

**RELACION ENTRE EL FORAMEN APICAL, EL APICE ANATÓMICO Y  
RADIOGRÁFICO EN DIENTES PREMOLARES MAXILARES**

**Investigador principal**

**JACOBO IVAN RAMOS MANOTAS**

**Coinvestigadores**

**INDIRA VANESSA GOMEZ AGUDELO**

**Residente IV semestre Postgrado de Endodoncia de la Facultad de  
Odontología de la Universidad de Cartagena**

**VIANY MIREYA ORTIZ POLANCO**

**Residente IV semestre Postgrado de Endodoncia de la Facultad de  
Odontología de la Universidad de Cartagena**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE ENDODONCIA**

**Cartagena de Indías,**

**2012**

**RELACION ENTRE EL FORAMEN APICAL, EL APICE ANATÓMICO Y  
RADIOGRÁFICO EN DIENTES PREMOLARES MAXILARES**

**JACOBO IVAN RAMOS MANOTAS**

**Investigador principal**

**INDIRA VANESSA GOMEZ AGUDELO**

**VIANY MIREYA ORTIZ POLANCO**

**Coinvestigadores**

**FARITH DAMIAN GONZALEZ MARTINEZ**

**Odontólogo Universidad de Cartagena**

**Maestría en Epidemiología**

**Jefe Departamento de Investigaciones U de C.**

**Docente de Pregrado y Postgrado U de C.**

**Asesor metodológico**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**POSTGRADO DE ENDODONCIA**

**Cartagena de Indías,**

**2012**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

**Cartagena de Indías, Febrero de 2012**

## AGRADECIMIENTOS

*A dios todopoderoso*

*Gracias a Dios por habernos proporcionado la sabiduría para la realización y desarrollo del este proyecto de investigación que con nuestras fuerzas solamente no hubiésemos terminado.*

*A nuestros padres*

*Mil gracias por el apoyo incondicional que nos brindaron por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de nuestra carrera, así como su comprensión y paciencia en momentos difíciles que tuvimos.*

*A nuestras familias y amigos*

*Por el apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera dándonos fuerzas para seguir adelante.*

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCION	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
4. MARCO TEORICO	20
4.1 DESARROLLO RADICULAR	21
4.1.1 Formación de raíces múltiples.	22
4.1.2 Longitud final de la raíz y cierre apical.	22
4.2 MORFOLOGÍA RADICULAR	23
4.3 MORFOLOGIA RADICULAR DE PREMOLARES	28
4.4 METODOS PARA LA LOCALIZACION DEL FORAMEN	29
5. METODOLOGIA	34
5.1 TIPO DE ESTUDIO	34
5.2 POBLACION Y MUESTRA	34
5.2.1 Criterios de inclusión	34
5.2.2 Criterios de exclusión	34
5.3 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	35
5.4 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	36
5.5 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	37

6. RESULTADOS	38
7. DISCUSION	41
8. CONCLUSIONES	44
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS	53

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Localización de la posición del ápice radiográfico, foramen apical y ápice anatómico en los premolares superiores.	38
<b>Tabla 2.</b> Relación de la posición del ápice anatómico con el foramen apical y ápice radiográfico.	39
<b>Tabla 3.</b> Localización anatómica del instrumento cuando radiográficamente está a un milímetro del ápice.	40

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Posición del ápice radiográfico.	56
<b>Figura 2.</b> Posición del instrumento.	56
<b>Figura 3.</b> Posición del ápice anatómico.	55
<b>Figura 4.</b> Posición del foramen apical.	55



## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Instrumento de medición	54
<b>Anexo 2.</b> Instructivo	55
<b>Anexo 3.</b> Instructivo	56

