (Flores 2004).

La determinación correcta de la longitud de trabajo es uno de los pasos iniciales, vitales en la terapia de endodoncia, sin embargo, ubicar la posición apical apropiada siempre ha sido un desafío en la endodoncia clínica. La literatura recomienda dos posiciones válidas para la longitud de trabajo; en la unión dentinocementaria o en el foramen apical (Mandlik *et al.*,2013).

La CDC es el límite apical fisiológico ideal de la longitud de trabajo, sin embargo, la unión dentinocementaria es una entidad histológica, con extensiones variables del cemento en el conducto radicular por lo tanto, el otro punto de referencia anatómica para limitar la instrumentación es la constricción apical (Mandlik *et al.*,2013).

La determinación de la longitud del conducto radicular se realiza a través de diferentes *métodos* tales como el radiográfico o con el uso de localizadores apicales.

La radiografía (RG) es la técnica más común para determinar la longitud de trabajo y además proporciona información sobre la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales. Pero la técnica tiene algunas desventajas y limitaciones, como el acceso limitado a la boca de los niños, la poca cooperación de los pacientes, un mayor tiempo de cita, pero las radiografías exigen exponer al paciente a la radiación ionizante, Además, la técnica es sensible y está sujeta a la interpretación del operador y problemas de calidad tales como distorsión y magnificación. Como la imagen radiográfica es bidimensional y el diente y el área perirradicular son tridimensionales, pueden existir distorsiones y errores en la evaluación de las mediciones de longitud de trabajo, y en ocasiones la posición de la constricción apical o el foramen principal no puede detectarse (Oznurhan *et al.*,2015).

Tradicionalmente, la radiografía ha sido el método más utilizado para obtener información sobre la anatomía del conducto radicular y sus tejidos circundantes (Forsberg, 1987. Bramante & Berbert 1974) Sin embargo, la medición de la longitud de trabajo realizada radiográficamente presenta varias limitaciones, a saber, la exposición a la radiación (Katz *et al.*, 1991), el gasto de tiempo y la dificultad de interpretación porque es una imagen bidimensional que a menudo se superpone con estructuras anatómicas (Tamse *et al.*, 1980) y está sujeta a la interpretación del observador (Cox *et al.*, 1991).

Diferentes autores reportan que los criterios clínicos y radiográficos son los dos principales indicadores para un tratamiento exitoso (Aguilar et al.,2011, Cohen *et al.*,2011, Bergenholtz *et al.*, 2014, Ward,2002, Dammaschke,2010)

La evaluación clínica y las radiografías periapicales, han sido métodos tradicionalmente avalados por ensayos clínicos aleatorizados y revisiones sistemáticas como criterios para el éxito del tratamiento endodóntico (Paredes *et al.*,2012, Wu *et al.*,2009). Además, la presencia o ausencia de lesión periapical preoperatoria, el aislamiento completo del campo operatorio, la densidad y extensión del relleno del conducto radicular y la calidad del sello coronal han sido identificados como factores que influyen en el pronóstico del tratamiento (Hoskinson et al.,2002, Marquis *et al.*,2006, Imura *et al.*, 2007, Ricucci *et al.*, 2011). Sin embargo, las radiografías periapicales, que proyecta imágenes bidimensionales (2D) de estructuras tridimensionales como dientes y huesos maxilares, proporciona una evaluación limitada de lesiones periapicales que podría llevar a una sobreestimación de la tasa de éxito del tratamiento (Wu *et al.*, 2009, Hoskinson *et al.*, 2002, Marquis *et al.*, 2006, Imura *et al.*, 2007, Ricucci *et al.*, 2011, Webber, 1999).

La exposición a Rayos X de los pacientes y la variante morfología de la dentición primaria en particular los molares, hacen que la radiografía represente un problema asociado a la reabsorción radicular y su influencia con la forma, dimensión y posición del ápice radicular que dificulta la localización del CDC radiográficamente (Katz *et al.* 1996, Shabahang, 1996)

La determinación radiográfica ha sido utilizada durante muchos años. El ápice radiográfico se define como el final anatómico de la raíz como aparece en la radiografía, mientras que el foramen apical es la región donde el canal sale de la superficie radicular cerca del ligamento periodontal. Cuando el foramen apical sale por un lado de la raíz hacia la superficie bucal o lingual, es difícil de ver en una radiografía. Oslon *et al.*, 1.991 encontraron que, poniendo limas en el foramen de dientes extraídos, sólo el 82% aparecía en el foramen apical. El hueso denso y las estructuras anatómicas pueden hacer imposible la visualización de las limas en el canal radicular. Se ha demostrado que la superposición del arco cigomático interfiere radiográficamente en un 20% de los ápices de los primeros molares maxilares y en un 42% de los ápices de los segundos molares. La radiografía proporciona una imagen en dos dimensiones de una estructura tridimensional. (Gómez *et al.*, 2017)

La anatomía endodóntica de los dientes primarios, en particular de los molares, es difícil de predecir debido al balance de reabsorción y a la deposición de tejidos duros. Por esta razón, la localización exacta del ápice radicular es difícil de determinar. Para minimizar la lesión periapical y el posible daño del diente sucedáneo, la longitud radicular debe ser determinada cuidadosamente sin exceder el ápice (Gómez *et al.*, 2017).

La determinación radiográfica de la longitud del canal radicular puede dar resultados erróneos cuando están presentes canales laterales. Por otro lado, uno de los aspectos críticos a la hora de realizar una pulpectomía es la presencia de reabsorción radicular. Grados menores de reabsorción podrían no ser obvios en una radiografía. La determinación electrónica de la longitud radicular podría resultar de gran ayuda para superar las limitaciones del examen radiográfico de dientes con reabsorción (Gómez *et al.*, 2017).

La tomografía computarizada con haz de cono (CBCT, por sus siglas en inglés) es un método radiográfico que construye imágenes de forma tridimensional (planos axial, coronal y sagital), proporcionando una serie de ventajas en el diagnóstico, la planificación y el seguimiento de los casos. Se ha informado sobre su capacidad para detectar lesiones periapicales con mayor frecuencia en comparación con las radiografías periapicales (Tyndall DA *et al.*, 2012, Paula-Silva FW *et al.*, 2009). Sin embargo, varios autores han sugerido la necesidad de reevaluar el éxito del tratamiento endodóntico con estudios longitudinales y seguimiento a largo plazo mediante el uso de CBCT como criterios de evaluación estrictos. (Tyndall DA *et al.*, 2012, Paula-Silva FW *et al.*, 2009).

Debido a las dificultades que representa el uso de radiografías para la determinación de la longitud definitiva en la terapia endodóntica, surgen los localizadores apicales, que son instrumentos electrónicos que brindan información objetiva y muy exacta de la longitud de los conductos radiculares desde un punto de referencia coronal hasta la constricción dentinocementaria (CDC), calculando así lo que se conoce como longitud de trabajo (Weine, 1997). El concepto de la medición de la longitud de trabajo de los canales radiculares utilizando un dispositivo de localización apical surgió en 1942, y fue descrito por Suzuki (Kqiku *et al.*, 2011), mientras que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral fue descrita por Sunada en 1962 (Jarad *et al.*, Kqiku *et al.*, 2011).

Durante más de 40 años, los localizadores apicales electrónicos, se han utilizado para determinar la longitud el canal radicular. Su implementación se basa en el principio de resistencia, impedancia y frecuencia, principalmente basan sus mediciones en la diferencia entre la carga eléctrica de los tejidos del ligamento periodontal y cualquier punto del interior del conducto (McDonald, 1992, Hasegawa *et al.*, 1985, Glossary of Endodontic Terms, 2016). La impedancia es definida en la terapia pulpar como la carga eléctrica generada por el tejido periodontal y apical, a la diferencia de la carga eléctrica generada por el instrumento presente en el conducto radicular (Olmos *et al.*, 2008). La precisión de los localizadores apicales electrónicos está influenciada por dos factores, uno el contenido de humedad en los canales radiculares y dos el diámetro del foramen apical (Angwaravong & Panitvisai, 2009).

Los localizadores electrónicos ápicales basados en la impedancia, fueron descritos por Hasegawa *et al.*, 1985, como “instrumento que induce la resistencia eléctrica (impedancia) cuando existe un pequeño tubo y una perforación hecha de material aislante en un electrolito. Entre más largo y más pequeño sea el tubo, mayor se vuelve la resistencia”. En la aplicación de este fenómeno al principio del cual opera estos localizadores, el diente simplemente se vuelve un tubo hueco largo de pequeño diámetro con baja resistencia en la porción coronal, y un alto valor de resistencia en la región apical de la dentina transparente (la dentina transparente aumenta su longitud en forma apical a coronal con la edad, sus túbulos dentinales son obliterados por cristales radio pacos que son idénticos a la dentina intertubular). Al final del tubo, que corresponde al extremo del diente, hay una fuerte disminución en el valor de la resistencia inducida. El extremo del tubo es el análogo del foramen apical. Al utilizar una lima su punta es infinitamente pequeña en comparación con el área total de la lima. Esto permite la detección de la impedancia inducida por un tubo, incluso en presencia de soluciones de electros sea conductivo (Hasegawa *et al.*, 1985)

La impedancia es definida en la terapia pulpar como la carga eléctrica generada por el tejido periodontal y apical, a la diferencia de la carga eléctrica generada por el instrumento presente en el conducto radicular (Olmos *et al.*, 2008). En dentición decidua la determinación de la longitud de trabajo usando el localizador apical está influenciada por la presencia de conductos accesorios, el diámetro mayor del foramen apical por procesos de reabsorción radicular. (Fortich, 2013).

En dentición decidua la determinación de la longitud de trabajo usando el localizador apical está influenciada por la presencia de conductos accesorios y el diámetro mayor del foramen apical por procesos de reabsorción radicular (Fortich, 2013).

Históricamente los localizadores apicales fueron creados, a partir de Suzuki en 1942 donde encontró que la resistencia eléctrica de la membrana periodontal y de la mucosa oral, comparten un valor constante de ~6.5 kiloOhms. (Suzuki, 1942), que puede ser utilizado para medir la longitud del canal, Sunada en 1962 basado en los hallazgos de Suzuki; concluyó que cuando una lima era conectada a un ohmeter y se insertaba en el canal hasta que el aparato registraba 40 $\mu$ A; la punta del instrumento estaba contactando precisamente el ligamento periodontal en el foramen apical del canal radicular, independientemente de la edad del paciente, el sexo o la forma de los dientes. (Sunada, 1962).