## RESUMEN

El propósito de este estudio fué determinar la relación entre la localización del foramen apical con el ápice anatómico y radiográfico en dientes premolares maxilares. 106 dientes premolares maxilares con el ápice maduro y recién extraídos fueron seleccionados se tomó la radiografía inicial, se realizó apertura coronaria, una vez localizados los conductos se colocaron limas K flexofile, número 10, a un milímetro del ápice radiográfico, se tomó una segunda radiografía con rejilla milimetrada, colocando el diente de mesial a distal. Posteriormente se midió la distancia del foramen apical y ápice anatómico a través de una rejilla milimetrada en el microscopio óptico de luz, y se verificó la localización de la lima con respecto al foramen según la longitud de la segunda radiografía se tomó una medida en milímetros con regla milimetrada de la distancia de foramen apical al ápice radiográfico sobre la segunda radiografía. Para el análisis de la información se utilizó el test  $\chi^2$ . Asumiendo un límite de decisión de 0.05. De los premolares evaluados obtuvimos que el ápice radiográfico se encontraba en un 67% en posición apical, así mismo, el ápice anatómico, en un 50% en la misma posición. El foramen apical se encontró en un 51% en relación al ápice anatómico. De acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio podemos afirmar que existe relación entre la posición del ápice anatómico y el foramen apical lo cual debe ser tenido en cuenta por el especialista durante la determinación de la longitud de trabajo en dientes premolares maxilares.

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to determine the relationship between the location of the apical foramen to the anatomic and radiographic apex in maxillary premolars. 106 maxillary premolars recently extracted with mature apex

were selected. Initial radiograph was taken, coronary opening was performed coronary, once located ducts flexofile K number 10 files were placed a millimeter of the radiographic apex, a second radiograph was taken with millimeter grid, placing the tooth mesial to distal. Subsequently measured the distance of the apical foramen and anatomic apex through a millimeter grid in the light optical microscope, and verified the location of the lime with respect to foramen according the length of the second radiograph was taken a measure in millimeter with millimeter ruler the distance from the radiographic apex apical foramen on the second radiograph. For the analysis of the information uses the Chi2 test. Assuming a decision limit of 0.05. Of the premolars evaluated, the radiographic apex obtained was 67% in apical position, also, the anatomic apex by 50% in the same position. The apical foramen was found in 51% compared to the anatomic apex. According to data obtained in this study, we conclude that there is a relationship between the anatomical position of the apex and apical foramen which must be taken into account by the specialist in determining the working length in teeth premolars.

## INTRODUCCIÓN

El éxito de los tratamientos endodónticos depende de muchos factores, tales como la limpieza adecuada del sistema de conductos, obturación hermetica y factores externos como la habilidad del operador para realizarlos. Es por esto que se debe tener un conocimiento amplio de la anatomía interna del sistema de conducto, que varía de un diente a otro. Actualmente existen varios métodos para determinar la longitud radicular de trabajo, como radiografías periapicales, localizadores apicales y radiovisiografía. Con la introducción de métodos electrónicos se deja de lado la importancia del conocimiento de las características anatómicas de cada grupo de dientes. Los premolares superiores son los dientes que presentan un nivel alto de dolor postoperatorio, esto es relacionado a la anatomía variables del ápice en este grupo de dientes, lo que no es tenido en cuenta por parte del operador.

Frecuentemente para determinar la longitud de trabajo es utilizado el principio de confinar la obturación al conducto dentario que se encuentra a 1mm del ápice anatómico, pero existen varios estudios que demuestran la variabilidad que presenta el foramen apical con respecto al ápice anatómico, pero estos estudios en su mayoría están realizados en dientes molares dejando a un lado la caracterización del grupo de premolares superiores que es distinta. A partir de esto surge la necesidad de realizar un estudio para describir la localización del foramen apical con respecto al ápice anatómico y radiográfico en premolares maxilares.

El estudio exvivo se realizó seleccionando una muestra de 106 premolares maxilares que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión, se tomaron radiografías periapicales iniciales a cada muestra con un rejilla milimetrada, luego se realizaron aperturas de acceso con fresas redondas y cilíndricas de alta velocidad, se introdujo un lima numero 10 a un milímetro del ápice radiográfico verificado en la radiografía inicial y se tomó una segunda radiografía. Luego se evaluaron las muestras en el microscopio óptico para visualizar la ubicación de la punta de la lima cuando radiográficamente estaba a un milímetro del ápice, y después se midió la distancia del foramen apical al ápice anatómico con una regla milimetrada en el microscopio.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante muchos años se consideró que el fracaso de un tratamiento endodóntico estaba asociado a la obturación incompleta del conducto radicular y un sellado apical inadecuado, causando la microfiltración bacteriana que altera la respuesta tisular en la cicatrización de los tejidos afectados. Con el desarrollo de la tecnología y avances en el campo de la endodoncia se determinan un sin número de factores causales del fracaso del tratamiento de conducto, las cuales podemos mencionar en dos grandes grupos: las relacionadas con el tratamiento propiamente dicho (errores en el diagnóstico, preparación, limpieza y técnica de obturación) y las relacionadas con factores extrínsecos (restauraciones definitivas, condiciones sistémicas).