A partir de los hallazgos anteriores, en los años sesenta se creó una primera generación de localizadores apicales, basados en la teoría de resistencia eléctrica, cuyo funcionamiento requería el conducto limpio y seco, representando un inconveniente para el operador. Entre ellos se encuentran: Exact – apex®, ApexFinder®, el Sonoexplorer Mark I® y el Sonoexplorer Mark II® (Suzuki, 1942).

La primera referencia del uso de un aparato electrónico para la medición del conducto radicular es de Custer en 1916. Sunada en 1958 creó el método electrónico para determinar la longitud real del diente por medio de la diferencia de potencial eléctrico entre el complejo dentinocementario y el ligamento periodontal, sin embargo, los resultados no eran confiables con el conducto húmedo ya que cerraba la corriente antes de la localización del foramen, algunos de estos aparatos son el Sono-Explorer, EAC, Forameter, Neosono –D, Apex Finder, entre otros, conocidos como “de tipo resistencia” o de primera generación (Meza, 2015, Suzuki, 1942)

Debido a las limitaciones que presentaron los localizadores de primera generación, en los años sucesivos Ushiyama en 1983 y Yamahoka *et al.* en 1989 desarrollaron la segunda generación de localizadores de ápice basado en la impedancia, es decir, la capacidad de los materiales de impedir el paso de la corriente eléctrica, entre ellos se encuentra el Electronic

Ohmeter y el Endocater, representaron un gran avance y reportaron altos porcentajes de acierto (Meza, 2015; Hasegawa *et al.*, 1986)

Saito & Yamashita, (1990) generaron un nuevo principio dando lugar a los localizadores apicales de tercera generación que utilizaban tanto la resistencia como la impedancia. Utilizaron una corriente eléctrica alternada de dos frecuencias, de -1KHz y 5KHZ en los primeros modelos, comprobando que las diferentes regiones del conducto tenían diferentes impedancias. Los localizadores poseen dos electrodos, uno se adapta al labio inferior del paciente y el otro se ajusta al instrumento endodóntico; con la introducción de la lima en sentido apical aumentará la discrepancia entre los valores de impedancia, siendo máxima en apical, junto con un registro en un visor y una alarma sonora que indica esta posición (Meza, 2015, Kobayashi, 1985) Así, demostraron que en la porción coronal la impedancia era mínima y que en la constricción apical era máxima, cambiando súbitamente al llegar al tejido periapical, además para que se cumpliera esto no era necesario que el conducto estuviera seco, siendo ésta una de las grandes ventajas de los aparatos que utilizan este principio, pudiendo ser utilizados en presencia de pus, secreciones y tejido pulpar, aumentando la confiabilidad, incluso se afirma que los localizadores de nueva generación se pueden utilizar en medio húmedo, incluso con líquidos electroconductores (Meza, 2015; Moscoso *et al.*, 2013)

Hacia el año 2002 los localizadores electrónicos de cuarta generación se introdujeron en el mercado: Bingo 1020® (Ray-Pex 4). De acuerdo a los fabricantes estos trabajaban de manera similar a los de tipo impedancia, con dos frecuencias, pero diferentes entre sí; para así utilizar una sola a la vez y eliminar la necesidad de filtros que separen las diferentes frecuencias, aumentando la precisión de la medición (Kaufman *et al.*, 2002, Moscoso *et al.*, 2013)

La quinta generación de localizadores es basada en multifrecuencia, en lugar de utilizar la amplitud de la señal como para los otros dispositivos, en este caso la energía de la señal se mide con frecuencias múltiples posee un sistema operativo de frecuencia de 0,1 mm de longitud, funciona tanto en canales secos como en húmedos, auto calibración el panel LCD puede mostrar el movimiento de la lima en el canal sistema de señales acústicas volumen

ajustable del indicador de sonido, excelencia en la determinación de la longitud de trabajo viene con 5 configuraciones diferentes de ajuste apical. (Meza, 2015; Moscoso *et al.*, 2013)

El Localizador apical de sexta generación único con diseño de 3D color en su pantalla táctil, posee una visualización de la zona apical y determinación exacta de la longitud. Permite marcar una posición individual de referencia predeterminada a la distancia requerida del ápice. RAYPEX zoom apical muestra la sección ampliada entre la constricción apical y el foramen apical. (Moscoso *et al.*, 2013)

Los localizadores apicales en dientes permanentes supusieron un importante avance para la determinación de la longitud radicular. El método electrónico para la determinación de la longitud radicular fue propuesto por Sunada en 1962 y ha sido ampliamente desarrollado hasta nuestros días. Hoy en día, su eficacia en dentición permanente está demostrada y es un procedimiento totalmente aceptado (Gómez *et al.*, 2011)

Sin embargo, diferentes autores reportan que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el uso de la radiografía convencional y el uso de localizadores apicales (Khandewal *et al.*, 2015. Yilmaz *et al.*, 2017. de Morais *et al.*, 2016).

Los estudios justifican el uso de los localizadores apicales en la reducción significativa de la exposición del paciente a la radiación y también atribuyen su uso a que el método electrónico puede tener un mejor rendimiento en la determinación de la longitud de trabajo. Proponiendo que se debe realizar al menos un control radiográfico para detectar posibles errores de los dispositivos electrónicos (Forsberg, 1987. Bramante & Berbert 1974. Katz *et al.*, 1991. Cox *et al.*, 1991. Tamse *et al.*, 1980)

Varios estudios in vivo y ex vivo se han llevado a cabo con diversos localizadores apicales disponibles comercialmente para determinar su exactitud y se encontró que la exactitud de los Localizadores apicales de reciente generación fue de aproximadamente un 90%. Estudios in vitro utilizan materiales electroconductivos para simular las condiciones clínicas. Los investigadores han encontrado que algunos medios como el agar, solución salina y alginato, dan resultados previsibles con los localizadores apicales en cuanto a la longitud real del diente. La presencia de electrolitos en el conducto radicular y el diámetro del foramen apical (ápices inmaduros o abiertos, cuyas paredes no están completamente formadas, pueden dar

lecturas poco confiables, ya que la lectura del localizador se da al llegar a la unión cemento-dentina o salida del foramen) son los dos principales factores que pueden afectar la precisión del Localizadores apicales. (Gómez *et al.*, 2011)

El uso del localizador apical ha sido evaluado en diferentes estudios en dientes deciduos en los que se compara: la exactitud del localizador apical electrónico con respecto a la radiografía convencional para la determinación de la longitud del canal radicular mediante la comparación con las medidas reales obtenidas por la visualización directa. (Bhat *et al.*, Jafarzadeh *et al.*, 2017, Satishkumar y Sreedharan 2012) Los métodos electrónicos y radiográficos mostraron una alta correlación y concordancia con las medidas reales (Coeficiente de correlación intra-clase ICC=0.98 y 0.99 respectivamente) resultando que los localizadores apicales tenían mayor precisión en la determinación de la longitud del conducto radicular que las radiografías (Beltrame *et al.*, 2011). Según (Neena *et al.*, 2011) no se ha encontrado evidencia científica que muestre una mayor eficacia, por su deficiente justificación en estudios in vivo y no se conoce la variabilidad entre los resultados in vitro y clínicos del localizador apical. Comparándolo con la radiografía convencional la principal variable es la ubicación del ápice radicular y la reabsorción apical junto con la aparente pérdida del tejido periodontal que rodea al diente (Saritha *et al.*, 2012) pero justifican su uso con la disminución significativa en la irradiación producida al paciente durante la toma de la radiografía periapical.

(Subramaniam, 2005 & Saritha *et al.*, 2012), explicaron que la precisión del Root ZX para la determinación de la longitud de trabajo en los dientes con reabsorción apical era exacta en 62,7 % de los casos con una clínica tolerancia de  $\pm 0,5$  mm, Informaron que el Root ZX podía determinar el extremo de la raíz a pesar de la presencia de reabsorción, en estos estudios se tuvo en cuenta componentes como el tipo de raíz o de diente, si eran incisivos o molares; además el estado de la pulpa, ya que esta se comportaba como un factor fundamental si se encontraba necrótico o vital y finalmente se evaluó si las reabsorciones periapicales parciales influían en la determinación de la longitud de trabajo. El Root ZX, así como el ZX II, fueron capaces de determinar con precisión la longitud del canal radicular, en dientes multirradiculares sin importar la presencia o no de reabsorción fisiológica. Diferentes

investigaciones anteriores indican que la precisión del Root ZX EAL no es influenciada por el tipo de electrolito (Fortich, 2013).

Para realizar terapias pulpares en dientes primarios es imprescindible conocer la anatomía de la cámara pulpar y de los conductos; El incisivo central superior tiene una amplia cámara pulpar con 2 o 3 proyecciones (cuernos pulpares) hacia el borde incisal. A su vez, el incisivo lateral presenta la cámara pulpar más pequeña. Los incisivos superiores normalmente tienen una única raíz, la cual es larga, achatada mesiodistalmente y de forma cónica. Los conductos de los incisivos centrales y laterales son únicos, redondos y en ocasiones comprimidos en sentido mesiodistal; En cuanto a las ramificaciones apicales o conductos accesorios son escasos en estos dientes (Fortich, 2013).

En los caninos superiores, la cámara pulpar y el conducto radicular siguen la morfología externa del diente con el cuerno pulpar central prominente. Tienen una única raíz inclinada hacia distal a partir del tercio medio hacia apical y su tamaño aproximadamente es dos veces la extensión de la corona en sentido inciso cervical. Así mismo tienen un solo conducto, la luz del mismo está comprimida en dirección mesiodistal; siendo escasos los conductos accesorios (Neena *et al.*, 2011)

Con relación a los molares superiores primarios, generalmente tienen 3 y 4 o incluso 5 cuernos pulpares localizados bajo las respectivas cúspides. El cuerno pulpar más prominente es el mesiovestibular. Por tanto, el número de raíces corresponden a 3: mesiovestibular, distovestibular y palatina. La raíz palatina frecuentemente es redonda y la más larga mientras que la raíz distovestibular es la más corta y más pequeña de las 3 raíces. Comúnmente hay un conducto en cada raíz pero se puede encontrar 2 conductos en la raíz mesiovestibular y distovestibular por lo que puede presentar de 2 a 4 conductos. (Neena *et al.*, 2011)

En cuanto a los dientes inferiores: el incisivo central tiene una cámara pulpar con dimensiones mayores que la del incisivo lateral. Presentan normalmente una raíz cónica y un conducto (Neena *et al.*, 2011)