Hoy en día los métodos utilizados para determinar la longitud de trabajo son varios, entre los que se encuentran los electrónicos como los localizadores apicales y el método radiográfico que se usa tradicionalmente, el cual se basa en la ubicación del ápice radiográfico y el anatómico al mismo nivel y la referencia para la longitud de trabajo es a 1mm del ápice. El desconocimiento de la anatomía variable del sistema de conductos lleva al odontólogo a ceñirse a la utilización del método radiográfico dejando a un lado la posibilidad de una localización distinta a la señalada por la radiografía, sin tener en cuenta que el foramen apical se puede localizar hasta 4mm del ápice radiográfico, además de lo anterior variaciones anatómicas como curvatura de las raíces, procesos de cementosis o reabsorción, todas estas situaciones conllevan a tratamientos endodónticos que no cumplen con las condiciones biomecánicas aumentando la tasa de fracasos endodónticos.

Vieyra JP, Acosta J, Mondaca JM en el 2009 concluyeron que la medición de la ubicación del agujero apical con dos localizadores de ápice fue más exacto que las radiografías y que su uso reduciría el riesgo de la sobreinstrumentación y la transportación del foramen apical<sup>1</sup>. Tamse A, Kaffe I y cols<sup>2</sup> concluyeron que la interpretación clínica de la ubicación del foramen apical mediante radiografías clínicas es alterada por la superposición de los tejidos blandos y duros en comparación con su ubicación real, esto conlleva a errores de tratamiento, estos autores<sup>3</sup> en el mismo año reportaron la importancia de la evaluación de la radiografía inicial porque el foramen apical puede estar presente o terminar en la superficie distal radicular. Por su parte en el 2009 Martos J, Ferrer- Luque CM y cols<sup>4</sup>, determinaron que la distancia del foramen apical al ápice anatómico es menor a 1mm y Olson AK, Goerig AC y cols<sup>5</sup>, evaluaron la capacidad de las radiografías de determinar la ubicación del foramen apical y no obtuvieron diferencias significativas entre las radiografías de los dientes en los alveolos y los dientes extraídos.

Actualmente existe poca evidencia científica de la coincidencia entre los ápices anatómico y radiográfico y la localización del foramen apical, de los cuales se han obtenido resultados contradictorios que no permiten tener claridad exacta acerca

---

<sup>1</sup> VIEYRA, JP; ACOSTA, J and MONDACA, JM. Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. EN: International Endodontic Journal. January, vol. 43, n.1, p. 16-20.

<sup>2</sup> TAMSE, A, et al. Morphological and radiographic study of the apical foramen in distal roots of mandibular molars. Part II. The distance between the foramen and the root end. EN: International Endodontic Journal, 1988 May, vol. 21, n. 3, p. 211.

<sup>3</sup> TAMSE, A ,et al.Morphological and radiographic study of the apical foramen in distal roots of mandibular molars. Part I. The location of the apical foramen on various root aspects. EN: International Endodontic Journal. 1988 May, vol. 21, n. 3, p. 205-210.

<sup>4</sup> MARTOS, J.,et al. Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42, p. 329–334.

<sup>5</sup> OLSON, AK, et al.The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. International Endodontic Journal. 1991, vol. 24, n. 1, p. 28-35.

de la realidad, además esto se corrobora en la clínica durante la realización de los tratamientos de conductos en los premolares superiores cuyos dientes poseen una alta incidencia de fracasos o dolor post-tratamiento. También se hace necesario dicho estudio por que la literatura revisada reporta evidencia en dientes molares, dejando a un lado la caracterización específica para dientes premolares.

El procedimiento para calcular la longitud del diente establece la longitud apical de la instrumentación y el último nivel apical de la obturación del conducto radicular. Si no se establece con precisión la longitud del diente, el resultado será la perforación apical y la sobre-obturación, que a menudo se acompañan de dolor postoperatorio. Cuando no se mide con precisión la longitud del diente, otra consecuencia es una instrumentación incompleta y la obturación insuficiente con los problemas que ello conlleva; entre estos cabe anotar el dolor persistente y la molestia por la retención del tejido pulpar, su inflamación y la microfiltración bacteriana. Los requisitos para valorar la longitud de un diente son precisión, posibilidad de llevarlo a cabo con facilidad y rapidez y posibilidad de fácil confirmación.

De esta manera nos planteamos el siguiente interrogante: ¿cuál es la relación entre la localización del foramen apical con el ápice anatómico y radiográfico en dientes premolares maxilares?.



## 2. JUSTIFICACIÓN

En el campo de la endodoncia uno de los factores importantes es el conocimiento de la anatomía coronal y radicular del diente a tratar, este punto influye en el tratamiento y pronóstico. además existen factores que modifican esta caracterización anatómica dental como son patologías pulpares, periapicales, traumas dentales, tratamientos ortodonticos, etc. dentro de los objetivos de la endodoncia encontramos la eliminación de los agentes patógenos que se encuentran al interior del conducto y modificar el medio de los que se encuentran extra radicularmente para lograr la cicatrización de los tejidos periapicales, por esto la preparación mecánica y química debe limitarse al interior del conducto para no lesionar los tejidos periapicales. En la literatura científica mundial existen diversos estudios relacionando el foramen apical y el ápice anatómico en otro grupo de dientes, por lo tanto se hace necesario su estudio específicamente en dientes premolares superiores, además la clínica nos reporta que los pacientes a los que se les realiza endodoncia en los premolares maxilares por lo general manifiestan dolor postoperatorio espontaneo y/o a la palpación en relación al ápice de estos dientes, por este hallazgo común en muchos de ellos se hace necesario establecer si los métodos utilizados para la determinacion de la longitud de trabajo están fundamentados en las características anatómicas de este grupo de dientes en particular. esto permitirá disminuir el porcentaje de errores en la determinación de la longitud de trabajo, lo que se reflejará en menor sintomatología postoperatoria y mayor porcentaje de éxito del tratamiento, ya que es indudable que existe una relación muy estrecha entre la determinación de una longitud de trabajo precisa y el éxito de la terapia de conductos por lo tanto es importante determinar si el parámetro utilizado en la técnica radiográfica coincide con los

hallazgos anatómicos de los premolares maxilares además con este proyecto se beneficiará a los endodoncistas y odontólogos generales ya que el conocimiento de la real posición del foramen apical y su relación con el ápice anatómico y radiográfico de este grupo de dientes permitirá mejorar la exactitud y precisión del profesional en la determinación de la longitud de trabajo y con ello se aumentara el porcentaje de éxito de los tratamientos de conductos, además los principales beneficiados serán los pacientes teniendo un mejor pronóstico de la terapéutica instaurada.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la relación entre la localización del foramen apical con el ápice anatómico y radiográfico en dientes premolares maxilares.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir la localización del foramen apical en los dientes objetos de estudio.
- Identificar la localización del ápice anatómico en los dientes objetos de estudio.
- Identificar la localización del ápice radiográfico en los dientes objetos de estudio.
- Determinar la relación entre la localización del foramen apical y el ápice anatómico en los dientes objetos de estudio.
- Determinar la relación entre la localización del foramen apical con el ápice radiográfico en los dientes objetos de estudio.