La pulpa cameral y el conducto radicular de los caninos inferiores primarios y conforme al contorno externo del diente tienen normalmente una sola raíz, cónica que se estrecha hacia

lingual y un conducto radicular. En cuanto a los molares primarios inferiores, el primer molar primario tiene 4 cuernos pulpares prominentes, el más prominente es el mesiovestibular. Presenta 3 conductos, pero pueden presentar de 2 a 4. En lo que respecta al segundo molar inferior primario, éste presenta 5 cuernos pulpares correspondientes a las 5 cúspides. El mesiovestibular y el mesiolingual son los más prominentes. Con 2 raíces, una mesial achatada en sentido mesodistal y otra distal menos achatada. Presenta de 2 a 5 conductos, pero usualmente son 3 (Neena *et al.*, 2011)

La reabsorción es un proceso fisiológico en el ciclo de vida de los dientes deciduos, siendo los odontoclastos las células responsables de la reabsorción del tejido dental mientras que los osteoclastos se encargan de la reabsorción de los tejidos duros. Los odontoclastos tienen características similares de los osteoclastos, aunque son más pequeños y una vez que ellos llegan a ser multinucleados tienen núcleos menores y forman lagunas más pequeñas de reabsorción en comparación con los osteoclastos (Hasegawa *et al.*, 1985)

La exfoliación de los dientes deciduos y la emergencia de los dientes permanentes son eventos articulados y sincronizados. La presión ejercida por la erupción del permanente puede contribuir con el proceso de reabsorción, pero la presencia de un sucesor permanente no es un requisito para que esto ocurra. Los dientes deciduos sin sucesores se reabsorben y su exfoliación ocurre posterior a lo usual (Harokopakis & Hajishengallis, 2007)

La reabsorción radicular empieza en el sitio de la raíz del diente primario más cercano al sucesor permanente. En los dientes anteriores, la corona completa del permanente es encontrada por lingual al tercio apical de la raíz del predecesor primario. El movimiento eruptivo del diente permanente tiene una dirección labial e incisal al principio, lo que causa la reabsorción de las superficies linguales del tercio apical de la raíz del diente primario. Una vez que la superficie labial es reabsorbida el diente permanente es encontrado debajo de la raíz del diente primario. Desde este momento la reabsorción procede a ser horizontal en una dirección incisal hasta que el diente primario se exfolie y el diente permanente erupcione en la cavidad oral (Fortich, 2013).

En ocasiones los incisivos mandibulares permanentes no se mueven labialmente lo suficiente durante su erupción y antes de su emergencia, lo que origina una reabsorción

incompleta o retrasada de la raíz de los incisivos primarios predecesores y puede resultar en una erupción de los incisivos permanentes lingual a los incisivos primarios que permanecerían todavía en boca (Fortich, 2013).

En el área molar, los dientes permanentes también son encontrados inicialmente linguales a sus predecesores. La posición y el tamaño de los folículos afectan el patrón de reabsorción radicular de tal manera que los dientes primarios pueden mostrar reabsorción desigual en una o más raíces en cualquier momento, lo cual puede ser observado en segundos molares inferiores y superiores, mientras que la incidencia de la reabsorción radicular desigual es más baja en primeros molares primarios debido a las diferencias menores de la distancia interradicular y el tamaño de la corona de su sucesor (Harokopakis & Hajishengallis, 2007)

De esta manera existen tres variaciones en los patrones de reabsorción uno es el apical (reabsorción únicamente en el ápice de la raíz), encontramos también la reabsorción lateral (reabsorción sólo en el lado lateral de la raíz), y finalmente la apico-lateral (reabsorción inicial tanto en el ápice como lateralmente) (Fortich, 2013).

Para los estadios avanzados, después de al menos un cuarto (1/4) de raíz que ha sido reabsorbida, dos tipos fueron distinguidos. La reabsorción horizontal que aparece relativamente simétrica, la cual es perpendicular al eje axial del diente primario, mientras que la reabsorción denominada diagonal es asimétrica e implica la reabsorción de uno o ambos lados de la raíz (Knott, 1967).

La reabsorción inicial que mayormente se presenta en incisivos, es la lateral. El curso de reabsorción desde la etapa inicial a un medio (1/2), procede desde apical a horizontal o desde lateral a diagonal. En caninos, la reabsorción inicial es la lateral o apical con aproximadamente igual frecuencia (Knott, 1967).

Este proceso de reabsorción fisiológico que tienen los dientes primarios es el factor que más ha dificultado el uso confiable de localizadores apicales. (Melo & Reis 2009, Leonardo *et al.*, 2009, Filho *et al.*, 2010, Odabaş *et al.*, 2011, Chougule *et al.*, 2012), por lo que para evaluar la exactitud de los localizadores apicales en dientes deciduos se ha determinado como estándar de oro el método ARCL – por sus siglas en inglés de *Actual Root Canal Length* (Melo & Reis 2009, Leonardo *et al.*, 2009, Filho *et al.*, 2010, Odabaş *et al.*, 2011, Chougule *et al.*, 2012).

En estos estudios que fueron meta-analizados, donde se observa que no hay diferencia contundente entre la exactitud de localizadores apicales lograda en dientes con reabsorción de la lograda con dientes sin ella, y cabe anotar que estos estudios utilizan localizadores apicales diferentes con métodos de estudio diferentes. Este mismo meta-análisis sin embargo sugiere que los localizadores apicales no son exactos para determinar la longitud de trabajo ideal en dientes deciduos cuando se comparan con el estándar de oro ARCL: y solo algunos estudios sugieren que el localizador apical Root ZX I puede ser exacto solo en dientes sin reabsorción. (Ahmad & Pani 2013. Odabas *et al.*, 2011)

En las diferentes publicaciones que encontramos de localizador apical, existen inconsistencia de los autores al momento de comparar los resultados del localizador apical con el estándar de oro, ya que algunos comparan los resultados con la radiografía convencional, atribuyendo así que esta es considerada como estándar de oro (Khandewal *et al.*, 2015. Yilmaz *et al.*, 2017. Morais *et al.*, 2016. Forsberg, 1987. Bramante & Berbert 1974. Katz *et al.*, 1991. Cox *et al.*, 1991. Tamse *et al.*, 1980, Odabaş *et al.*, 2011)

Por otro lado, existen autores que por el contrario comparan los resultados del localizador apical con la determinación de la longitud de trabajo en los dientes ya extraídos e inmerso en placas plásticas con alginato o metilsalicilato (Mente *et al.*, 2002. Altunbas *et al.*, 2015. Mandana *et al.*, 2012)

Finalmente, diferentes autores comparan la longitud con la longitud real del conducto ARCL, que es la técnica considerada como estándar de oro, gracias a que cumple con los requisitos de estándar (Ahmad & Pani, 2015, Wankhade *et al.*, 2013)

La longitud radicular fue determinada clínicamente mediante los localizadores apicales y tras una cuidadosa extracción de la pieza se determinó la longitud real con las mismas limas y tomando los mismos puntos de referencia. La conclusión de dichos estudios es que los localizadores apicales pueden ser muy recomendables para llevar a cabo tratamientos endodónticos en dientes primarios, particularmente cuando se trata de niños nerviosos (Reyes *et al.*, 2017, Ahmad & Pani, 2015, Wankhade *et al.*, 2013).

### 3. Planteamiento del problema

La pulpectomia es una de las opciones de tratamiento para preservar los dientes temporales hasta su exfoliación, frente a irritantes irreversibles como son las infecciones locales por caries o trauma (Kumar *et al.*,2016); evitar la pérdida prematura de dientes temporales, previene la pérdida de espacio prematura, debido a su ausencia dará lugar a alteraciones en la oclusión de la dentición temporal y consecuentemente en la permanente, funcionando los dientes temporales como mantenedor de espacio natural. Otras ventajas de preservar los dientes temporales hasta su exfoliación es que evitará problemas de fonación y masticación, teniendo en cuenta que desde los 6 meses a los tres años se produce el cambio de la alimentación líquida a sólida y el infante desarrollara estas habilidades en este periodo, finalmente y no menos importante su preservación favorecerá la estética y consigo el autoestima del paciente (Aguilar *et al.*,2011, Bergenholtz *et al.*, 2014, Ward,2002, Dammaschke,2010, Olson *et al.*,1991). La pulpectomia es el tratamiento que busca lograr la buena limpieza y preparación de los canales radiculares y su éxito depende de la determinación precisa de la longitud del canal radicular o conductometría, que se define como la distancia que existe entre un punto de referencia coronal y la constricción apical (Weine 1997, Selzer *et al.*, 1973), lo que se quiere evitar son inconvenientes como perforaciones apicales, sobre o sub obturaciones y alteraciones al germen permanente ocasionando con esto, tratamientos de endodoncia mal terminados, lo cual puede ocasionar el fracaso del procedimiento endodóntico (Fortich, 2013, Flores 2004).

Para ello se busca validar instrumentos para determinar una longitud de trabajo en la terapia pulpar. (Fortich, 2013). Actualmente se usan diferentes métodos para determinar la longitud radicular, la literatura recomienda dos posiciones válidas para la longitud de trabajo; en la unión dentinocementaria o en el foramen apical (Mandlik *et al.*,2013). Los métodos utilizados son, la radiografía convencional, la radiovisiografía, la tomografía computarizada y el localizador apical electrónico (Kumar *et al.*,2016, Oznurhan *et al.*,2015, Aguilar *et al.*,2011, Cohen *et al.*,2011, Bergenholtz *et al.*, 2014, Ward,2002, Dammaschke,2010, Olson *et al.*,1991). La radiografía es la técnica más común para determinar longitud de trabajo ya que proporciona información sobre la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales. Sin embargo, esta técnica tiene algunas desventajas y limitaciones, como el acceso limitado

a la boca de los niños, la falta de cooperación del paciente, el aumento del tiempo de las citas y la exposición de los niños a radiación. Además, la técnica es sensible y está sujeta a interpretaciones del operador por problemas de calidad como la distorsión (Oznurhan *et al.*,2015, Shabahang, 1999, Cardenas, 2003, Aguilar *et al.*,2011, Cohen *et al.*,2011, Bergenholtz *et al.*, 2014, Ward, 2002, Dammaschke, 2010, Keller *et al.*,1991 , Surmont *et al.*,1992 , ElAyouti *et al.*,2002 , Hoer y Attin, 2004 ) .

El localizador apical (LA) es una herramienta que permite la localización del foramen mediante mediciones electrónicas (Suzuki, 1942, Sunada 1962). El método electrónico para la determinación de la longitud radicular fue propuesto por Sunada., (1962) y ha sido ampliamente desarrollado. Su eficacia en dentición permanente está demostrada y es un procedimiento totalmente aceptado (Gómez *et al.*, 2011, Oznurhan *et al.*, 2015, Shabahang, 1999, Cardenas, 2003).

Dependiendo de su funcionamiento y limitaciones los localizadores apicales han sido clasificados en diferentes generaciones; La primera generación se basaba en la teoría de la resistencia eléctrica que requiere que el conducto se encuentre limpio y seco; (Suzuki, 1942, Sunada 1962) posteriormente aparecen los localizadores de segunda generación o de tipo impedancia con los que se realizaba la medición de las diferentes presiones dentro del conducto en el momento de acercarse a la constricción apical. La tercera generación se encarga de medir la impedancia a dos frecuencias eléctricas distintas. (Kobayashi *et al.*, 1991) A su vez, los localizadores de cuarta generación trabajan con dos frecuencias diferentes entre sí, utilizando una sola a la vez y eliminando la necesidad de filtros que separen las diferentes frecuencias, mientras que en los de quinta generación la energía de la señal se mide con frecuencias múltiples. (Moscoso *et al.*, 2013).

El uso del localizador apical en dientes deciduos ha sido evaluado en diferentes estudios en los que se compara: la exactitud del localizador apical electrónico con respecto a la radiografía convencional para la determinación de la longitud del canal radicular. (Bhat *et al.*, Jafarzadeh *et al.*, 2017, Satishkumar y Sreedharan 2012, Kaufman *et al.*, 2002, Haffner *et al.*, 2005, Venturi & Breschi, 2005, Plotino *et al.*, 2006) Los métodos electrónicos y radiográficos mostraron una alta correlación y concordancia con las medidas reales (Coeficiente de correlación intra-clase ICC=0.98 y 0.99 respectivamente) resultando que los

localizadores apicales tenían mayor precisión en la determinación de la longitud del conducto radicular que las radiografías (Beltrame *et al.*, 2011, Neena *et al.*, 2011, Bhat *et al.*, Jafarzadeh *et al.*, 2017, Satishkumar y Sreedharan 2012)

El Root ZX se ha presentado recientemente como un dispositivo capaz de localizar el foramen apical con precisión en presencia de hipoclorito de sodio, sangre, agua, anestésico local y tejidos pulpaes. Se encontró una alta correlación (ICC = 0.99 y 0.95, entre las medidas de la longitud real de trabajo y las obtenidas *ex vivo* con diferentes localizadores apicales, entre ellos, el Root ZX en incisivos primarios y molares con diferentes etapas de resorción fisiológica de la raíz.(Leonardo *et al.*,2008, Leonardo *et al.*,2009). Otros estudios reportan que el Root ZX se ha utilizado para la determinación de la longitud de trabajo en los dientes con reabsorción apical arrojando una exactitud en 62,7 % de los casos con una clínica tolerancia de  $\pm 0,5$  mm, se reporta que esté pudo determinar el extremo de la raíz a pesar de la presencia de reabsorción, en estos estudios se tuvo en cuenta componentes como el tipo de raíz o de diente, si eran incisivos o molares; además el estado de la pulpa, ya que esta se comportaba como un factor fundamental si se encontraba necrótico o vital y finalmente se evaluó si las reabsorciones periapicales parciales influían en la determinación de la longitud de trabajo. El Root ZX, así como el ZX II, fueron capaces de determinar con precisión la longitud del canal radicular, en dientes multirradiculares sin importar la presencia o no de reabsorción fisiológica. (Fortich, 2013, Subramaniam, 2005 & Saritha *et al.*, 2012, Katz *et al.*, 1996, Shabahang, 1996, Mente *et al.*, 2002, Subramaniam *et al.*, 2005, Bodur *et al.* 2008, Mello-Moura *et al.*, 2010, Neena *et al.*, 2011, Odabas *et al.*, 2011, Beltrame *et al.*, 2011, Krishnan&Sreedharan 2012, Chougule *et al.*, 2012).

Diferentes estudios *in vitro* han demostrado gran precisión y exactitud del Root ZX II en dientes con reabsorción en comparación con el gold estándar, que es la longitud real del conducto [ARCL] mediante la observación con el microscopio quirúrgico de endodoncia de la salida de la lima a través del ápice, como punto límite de la constricción dentino-cemental. (Filho *et al.*, 2011, Leonardo *et al.*, 2017, Mello *et al.*,2012, Saritha *et al.*, 2012). Sin embargo, son pocos los estudios realizados *in vivo* y no se sabe si estos resultados son reproducibles, por lo tanto, se busca determinar la exactitud de un localizador apical para la determinación

de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria *in vivo*.

### **3.1 Descripción del problema**

Diferentes estudios *in vitro* han demostrado gran precisión y exactitud del Root ZX II en dientes con reabsorción en comparación con el gold estándar, que es la longitud real del conducto [ARCL] mediante la observación con el microscopio quirúrgico de endodoncia de la salida de la lima a través del ápice, como punto límite de la constricción dentino-cemental. (Filho *et al.*, 2011, Leonardo *et al.*, 2017, Mello *et al.*, 2012, Saritha *et al.*, 2012). Sin embargo, son pocos los estudios realizados *in vivo* y no se sabe si estos resultados son reproducibles, por lo tanto, se busca determinar la exactitud de un localizador apical para la determinación de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria *in vivo*.

### **3.2 Pregunta de investigación**

¿Cuál es la exactitud “*in vivo*” del localizador apical en dentición temporal?

#### 4. Justificación

Estudios previos han evaluado la concordancia de los localizadores apicales en dientes con reabsorción radicular, los dientes primarios difieren de los permanentes no solo por la anatomía coronal sino por la anatomía radicular principalmente por la reabsorción radicular que sufren durante la exfoliación dental, este aspecto se debe tener en cuenta para cualquier tratamiento pulpar que se haga en dientes primarios, (Bob, 2005)

Si bien es cierto que los dientes temporales, como su propio nombre indica, únicamente tienen una función durante un tiempo determinado, hay que tener en cuenta que serán muy importantes en el desarrollo del paciente pediátrico puesto que esta dentición otorga funcionalidad y estética. Sin embargo, esta no es la única razón por la cual se debe cuidar estos dientes puesto que en caso de que se produzca una pérdida prematura de los dientes temporales hay que decir que los dientes permanentes presentes tendrán a desplazarse hacia los espacios vacíos generando pérdida de espacio de las arcadas dificultando la erupción de los dientes permanentes. De esta forma se puede decir que no atender o cuidar los dientes temporales no solamente se reflejará en una deficiente funcionalidad o estética dental durante la niñez, sino que además causará problemas irreparables relacionados con la aparición de los dientes permanentes (Mente *et al.*, 2002, Subramaniam *et al.*, 2005, Bodur *et al.* 2008, Mello-Moura *et al.*, 2010, Neena *et al.*, 2011, Odabas *et al.*, 2011, Beltrame *et al.*, 2011, Krishnan&Sreedharan 2012, Chougule *et al.*, 2012)

En la Universidad El Bosque se realizó un estudio *in vitro* donde se evaluó la concordancia de un localizador apical en dentición decidua, como resultado para la exactitud se observó una concordancia ICC con un valor cercano a 0.75 y para la precisión los valores oscilaron entre 0.83 a 0.88 lo que demuestra una concordancia muy buena, aunque estos resultados son buenos se propone realizar este estudio *in vivo*, para tener en cuenta otros aspectos como son los biológicos y clínicos con los que se encuentra el paciente en el momento del tratamiento.

## 5. Situación actual

El proceso de reabsorción fisiológico que tienen los dientes primarios es el factor que más ha dificultado el uso confiable de localizadores apicales. (Melo & Reis 2009, Leonardo *et al.*, 2009, Filho *et al.*, 2010, Odabaş *et al.*, 2011, Chougule *et al.*, 2012), por lo que para evaluar la exactitud de los localizadores apicales en dientes deciduos se ha determinado como estándar de oro el método ARCL – por sus siglas en inglés de *Actual Root Canal Length* (Melo & Reis 2009, Leonardo *et al.*, 2009, Filho *et al.*, 2010, Odabaş *et al.*, 2011, Chougule *et al.*, 2012).

Actualmente estos estudios, fueron meta-analizados y se observa que no hay diferencia contundente entre la exactitud de localizadores apicales lograda en dientes con reabsorción de la lograda con dientes sin ella, y cabe anotar que estos estudios utilizan localizadores apicales diferentes con métodos de estudio diferentes. Este mismo meta-análisis sin embargo, sugiere que los localizadores apicales no son exactos para determinar la longitud de trabajo ideal en dientes deciduos cuando se comparan con el estándar de oro ARCL: y solo algunos estudios sugieren que el localizador apical Root ZX I puede ser exacto solo en dientes sin reabsorción. (Ahmad & Pani 2013. Odabas *et al.*, 2011)

En las diferentes publicaciones que encontramos de localizador apical, existen inconsistencia de los autores al momento de comparar los resultados del localizador apical con el estándar de oro, ya que algunos comparan los resultados con la radiografía convencional, atribuyendo así que esta es considerada como estándar de oro (Khandewal *et al.*, 2015. Yilmaz *et al.*, 2017. de Morais *et al.*, 2016. Forsberg, 1987. Bramante & Berbert 1974. Katz *et al.*, 1991. Cox *et al.*, 1991. Tamse *et al.*, 1980, Odabaş *et al.*, 2011)

A pesar de que actualmente existen muchos estudios en odontopediatría que demuestran la concordancia del localizador apical, para que reemplacen y co-ayuden con las radiografías periapicales durante el tratamiento endodóntico, no se han realizado muchos estudios *in vivo* que comprueben la reproducibilidad de los resultados *in vitro* por la variación morfológica del foramen apical, el grado de reabsorción apical y las diferentes condiciones biológicas de los dientes a tratar como son, la inflamación del ligamento periodontal frente a un proceso infección y la relación presente del diente primario con el germen del diente permanente. (Neena *et al.*, y Annathraj 2011, Bodur *et al.*, 2008, Odabas *et al.*, 2011).