#### 4. MARCO TEORICO

El estudio del ápice dental y sus estructuras asociadas son importantes para la endodoncia desde su inicio; las distancias y los cambios que pueden ocurrir a través del tiempo son de suma importancia para cualquier clínico que trabaje en esta área. El ápice radicular y los tejidos circundantes se constituyen en centro de actividad y de gran importancia en la preparación y obturación del conducto radicular <sup>6</sup>. El endodoncista debe imaginarse la forma tridimensional del conducto, desde los cuernos pulpares hasta el foramen apical para así poder limpiar, desinfectar y obturar adecuadamente todo el espacio pulpar <sup>7</sup>. El tercio apical del sistema de conductos radiculares es la zona que presenta mayor número de variaciones anatómicas <sup>8</sup> y es donde generalmente se presentan los canales accesorios y laterales, por lo tanto es la zona donde mayor accidentes de trabajo se producen <sup>9</sup>.

Para comprender el problema de investigación se hace necesario realizar una revisión acerca de la teoría de formación apical, sus variaciones anatómicas, los posibles cambios que pueden ocurrir a nivel del tercio apical y los métodos

---

<sup>6</sup> OLSON, David, DDS. Unevenness of the Apical Constriction in Human Maxillary Central Incisors. EN: Journal of Endodontics , February, 2008, vol. 34, no. 2, p. 157-159.

<sup>7</sup> ARORA, S. and TEWARI, S. The morphology of the apical foramen in posterior teeth in a North Indian population. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 930–939.

<sup>8</sup> WENG, X., MD, Root Canal Morphology of Permanent Maxillary Teeth in the Han Nationality in Chinese Guanzhong Area: A New Modified Root Canal Staining Technique. EN: Journal of Endodontics , May 2009, vol. 35, no. 5, p.651-656.

<sup>9</sup> ELAYOUTI, A.; DIMA, E. and LOST,C. A tactile method for canal length determination in teeth with open apices. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 1090-1095.

tradicionales de localización del foramen de manera tal que esto permita entender la importancia que esta zona anatómica tiene para la garantía de un tratamiento endodóntico exitoso.

#### **4.1 DESARROLLO RADICULAR**

Una vez finalizado la formación de la corona del diente inicia la formación de la región radicular. Durante el desarrollo dental, el epitelio interno y externo del esmalte se unen (sin presencia de retículo estrellado) y forman el asa cervical, el cual se invagina dentro del tejido conectivo subyacente <sup>10</sup>. Esta asa comienza a proliferar y es denominada vaina epitelial radicular de Hertwig que sirve de guía para la formación radicular; determina el tamaño, la forma de la raíz y el futuro límite dentinocementario <sup>11</sup>.

Cuando se deposita la primera capa de dentina radicular la vaina epitelial de Hertwig pierde su continuidad es decir, que se fragmenta o desintegra en dirección coronal y forma los restos epiteliales de Malassez, las células conectivas que forman parte del saco dentario comienzan a diferenciarse en cementoblastos y el cemento es depositado en la dentina <sup>12</sup>. Esta fragmentación y desplazamiento de la vaina epitelial se debe a la falta de aporte nutritivo de las células desde la papila <sup>13</sup>. Si la velocidad de migración es mayor que la del mecanismo de cementogénesis, les permite retirarse y ocupar un lugar en el ligamento

---

<sup>10</sup> ALMEIDA-GOMES, Fábio de, et al. Unusual Anatomy of Maxillary Second Premolars. EN: European Journal of Dentistry. April, 2009, vol. 3, p.145-149.

<sup>11</sup> CANTATORE, Giuseppe; BERUTTI, Elio y CASTELLUCCI, Arnaldo. Missed anatomy: frequency and clinical impact. En: Endodontic Topics. August, 2009, vol. 15, p. 3–31.

<sup>12</sup> LU, Tzu-Yi; YANG, Shue-Fen, and PAI, Sheng-Fang, Complicated Root Canal Morphology of Mandibular First Premolar in a Chinese Population Using the Cross Section Method. Journal of Endodontics, October, 2006, vol. 32, no. 10, p. 932-936.