Los estudios reportan que la longitud de trabajo repercute en el trabajo final y en el éxito clínico, permitiendo una adecuada terapia pulpar, removiendo el tejido dañado y los microorganismo presentes en el órgano pulpar después de una patología (*Neena et al. 2011, Saritha S et al. 2012*), estos estudios han demostrado que la precisión del Root ZX para la determinación de la longitud de las medidas de trabajo en los dientes con reabsorción apical era exacta en 62,7 % de los casos con una clínica tolerancia de  $\pm 0,5$  mm. Diferentes investigaciones informaron que el Root ZX podía determinar el extremo de la raíz a pesar de la presencia de reabsorción, según estos estudios realizados se tuvo en cuenta y se hizo énfasis en componentes como el tipo de raíz o de diente, si eran incisivos o molares, el estado de la pulpa, que se comportaba como un factor fundamental si se encontraba necrótico o vital y estado de la zona periapical (reabsorción parcial) no influía en la determinación de la longitud de trabajo. (*Beltrame et al., 2011, Ahmad & Pani 2013. Odabas et al., 2011*)

## **6. Objetivo del estudio**

### **Objetivo general**

Evaluar la concordancia *in vivo* del localizador apical ROOT ZXII para la determinación de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria

### **Objetivos específicos**

- Determinar la exactitud *in vivo* de un localizador apical con respecto a un estándar de oro para la determinación de la constricción apical en el establecimiento de la longitud definitiva de trabajo en la terapia pulpar de dentición primaria.
- Identificar si factores como el tipo de diente, localización del diente – anterior o posterior - o localización del conducto afectan la exactitud del localizador apical.
- Realizar fase de estandarización del método y calibración de 2 examinadores

## **7. Metodología del proyecto**

### **7.1. Tipo de estudio**

Evaluación de pruebas diagnósticas con análisis de concordancia - Exactitud

### **7.2. Población y muestra:**

Se utilizaron conductos radiculares rectos o curvos de incisivos, caninos o molares deciduos que conservaban aún 2/3 de la raíz, de niños y niñas de 4 años a 9 años que asistieron a la clínica de crecimiento y desarrollo de la clínica odontológica de la Universidad El Bosque, que requerían exodoncia indicada por diagnóstico de periodontitis apical y absceso periapical.

*Tamaño de muestra:* Para evaluar la exactitud, se utilizó una muestra probabilística de 50 conductos, calculada mediante la estimación del Coeficiente De Correlación Intraclase, teniendo como valores de concordancia; un mínimo aceptado:  $\ell_0 = 0.8$  y un mínimo ideal:  $\ell_1 = 0.9$  con 95% de confiabilidad y un poder del 80%. (Fórmula Streiner y Norman, 1995)

Los 50 conductos radiculares se obtuvieron de pacientes con dientes deciduos niños y niñas de 4 años a 9 años que asistieron a la clínica de crecimiento y desarrollo de la clínica odontológica de la Universidad El Bosque, que requerían exodoncia indicada por diagnóstico de periodontitis apical y absceso periapical.

*Criterios de inclusión y exclusión*

*Criterios de Inclusión:*

- Niños y niñas de 4 a 9 años que asistieron a la clínica Odontológica El Bosque
- Comportamiento Frank. III Y IV.
- Dientes deciduos
- 2/3 de la raíz formada confirmado radiográficamente.
- Diagnóstico Pulpar Periodontitis apical, Absceso Apical confirmado por anamnesis.
- Punto de referencia reproducible.

*Criterios de exclusión:*

- Destrucción coronal severa
- Durante la exodoncia se fractura la corona y se pierda el punto de referencia coronal.

### **Métodos y técnicas para la recolección de la información**

#### *Localización clínica de la constricción apical con el localizador apical Root ZX II*

Una vez confirmado radiográficamente que la raíz conservaba 2/3 de la longitud y que los pacientes contaban con los criterios de inclusión, se inicio el proceso clínico para la determinación de la longitud del conducto, bajo anestesia local infiltrativa con lidocaina con epinefrina 1:80.000, (Newcaina®, Lidocaina 2% con Epinefrina 1:80000, New Stetic, Medellin Colombia) del cuadrante de donde se obtuvo la muestra, se realizó aislamiento absoluto con tela de caucho (Nic tone, MDC08-D103, Dentaltix, Madrid España) y grapas para dientes anteriores mariposa #9 y para posteriores #3, 7, 8 y 56 (Acero Satinado RDCM0 Hu-Friedy®, Tecnidental, Bogotá Colombia)

Se realizó la apertura cameral utilizando una pieza de alta velocidad (W&H, WE-66 REF 30118000, Grupo W&H, Bürmoos, Austria) con fresas de diamante # 1 y 2 (Dentall Link, 801314009, República del Salvador). Se eliminó la pulpa cameral generando el acceso para localizar las entradas de los conductos radiculares y se irrigó constantemente con agua.

Se procedió a tomar la conductometría con el localizador apical Root ZX II (Root ZX II OTR MODULE, Morita®, Oakland, California, USA), utilizando una lima tipo K N°006 [K-File 006 21MM, DENTSPLY Maillefer®, Tulsa, Ok, USA]) se identificó un punto de referencia coronal estable el cual fue registrado. Ej. Cúspide MV.

En el momento en que el localizador indicó de manera sonora que se encontraba a 0.0mm del foramen apical, se fijó el tope coronal de la lima con cialocrilato (PeriAcryl®, P-acryl5 (v) cehvad, Aliada Dental, Arteijo España), se retiró la lima, se marcó con un código previamente establecido y se almacenó en cajas plásticas donde no se alterara la medición tomada.

Finalmente se realizó la exodoncia del diente a método cerrado, cuidando de no alterar el punto de referencia con forceps 150S para superiores y 151S para inferiores (Fórceps 150S Pediatrico F150S Hu-Friedy, Tecnidental, Bogotá, Colombia) para realizar la determinación

de la conductimetría mediante el estándar de oro: evaluación de la longitud real del conducto [ARCL].

#### *Medida con estándar de oro*

Se utilizó como medida estándar de oro, la medida determinada mediante la evaluación de la longitud real del conducto [ARCL] evaluada directamente sobre los dientes extraídos. Para tal fin se utilizó un microscopio quirúrgico de endodoncia a través del cual se observó la salida de la lima a través del ápice como punto límite de la constricción dentino cemental (Wankhade *et al.*, 2013, Ahmad *et al.*, 2014, Altunbas *et al.*, 2015, Jafarzadeh *et al.*, 2017) y una vez definida, se fijó el tope de caucho a la lima usando cialocrilato (PeriAcryl®, P-acryl5(v)cehvac, Invima 2015DM-001265, Aliada Dental, Arteijo España).

#### *Determinación de conductimetría mediante esteromicroscopio*

Todas las limas - codificadas a ciego - utilizadas tanto en la evaluación clínica como en con el estándar de oro, fueron digitalizadas utilizando el estéreo microscopio multifoco Leica M205A - Cámara Leica MC170 HD y partir de cada imagen se midió la longitud de cada lima desde el tope fijado hasta su ápice con el software LAS Core y la medida fue reportada en micras.

#### *Evaluación de la exactitud*

Para evaluar la Exactitud del localizador apical se compararon las medidas obtenidas clínicamente con las medidas obtenidas del estándar de oro, sobre los mismos 50 conductos. Los datos fueron registrados en micras para cada muestra para cada una de las mediciones. Teniendo en cuenta que los datos fueron paramétricos para determinar la exactitud se utilizó el Coeficiente De Correlación Intraclase (CCI) y se aceptó un ICC > 0.8 (Fleiss 1986).

#### *Calibración de examinadores para localizador apical*

Para la calibración interexaminador se tomaron diez conductos a los cuales se tomó conductometrías con el localizador apical por parte del examinador experto y por parte del examinador evaluado. Una vez tomada la medición se fijó el tope coronal a la lima usando cialocrilato (PeriAcryl®, P-acryl5(v)cehvac, Invima 2015DM-001265, Aliada Dental, Arteijo España), las limas fueron digitalizadas utilizando el estéreo microscopio multifoco Leica

M205A - Cámara Leica MC170 HD y a partir de cada imagen se midió la longitud de cada lima desde el tope fijado hasta su ápice con el software LAS Core y la medida fue reportada en micras, y los resultados fueron evaluados a través del Coeficiente de Correlación Intra clase con ICC del 95% y se aceptó una calibración con un ICC > 0.9

#### *Calibración de examinadores para prueba estándar de oro*

Para la calibración intraexaminador se tomaron 5 conductos para calibración de la prueba estándar de oro –ARCL. A estos conductos se les determinó la conductometría real mediante el ARCL en 3 oportunidades, con una diferencia de una semana entre las mediciones. Los conductos fueron codificados a ciego para cada medición. Una vez tomada la medición se fijó el tope coronal a la lima usando cialocrilato, las limas fueron digitalizadas utilizando el estéreo microscopio multifoco Leica M205A - Cámara Leica MC170 HD y a partir de cada imagen se midió la longitud de cada lima desde el tope fijado hasta su ápice con el software LAS Core y la medida fue reportada en micras, y los resultados fueron evaluados a través del Coeficiente de Correlación Intra clase con ICC del 95%, y se aceptó una calibración con un ICC > 0.9

### ***Hipótesis***

#### *Hipótesis Nula*

H0= El localizador apical Root ZXII tiene una exactitud de ICC <0.80 con respecto al patrón de oro en dientes deciduos en la ubicación de la constricción apical

#### *Hipótesis Alternativa*

H1=El localizador apical Root ZXII tiene una exactitud de ICC > 0.80 con respecto al patrón de oro en dientes deciduos en la ubicación de la constricción apical

### **Plan de tabulación y análisis**

Los datos fueron registrados en micras para cada muestra para cada una de las mediciones.

Para el análisis estadístico de exactitud se calculó: el Coeficiente de Correlación Intraclase CCI, los intervalos de confianza IC (95 %) y el valor de p.

Para la calibración inter e intra examinadores las medidas fue reportadas en micras, y los resultados fueron analizados estadísticamente través del Coeficiente de Correlación Intra clase con CCI con IC de 95% y el valor de p.

## 8. Consideraciones éticas

### a. Sustento legal

Durante la ejecución de este proyecto se tendrán en cuenta las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, establecidas en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud para la protección de los pacientes participantes en un estudio clínico las que exigen que:

- Título I, Artículo 2: Las instituciones que vayan a realizar investigación en humanos, deberá tener un Comité de Ética en Investigación, encargado de resolver todos los asuntos relacionados con el tema.
- Título II, Capítulo 1, Artículo 6: e. Contará con el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución.
- Título II, Capítulo 1, Artículo 6: b. Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
- Título II, Capítulo 1, Artículo 5. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar.

De acuerdo con los aspectos éticos de la ley en relación con la investigación en seres humanos (Título II, capítulo 1, artículo 11), ésta investigación se considera una **Investigación de riesgo mínimo**: *“estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: [...]obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica[...]*”; debido a que se utilizará un equipo electrónico (Root ZX II) ya usado con confiabilidad en la población de estudio, al que se le evaluará la concordancia clínica en términos de exactitud. Esto se hará mediante la comparación de la medición clínica de la longitud del conducto radicular de los dientes deciduos utilizando el localizador apical Root ZX II, con la medición realizada sobre los mismos dientes extraídos obtenida con el método estándar de oro - ARCL [Actual Root Canal Length]. Se utilizarán dientes deciduos con indicación terapéutica para exodoncia, que conserven 2/3 de la raíz.

Además, se preservaran principios como la confidencialidad, respeto por los derechos de los participantes y autonomía (Art 5);

De acuerdo a la Ley 8430 de 1993, Capítulo III Investigación en menores de edad: Artículo 25: “Para la realización de investigaciones en menores o en discapacitados físicos y mentales deberá, en todo caso, obtenerse, además del Consentimiento Informado de quienes ejerzan la patria potestad o la representación legal del menor o del discapacitado de que se trate, certificación de un neurólogo, siquiatra o sicólogo, sobre la capacidad de entendimiento, razonamiento y lógica del sujeto”.

Se utilizará un consentimiento informado o asentimiento informado (en pacientes entre 7 y 9 años) de tipo escrito. Se tendrá como guía los formato sugeridos por la Vicerrectoría de Investigaciones y el comité de ética institucional, además de lo estipulado por la ley 8430 en sus artículos 14 y 15.

## **b. Asentimiento informado**

### **ASENTIMIENTO INFORMADO PARA MENORES DE EDAD (7 A 14 AÑOS)**

1. Institución encargada del desarrollo de la investigación:

Facultad de odontología – Universidad El Bosque UNIECLO

2. Título del Proyecto:

Evaluación clínica de la exactitud de un localizador apical en dentición decidua. Fase de estandarización y calibración

3. Investigadores:

Director trabajo:	<b>Dra. Sandra Hincapié Narvárez</b> Correo: hincapiesandra@unbosque.edu.co Teléfono: 316 830 92 04
Co – director	Dra. Martha Cecilia Tamayo Muñoz
Estudiantes	Lucero Otálora Ladino Carlos Martínez Rodríguez Mayra Ramírez Arias

#### 4. Presentación del investigador a cargo del estudio:

Mi nombre es **Sandra Hincapié Narváez** y mi trabajo consiste en investigar si un aparato electrónico que se llama ROOT ZX II funciona para determinar cuanto miden las raíces de tus dientes. Voy a contarte e invitarte a formar parte de este estudio. Puedes elegir si participar o no. Hemos discutido esta investigación con tus padres/ acudientes y ellos saben que te estamos preguntando a ti también para pedir tu aceptación. Si vas a participar en la investigación, tus padres/ acudientes también tienen que aceptarlo. Aún cuando tus padres lo hayan aceptado puedes discutir cualquier tema de este documento con tus padres amigos o cualquier otra persona con la que te sientas cómodo. Puedes decidir participar o no después de haberlo discutido. No tienes que decidirlo inmediatamente.

Puede que haya algunas palabras que no entiendas o cosas que quieras que te las explique mejor porque estás interesado o preocupado por ellas. Por favor, puedes pedirme que pare en cualquier momento y me tomaré tiempo para explicártelo.

#### 5. Descripción del objetivo principal del estudio

Queremos evaluar un aparato electrónico que se utiliza para tomar la medida de las raíces del diente que está enfermo y sea comparado con la medida real del conducto del diente

#### 6. ¿Por qué estoy participando en este estudio?

¿Por qué me pides a mí?

Porque tienes un diente con enfermedad en los tejidos y tenemos que sacarlo siendo de gran ayuda para el estudio que estamos realizando

#### 7. Participación voluntaria:

¿Tengo que hacer esto? No tienes por qué participar en este estudio si no lo deseas, aun cuando tus padres lo hayan aceptado. Es tu decisión si decides participar o no en la investigación, está bien y no cambiará nada. Incluso si dices “sí” ahora, puedes cambiar de idea más tarde y estará bien.

**He preguntado al niño/a y entiende que su participación es voluntaria \_\_\_\_\_**

## 8. Procedimientos de la investigación:

¿Qué me va a suceder? Si decides que quieres participar, va hacerse lo siguiente:

1. Un auxiliar te tomará la radiografía (foto del diente) en un cuarto especial y con una cámara en forma de tubo, te pondremos un delantal metálico, luego de esto un adulto saldrá un momento para tomar la foto.
2. En un asiento de odontología, la doctora colocara anestesia (líquido dormilón) en los dientes y esperaremos a que se duerma el diente.
3. La doctora realizara aislamiento de la zona con una tela azul cubriendo tus otros dientes, y con un aparato que suena, se realizara la apertura del diente para medirlo por dentro con un aparato electrónico.
4. La doctora hará movimientos hacia los lados con una pinza hasta aflojar y sacar tu diente.



## He preguntado a los niños y entienden los procedimientos \_\_\_\_

### 9. Riesgo y molestias:

**Riesgos** ¿Es esto malo o peligroso para mí? Lo que vamos hacer en estos exámenes tiene un riesgo bajito para ti y vamos a tener los cuidados necesarios para que no te pase nada; todos los que trabajamos en esto hemos estudiado lo que estamos haciendo y ya hemos trabajado antes con niños/as como tú.

**Molestias:** ¿Dolerá? La anestesia (líquido dormilón) dormirá los dientes y evitará que te duela sentirás presión, pero dolor no.



## **He preguntado al niño y entiende los riesgos \_\_\_\_**

### 10. Beneficios:

¿Hay algo bueno que vaya a ocurrirme? Lo mejor que te puede pasar si participas en este estudio es que te sacaremos el diente que está enfermo porque puede enfermar otros dientes, toda tu boca y cara.



## **He preguntado al niño/ y entiendo los beneficios. \_\_\_\_**

### 11. Confidencialidad:

¿Van a saber todos acerca de esto? No le diremos a otras personas que estas participando en este estudio y no le daremos información sobre ti a nadie que no trabaje en el estudio. Cuando el estudio termine, recogeremos tu información y nadie aparte de los investigadores podrá verla. Cualquier información tuya tendrá un número en vez de tu nombre. Solo los investigadores sabrán cuál es tu número y se guardará la información con llave.

### 12. Derecho a negarse a participar o a retirarse de la investigación:

¿Puedo elegir no participar en el estudio? - ¿Puedo cambiar de idea? No tienes por qué participar en este estudio si no quieres, pero si no deseas tomar parte en la investigación, no tienes por qué hacerlo, aun cuando tus padres lo hayan aceptado. Es tu decisión si decides participar o no en el estudio; está bien y no cambiará nada, Incluso si dices "si" ahora, puedes cambiar de idea más tarde y estará bien todavía.

### 13. Compensación:

¿Obtengo algo por participar en la investigación? Tus padres recibirán lo correspondiente al valor de tu transporte para asistir a la cita para ti y para la persona adulta que te acompañe.

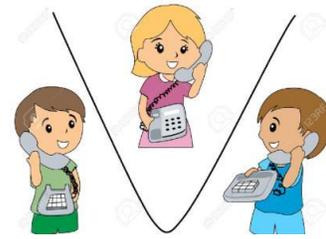
### 14. Compartir los resultados:

¿Me informarán de los resultados? Cuando finalicemos el examen dental, me sentaré contigo y tus padres/acudientes y les explicaré todo lo que hemos realizado.

### 15. A quién contactar:

¿Con quién puedo hablar para hacer preguntas? Puedes hacerme preguntas ahora o más tarde. Puedes preguntar a la doctora que te va atender. Tengo un número de teléfono y una dirección donde tú o tus padres, acudientes pueden encontrarnos. Si quieres hablar con alguien que conoces como tu profesor, tu médico, un familiar, puedes hacerlo también.

Si elegiste ser parte de esta investigación, también te daré una copia de esta información para ti. Puedes pedir a tus padres que lo examinen si quieres.



#### 16. Datos del Comité de Ética:

Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad El Bosque

Teléfono: 6 48 90 00 Ext. 1520

Calle 132 No. 7A – 63 Piso 2 y 3

[comiteetica@unbosque.edu.co](mailto:comiteetica@unbosque.edu.co)

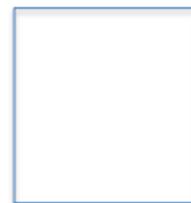
#### FORMULARIO DE FIRMAS

“Sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo. Sé que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información o se me ha leído la información y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que cualquier cambio se discutirá conmigo. Acepto participar en la investigación (solo si el niño asiente):

Nombre del niño: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

R.C. / T.I.: \_\_\_\_\_



*Huella del niño o menor,  
sin o sabe firmar*

Si es analfabeto: Dos personas que sepan leer y escribir deben firmar (si es posible, estas personas deberán ser seleccionadas por el participante, y no ser uno de los padres y no deberán tener conexión con el equipo de investigación). Los niños analfabetos deberán incluir su huella dactilar. “He sido testigo de la lectura exacta del documento de asentimiento al participante y el niño ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que ha dado su asentimiento libremente”

Nombre del testigo I: \_\_\_\_\_

Firma del testigo I: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del testigo II: \_\_\_\_\_

Firma del testigo II: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



*Huella del niño o menor*

El padre y/o madre apoderado ha firmado el Consentimiento Informado Si: \_\_\_ No: \_\_\_

Nombre del Investigador principal: \_\_\_\_\_

Firma del Investigador principal: \_\_\_\_\_

### **c. Consentimiento informado**

## **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

### **Parte 1: Información acerca de la Investigación.**

#### **TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

Evaluación clínica de la exactitud de un localizador apical en dentición decidua. Fase de estandarización y calibración.

DIRECTOR:	Dra. Sandra Hincapié Narvárez Correo: hincapiesandra@unbosque.edu.co Teléfono: 316 830 92 04
-----------	--

CO DIRECTOR:	Dra. Martha Cecilia Tamayo Muñoz
ESTUDIANTES:	Lucero Otálora Ladino Carlos Martínez Rodríguez Mayra Ramírez Arias

## *INTRODUCCIÓN*

### ¿POR QUÉ SE VA A REALIZAR ESTA INVESTIGACIÓN?

Esta investigación busca validar un instrumento electrónico (Localizador apicalRoot XZ II) que se usa durante el tratamiento de los conductos de los dientes temporales, con el fin de reemplazar o disminuir el uso de las radiografías. Este Instrumento ya ha sido validado en la dentición permanente (adultos) pero hay mucha controversia sobre su exactitud en la dentición temporal (diente de leche).

### ¿EN QUÉ CONSISTE ESTA INVESTIGACIÓN?

Este es un estudio en el que se evaluara que tan exacto es el localizador apical Root XZ II, para determinar la longitud de los conductos de las raíces de los dientes temporales (diente de leche).

Se realizará sobre dientes temporales de niños entre 4 a 9 años de edad, atendidos en las clínicas odontológicas de la Universidad el Bosque, con diagnóstico de periodontitis apical y absceso apical cuyo tratamiento indicado es la exodoncia (extracción de un diente).