<sup>13</sup> HARRAN PONCE, Elías and VILAR FERNÁNDEZ, José. The Cemento-Dentino-Canal Junction, the Apical Foramen, and the Apical Constriction: Evaluation by Optical Microscopy. En: Journal of Endodontics. March, 2003, vol. 29, no. 3, p. 214-219.

periodontal, pero otras veces, durante su traslado pueden quedar incluidas en el cemento, donde experimentan un proceso degenerativo <sup>14</sup>. Los cementoblastos inicialmente elaboran una matriz de tejido cementoide y la mineralización de la matriz inicial ocurre mientras un nuevo cemento es elaborado. El cemento es continuamente depositado e incrementa en espesores por todo el ciclo de vida del diente <sup>15</sup>.

**4.1.1 Formación de raíces múltiples.** En los dientes multirradiculares la vaina epitelial emite dos o tres especies de lengüetas epiteliales o diafragmas a nivel del cuello dentario dirigidas hacia el eje del diente, destinadas a formar por fusión el piso de la cámara pulpar y una vez delimitado éste, proliferan de forma individual en cada una de las raíces dividiendo la porción basal de la papila dental en dos o tres forámenes apicales, así dos o tres raíces son formadas y dos o tres forámenes desarrollados <sup>16</sup>.

**4.1.2 Longitud final de la raíz y cierre apical.** Después de la erupción, los dientes tardarán 3 - 4 años más en llegar a su longitud radicular total, mientras que para el cierre apical tendrán que transcurrir 2 - 5 años más. Cuando la vaina epitelial radicular de Hertwig alcanza su longitud máxima (en el momento en que se une con la dentina, acompañado del proceso de erupción continua), se dobla hacia adentro circunferencialmente, constituyendo el diafragma epitelial estructura que establece la longitud del diente y delimita el foramen apical<sup>17</sup>. Algunos autores consideran que a partir de este momento la papila se transforma en pulpa dental. De igual manera cabe anotar que durante la formación y desarrollo de la

---

<sup>14</sup> RAJ, U. and MYLSWAMY, S. Root canal morphology of maxillary second premolars in an Indian population EN: Conserv Dent Journal. July, 2010, vol. 13, no. 3, p.148-151.

<sup>15</sup> VERTUCCI, Frank, Root canal morphology and its relationship to endodontic Procedures. EN: Endodontic Topics, 2005, vol. 10, p. 3-29.

<sup>16</sup> Ibid., p. 3-29.

<sup>17</sup> RICUCCI, D. and LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. EN: International Endodontic Journal. 1998, vol. 31, p. 394-409.

vaina epitelial de Hertwig se pueden producir pequeñas interrupciones, que originan conductos laterales o accesorios<sup>18</sup>.

## 4.2 MORFOLOGÍA RADICULAR

El sistema de conductos tiene una muy variada morfología encontrándose un conducto principal que es el más importante porque recorre todo el eje longitudinal del diente y generalmente alcanza el ápice <sup>19</sup>. Pero además de este podemos encontrar varios tipos de conductos que lo acompañan en su recorrido como es el conducto bifurcado o colateral que es un conducto que recorre toda la raíz o parte de ella, más o menos paralelo al conducto principal y en ocasiones puede alcanzar el ápice; el conducto lateral o adventicio que comunica el conducto principal o bifurcado con el periodonto a nivel de los tercios medio y cervical de la raíz; el conducto secundario que es un conducto similar al lateral, que comunica directamente el conducto principal o colateral con el periodonto, pero en el tercio apical; el conducto accesorio que comunica un conducto secundario con el periodonto <sup>20</sup>.

Otra variaciones son el interconducto que comunica entre sí dos o más conductos principales o de otro tipo, sin alcanzar el cemento y periodonto, el conducto recurrente que sale del conducto principal, recorre un trayecto variable desembocando de nuevo en el conducto principal, pero antes de llegar al ápice <sup>21</sup> ;

---

<sup>18</sup> Ibid., p. 394-409.

<sup>19</sup> HASSANIEN, Ehab; HASHEM, Abeer and CHALFIN, Henry, Histomorphometric Study of the Root Apex of Mandibular Premolar Teeth: An Attempt to Correlate Working Length Measured with Electronic and Radiograph Methods to Various Anatomic Positions in the Apical Portion of the Canal. En: Journal of Endodontics., April, 2008, vol. 34, no. 4, p. 408-412.