Cada diente para ser diagnosticado con estas patologías ha requerido de una radiografía periapical inicial. Para la medición se retirará la parte superior de la corona exponiendo los conductos radiculares, y para cada conducto se le tomara la medida de la longitud que tiene desde la parte superior del diente hasta el ápice del diente (parte inferior de la raíz) con el localizador apical antes de ser extraído, una vez se haya determinado la longitud, se realizará la exodoncia y se tomara nuevamente la medida con el método que se considera estándar de oro o ideal y se compararan estadísticamente estas dos medidas para ver qué tan exactas son entre sí.

Es importante aclarar que para la toma de dichas mediciones se requiere la presencia de mi hijo(a)

### ¿QUÉ TENGO QUE HACER SI PARTICIPO EN ESTA INVESTIGACIÓN?

Si decido aceptar que mi hijo(a) haga parte de esta investigación debo comprometerme a cumplir con la cita que se le haga, para realizar el procedimiento tanto de medición del conducto como la exodoncia; así mismo, al aceptar los términos debo firmar este documento al finalizar la lectura.

1. Antes de iniciar la investigación.
2. Durante la investigación
3. Después de terminada la investigación

### ¿CUANTAS PERSONAS PARTICIPARÁN EN ESTA INVESTIGACIÓN?

En esta investigación participaran aproximadamente 50 niños

### ¿CUÁNTO TIEMPO ESTARÉ EN ESTA INVESTIGACIÓN?

Mi hijo deberá asistir a una sola cita de aproximadamente una hora y media para la realización de la medición del conducto y la posterior extracción del diente

### ¿PUEDO RETIRARME DE LA INVESTIGACIÓN DE MANERA VOLUNTARIA EN CUALQUIER MOMENTO?

Tengo el derecho de decidir que mi hijo participe o no en la investigación o a revocar el Consentimiento Informado en cualquier momento de la misma, sin la necesidad de dar una razón en especial.

### ¿QUÉ PASA SI ME RETIRO DE LA INVESTIGACIÓN?

Si retiro a mi hijo de la investigación no tendrá ninguna consecuencia en la realización de los tratamientos que él requiera y que se le estén realizando en las clínicas odontológicas de la Universidad el Bosque

### ¿POR QUÉ RAZONES PUEDE EL INVESTIGADOR PRINCIPAL RETIRARME DE LA INVESTIGACIÓN TEMPRANAMENTE?

Mi hijo(a) sería retirado de la investigación en caso de que no asista a la cita para la medición del conducto y la posterior extracción del diente.

¿SI YO TENGO QUE INTERRUMPIR LOS MEDICAMENTOS PROPORCIONADOS POR LA INVESTIGACIÓN, O UNA VEZ QUE DEJE LA INVESTIGACIÓN COMO SE ME PROVEERÁN LOS MEDICAMENTOS?

En esta investigación no se están evaluando medicamentos y en caso de retirar a mi hijo de la misma no se interrumpirá el tratamiento que se le esté realizando en las Clínicas Odontológicas de la Universidad El Bosque

¿CUÁLES SON LOS RIESGOS O INCOMODIDADES ASOCIADOS A ESTA INVESTIGACIÓN? Los riesgos a los cuales puede estar expuesto mi hijo(a) corresponden a: riesgos que se pueden presentar en cualquier exodoncia de un diente (extracción de un diente), los cuales serán atendidos de manera inmediata.

¿OBTENDRÉ ALGUN BENEFICIO AL PARTICIPAR EN ESTA INVESTIGACIÓN?

La extracción del diente estará indicada por el diagnóstico que posee éste, lo que quiere decir que debe realizársele participe o no en la investigación.

¿QUÉ OPCIONES TENGO SI DECIDO NO PARTICIPAR EN ESTA INVESTIGACIÓN? Teniendo en cuenta que la razón por la cual se le realizara la exodoncia (extracción) del diente a mi hijo es porque el diagnóstico que tiene así lo amerita y no por las necesidades de la investigación; la exodoncia (extracción) le será realizada como tratamiento indicado.

¿CÓMO SE VA A GARANTIZAR LA PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE MIS DATOS PERSONALES?

Se mantendrá la privacidad de los pacientes que participen en esta investigación, se asignaran códigos a cada uno y no se manejara con nombres, esa base de datos solo la conocerá el grupo de investigación

¿TIENE ALGUN COSTO MI PARTICIPACIÓN EN ESTA INVESTIGACIÓN?

El costo de la extracción del diente, según tarifa de clínicas odontológicas de la Universidad el Bosque

¿RECIBIRÉ ALGUN TIPO DE COMPENSACIÓN O PAGO?

No habrá compensación económica ni material ya que la extracción del diente que se utilizara en la investigación se realizará por indicación terapéutica y hace parte del tratamiento propuesto para el/la niño(a)

¿QUE PASA SI ME LESIONO O ME ENFERMO DURANTE LA INVESTIGACIÓN?

¿TENDRÉ LA POSIBILIDAD Y COMO PODRÉ ACCEDER A LA INTERVENCIÓN O AL MEDICAMENTO CUYA EFECTIVIDAD SEA COMPROBADA?

Si en el futuro mi hijo(a) requiere tratamiento endodónticos (tratamiento de conductos) en un diente temporal puedo solicitar que utilicen el localizador apical evaluado en caso de ser validado satisfactoriamente.

¿CUÁLES SON MIS DERECHOS COMO SUJETO DE INVESTIGACIÓN? Tengo derecho a realizar todo tipo de preguntas en este momento o más adelante para garantizar mi tranquilidad y la de mi hijo. Y tengo derecho a retirar a mi hijo(a) de la investigación cuando así lo estime conveniente.

¿CÓMO Y EN QUÉ MOMENTO CONOCERÉ LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN? Una vez haya concluido la investigación, puedo solicitar al investigador principal sus resultados. Estos resultados no afectan de modo alguno la continuidad del tratamiento que se le esté realizando a mi hijo(a) en las clínicas odontológicas de la Universidad El Bosque

¿QUÉ HAGO SI TENGO ALGUNA PREGUNTA O PROBLEMA?

Si tengo cualquier pregunta puedo hacerlas ahora. Si deseo hacer preguntas más tarde, puedo contactar a la Dra. Sandra Hincapié. Teléfono: 3168309204, Universidad El Bosque, [hincapiesandra@unbosque.edu.co](mailto:hincapiesandra@unbosque.edu.co)

#### *INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL COMITÉ DE ÉTICA*

Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad El Bosque  
Teléfono: 6 48 90 00 Ext. 1520  
Dirección: Calle 132 No. 7A – 63 Piso 2 y 3. Bogotá DC  
[Correo: comiteetica@unbosque.edu.co](mailto:comiteetica@unbosque.edu.co)

#### *INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN*

DIRECTOR:	Dra. Sandra Hincapié Narváez	Correo: hincapiesandra@unbosque.edu.co Teléfono: 316 830 92 04
CO DIRECTOR:	Dra. Martha Cecilia Tamayo Muñoz	Correo: tamayomartha@unbosque.edu.co
ESTUDIANTES:	Lucero Otálora Ladino Carlos Martínez Rodríguez Mayra Ramírez Arias	<u>lotalora@unbosque.edu.co</u> camartinezr@unbosque.edu.co <u>maramireza@unbosque.edu.co</u>

## Parte 2: Formulario de firmas.

He sido invitado(a) a participar en el estudio\_\_\_\_\_. Entiendo que mi participación consistirá en \_\_\_\_\_. He leído y entendido este documento de Consentimiento Informado o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación. Cuando firme este documento de Consentimiento Informado recibiré una copia del mismo (partes 1 y 2).

Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este Consentimiento Informado para los propósitos descritos anteriormente.

Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de Consentimiento Informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

Para constancia, firmo a los \_ (día) \_ de \_ (mes) \_\_ de \_\_ (año) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del Participante

\_\_\_\_\_  
Firma del Participante

\_\_\_\_\_  
Tutor legal del Participante

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutor Legal

\_\_\_\_\_  
Director

\_\_\_\_\_  
Firma del Director

---

Nombre del Testigo (I)

---

Firma del Testigo (I)

---

Nombre del Testigo (II)

---

Firma del Testigo (II)

## **9. Resultados**

### ***Fase estandarización y calibración.***

#### *Taller de entrenamiento uso del Localizador Apical Root ZX II*

Se tomaron 10 conductos para el entrenamiento del uso del Localizador Apical. La porción radicular de cada uno de los dientes se introdujo a través de la tapa de un recipiente de forma cilíndrica, que fue perforada en el centro y solo permitió la exposición del tercio coronal (Figura 1). En el interior de cada cilindro se agregó solución salina que actuó como un agente conductor simulando el periodonto (Kaufman et al en 2002 y Tinaz et al en 2002). Para la colocación del clip labial, que actuó como el polo a tierra del localizador, se realizaron perforaciones en la porción lateral de la tapa de la caja plástica y se colocó el gancho localizador en contacto directo con la solución salina (Figura 2). Posterior a la medida con el localizador apical se comparó con la medición de la radiografía periapical. Así mismo, se realizó la estandarización de la técnica. Una vez extraídos los dientes se niveló el tercio oclusal cuspídeo para obtener un punto de referencia coronal estable

#### ***Calibración prueba estándar de oro -ARCL***

Se tomaron 5 conductos para calibración de la prueba estándar de oro -ARCL. A estos conductos se les determinó la conductometría real mediante el ARCL en 3 oportunidades, con una diferencia de una semana entre las mediciones. Los conductos fueron codificados a ciego para cada medición. Las limas fueron digitalizadas utilizando el estéreo microscopio SMZ800 - Cámara Nikon DS-Fi2 y partir de cada imagen se midió la longitud de cada lima; medida reportada en micras. Se obtuvo una calibración para el EO de 0.9 CCI [IC95%: 0,152 -0,991, p=0,019]

#### ***Fase de calibración***

- *Preparación de la muestra*

Todas las limas fueron codificadas a ciego para cada medición, se utilizaron limas K 10, 15, 20 y 25 para determinar la longitud radicular, cuyos topes fueron fijados con cialocrilato (Figura 3) una vez tomada la medición. Todas las limas fueron digitalizadas utilizando el estéreo microscopio multifoco Leica M205A - Cámara Leica MC170 HD (Figura 4) y a partir

de cada imagen se midió la longitud de cada lima desde el tope fijado hasta su ápice con el software LAS Core (Figura 5). La medida fue reportada en micras.

### ***Calibración inter-examinador***

Para la calibración interexaminador se tomaron cinco conductos a los cuales se les tomó conductometrías con el localizador apical Root ZX II por parte del examinador estándar de oro y por parte de cada examinador evaluado. Se obtuvo un CCI de 0.96-0.97 (Tabla 1).

### ***Calibración intra-examinador***

Para la calibración intraexaminador se compararon las tres medidas entre sí, tomadas a espacios de una semana por cada examinador evaluado con el Localizador apical Root ZX II sobre los mismos 5 conductos. Se obtuvo un CCI de CCI 0.94-0.99 (Tabla 1).

**Tabla 1: Resultados calibración examinadores**

EXAMINADOR	INTER-EXAMINADOR			INTRA-EXAMINADOR		
	CCI	IC	P	CCI	IC	P
1	0.972	95%	0,000	0.947	95%	0,000
2	0.966	95%	0,000	0.999	95%	0,000



**Figura1.** Preparación de la muestra para la evaluación con el localizador apical



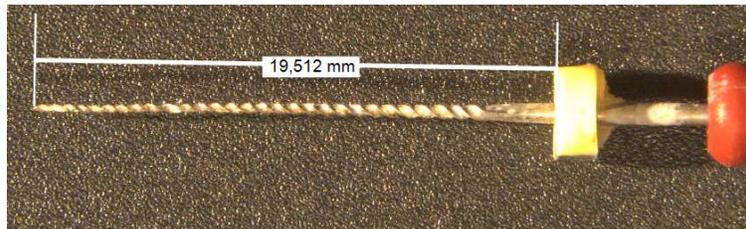
**Figura2.** Toma de la conductometría con el localizador apical



**Figura 3.** Fijación del tope coronal de la lima a la lima con cialocrilato.



**Figura 4.** Estéreomicroscopio multifoco Leica M205A



**Figura 5.** Medida de la longitud de la lima desde el tope fijado hasta su ápice

## **10. Conclusiones**

- En la fase de estandarización del método y calibración de 2 evaluadores se logró una calibración interexaminador CCI de 0.96-0.97 y intraexaminador CCI 0.94-0.99.

## 11. Referencias bibliográficas

1. Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *J Endod.* 2011; 37(5):581-7.
2. Ahmad IA, Pani SC. Accuracy of electronic apex locators in primary teeth: a meta-analysis. *Int Endod J.* 2015; 48(3):298-307.
3. Altunbas D, Kustarci A, Arslan D, Er K, Kocak S. Comparison of various current electronic apex locators to determine the working length using the clearing technique. *Niger J Clin Pract.* 2015; 18(3):359-63.
4. Beltrame AP, Triches TC, Sartori N, Bolan M. Electronic determination of root canal working length in primary molar teeth: an in vivo and ex vivo study. *Int Endod J.* 2011; 44(5):402-6.
5. Bergenholtz G, Spångberg L. Controversies in endodontics. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004; 15(2):99-114.
6. Bhat KV, Shetty P, Anandakrishna L. A Comparative Evaluation of Accuracy of New-generation Electronic Apex Locator with Conventional Radiography to determine Working Length in Primary Teeth: An in vivo Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2017; 10(1):34-36.
7. Bodur H, Odabaş M, Tulunoğlu O, Tinaz AC. Accuracy of two different apex locators in primary teeth with and without root resorption. *Clin Oral Investig.* 2008; 12(2):137-41.
8. Bramante CM, Berbert A. A critical evaluation of some methods of determining tooth length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1974; 37(3):463-73.
9. Chougule RB, Padmanabhan MY, Mandal MS. A comparative evaluation of root canal length measurement techniques in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2012; 34(3):53-6.
10. Cohen N, Paranjpe A, Berg J. Vital pulp therapy. *Dent Clin North Am.* 2013; 57:59-73.
11. Cox VS, Brown CE Jr, Bricker SL, Newton CW. Radiographic interpretation of endodontic file length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991; 72(3):340-4.
12. Dammaschke T, Leidinger J, Schäfer E. Long-term evaluation of direct pulp capping--treatment outcomes over an average period of 6.1 years. *Clin Oral Investig.* 2010; 14(5):559-67.
13. de Moraes AL, de Alencar AH, Estrela CR, Decurcio DA, Estrela C. Epub 2016 May 1. Working Length Determination Using Cone-Beam Computed Tomography, Periapical Radiography and Electronic Apex Locator in Teeth with Apical Periodontitis: A Clinical Study. *Iran Endod J.* 2016; 11(3):164-8.
14. Forsberg J. Radiographic reproduction of endodontic "working length" comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987; 64(3):353-60.
15. Fortich M. Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [Tesis Doctoral]. Bogotá- Colombia: Instituto de investigaciones clínicas. Universidad Nacional de Colombia; 2013.

16. Gómez A, Broch Á, Bellet D. Localizadores de ápice para la realización de pulpectomías. *Pediatr Dent*. 2017; 15(4):319-323.
17. Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 10th ed. St. Louis: Mosby Year Book; 2011.
18. Hasegawa K, Iizuka H, Takei M, Goto N, Nihei M, Ohashi M. A new method and apparatus for measuring root canal length. *J Nihon Univ Sch Dent*. 1986; 28(2):117-28.
19. Hoer D, Attin T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J*. 2004; 37(2):125-31
20. Hoskinson SE, Ng YL, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(6):705-15
21. Imura N, Pinheiro ET, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. *J Endod*. 2007; 33(11):1278-82.
22. Jafarzadeh H, Beyrami M, Forghani M. Evaluation of Conventional Radiography and an Electronic Apex Locator in Determining the Working Length in C-shaped Canals. *Iran Endod J*. 2017; 12(1):60-63.
23. Jarad FD, Albadri S, Gamble C, Burnside G, Fox K, Ashley JR, Peers G, Preston AJ. Working length determination in general dental practice: a randomised controlled trial. *Br Dent J*. 2011; 211(12):595-8.
24. Katz A, Tamse A, Kaufman AY. Tooth length determination: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991; 72(2):238-42.
25. Khandewal D, Ballal NV, Saraswathi MV. Comparative evaluation of accuracy of 2 electronic Apex locators with conventional radiography: an ex vivo study. *J Endod*. 2015; 41(2):201-4.
26. Kobayashi C. Electronic canal length measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995; 79(2):226-31.
27. Kumar LV, Sreelakshmi N, Reddy ER, Manjula M, Rani ST, Rajesh A. Clinical evaluation of conventional radiography, radiovisiography, and an electronic apex locator in determining the working length in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2016; 38:37-41.
28. Leonardo MR, Silva LA, Nelson-Filho P, Silva RA, Raffaini MS. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J*. 2008; 41(4):317-21.
29. Mandana N, Zohreh A, Mojgan M. Evaluation of the Distance of Apical Constriction from Anatomic and Radiographic Apices in Extracted Maxillary Second Premolars Using the Clearing Technique. *Journal Dental School* 2012; 30(2):95-100
30. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *J Endod*. 2006; 32(4):299-306.

31. McDonald NJ. The electronic determination of working length. *Dent Clin North Am.* 1992; 36(2):293-307.
32. Mello-Moura AC, Moura-Netto C, Araki AT, Guedes-Pinto AC, Mendes FM. Ex vivo performance of five methods for root canal length determination in primary anterior teeth. *Int Endod J.* 2010; 43(2):142-7.
33. Mente J, Seidel J, Buchalla W, Koch MJ. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. *Int Endod J.* 2002; 35(5):447-52.
34. Meza M. Apex Locator: A Reliable and Easy Guide. *International journal of dental sciences.* 2016; 17(1).
35. Moscoso S, Pineda K, Basilio J, Alvarado C, Roig M, Duran-Sindreu F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2014; 19(2):e202-5.
36. Neena IE, Ananthraj A, Praveen P, Karthik V, Rani P. Comparison of digital radiography and apex locator with the conventional method in root length determination of primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2011; 29(4):300-4.
37. Nelson-Filho P, Romualdo PC, Bonifácio KC, Leonard MR, Silva RAB y Silva LAB. Accuracy of the iPex multi-frequency electronic apex locator in primary molars: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2010; 44:303-6
38. Odabaş ME, Bodur H, Tulunoğlu O, Alaçam A. Accuracy of an electronic apex locator: a clinical evaluation in primary molars with and without resorption. *J Clin Pediatr Dent.* 2011; 35(3):255-8.
39. Olmos J, Rusco A, Dilascio M, Urmendiz G. Eficacia clínica del localizador apical electrónico YC-RAF- 1 ROOT Apex finder. *Electronic Journal of Endodontics Rosario.* 2008; 15 (7).
40. Olson AK, Goerig AC, Cavataio RE, Luciano J. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. *Int Endod J.* 1991; 24: 28-35.
41. Oznurhan F, Ünal M, Kapdan A, Ozturk C, Aksoy S. Clinical evaluation of apex locator and radiography in primary teeth. *Int J Paediatr Dent.* 2015; 25(3):199-203.
42. Paredes-Vieyra J, Enriquez FJ. Success rate of single- versus two-visit root canal treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial. *J Endod* 2012; 38:1164–9.
43. de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod.* 2009; 35(7):1009-12
44. Reyes A, Cázarez O, Verdugo L, Castro Y, Castro I. Evaluación in vitro para corroborar la confiabilidad del localizador apical Propex en presencia de NaOCl al 5.25%, clorhexidina al 2% y Smear Clear. *Odontol Latinoam.* 2011; 3(2):27-31

45. Ricucci D<sup>1</sup>, Russo J, Rutberg M, Burleson JA, Spångberg LS. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112(6):825-42.
46. Saritha S, Uloopi KS, Vinay C, Chandra Sekhar R, Rao VV. Clinical evaluation of Root ZX II electronic apex locator in primary teeth. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2012; 13(1):32-5.
47. Susuki K. Experimental studies on iontophoresis. *Jpn J of Stomatol.* 1942; 16:411-29
48. Tamse, A., Kaffe, I. y Fishel, D. Zygomatic arch interference with correct radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics. *Oral Surg. Oral Med Oral Pathol .* 1980 ; 50 (6): 563-6
49. Tyndall DA, Kohltfarber H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Aust Dent J* 2012; 57:72–81.
50. Wankhade AD, Kumar R, Singh RK, Chandra A. Root canal length determination by different methods in primary teeth: an in vivo study. *Pediatr Dent.* 2013; 35(2):E38-42.
51. Ward J. Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Aust Endod J.* 2002; 28:29–37.
52. Webber RL, Messura JK. An in vivo comparison of digital information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 1999; 88(2): 239–47.
53. Weine F. Tratamiento endodóntico. 5 a ed. Madrid; Editorial Harcourt Brace.1997.
54. Wu MK, Shemesh H, Wesselink PR. Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome of endodontic treatment. *Int Endod J.* 2009; 42(8): 656–66.
55. Yılmaz F, Kamburoğlu K, Şenel B. Endodontic Working Length Measurement Using Cone-beam Computed Tomographic Images Obtained at Different Voxel Sizes and Field of Views, Periapical Radiography, and Apex Locator: A Comparative Ex Vivo Study. *J Endod.* 2017; 43(1):152-15