<sup>20</sup> BARROSO, Juliana, et al. Influence of Cervical Preflaring on Determination of Apical File Size in Maxillary Premolars: SEM Analysis. En: Braz Dent J. 2005, vol. 16, no.1, p. 30-34.

<sup>21</sup> CAMARGO, E., et al. Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators. Journal of Endodontics. September, 2009, vol. 35, no. 9, p. 1300-1302.

los conductos reticulares que son varios conductillos entrelazados en forma reticular, como múltiples interconductos en forma de ramificaciones que pueden recorrer la raíz hasta alcanzar el ápice; el conducto cavointerradicular: que comunica la cámara pulpar con el periodonto, en la bifurcación de los molares y los delta apicales que constituyen las múltiples terminaciones de los distintos conductos que alcanzan el foramen apical múltiple, formando un delta de ramas terminales <sup>22</sup>.

El conducto radicular está dividido en tres tercios apical, medio y cervical y desde el punto de vista biológico se distinguen dos conformaciones: conducto dentinario y conducto cementario <sup>23</sup>. Una de estas dos conformaciones cónicas es amplia y larga con diámetro mayor hacia la cámara pulpar y el menor hacia apical a nivel de la unión cemento-dentina-conducto (CDC) que constituye el conducto dentinario, la otra conformación tiene un diámetro menor también dirigido a la unión CDC y el mayor hacia la región periapical constituyendo el conducto cementario; estas dos conformaciones tienen diferencias histológicas en los tejidos <sup>24</sup>. Además está formado por un tejido conjuntivo mucoso de tipo embrionario rico en odontoblastos mientras que el cementario tiene un tejido conjuntivo maduro sin odontoblastos perteneciente a la región periapical y relacionado con el conducto dentinario <sup>25</sup>.

La terminación del tercio apical radicular se denomina ápice que es sinónimo de la terminación del conducto, en él se encuentra el foramen apical de un conducto que a su vez es donde esencialmente termina la pulpa y comienza el ligamento

---

<sup>22</sup> CARNEIRO, E., et al. Accuracy of Root Length Determination Using Tri Auto ZX and ProTaper Instruments: An In Vitro Study. En: Journal of Endodontics. February, 2006, vol. 32, no. 2, p. 142-144.

<sup>23</sup> MATTUELLA, Leticia, et al. Root Canals and Apical Foramina of the Buccal Root of Maxillary First Premolars with Longitudinal. EN: Braz Dent J. 2005, vol. 16, no 1, p. 23-29.

<sup>24</sup> CLEGHORN, Blaine; CHRISTIE, William and DONG, Cecilia. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular Second Premolar: A Literature Review, En: Journal of Endodontics. September, 2007, vol. 33, no. 9, p. 1031-1037.

<sup>25</sup> GOLDBERG, Fernando, and MASSONE, Enrique. Patency File and Apical Transportation: An In Vitro Study, En: Journal of Endodontics. July, 2002, vol. 28, no. 7, p. 510-511.



periodontal y puede estar en una ubicación diferente del ápice de la raíz y este además variar con la edad<sup>26</sup>. Definiendo el foramen apical como el orificio en el que termina el conducto principal; también se define como la circunferencia o borde redondeado - como el de un embudo o cráter - que separa la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz. A menudo se confunde el foramen con el ápice, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto, que son estructuras diferentes<sup>27</sup>.

La anatomía del ápice radicular fue bien estudiada por Kuttler en 1955 y posteriormente por otros. El conducto radicular recorre la raíz disminuyendo paulatinamente su diámetro hasta terminar en el ápice radicular, en la denominada constricción apical, formando un cono largo y estrecho, llamado cono dentinario o porción dentinaria; contiene la pulpa con sus células más nobles y diferenciadas, los odontoblastos, que construyen la pared de dentina que la rodea. Se continúa con otro cono más corto y ancho, el cono cementario o porción cementaria, con tejido conjuntivo periodontal y células que forman el cemento. Según Kuttler la porción cementaria tiene forma troncocónica, con dos bases: la menor es la unión cementodentinaria (UCD); su diámetro es de 224 micras en los jóvenes, y ya disminuyendo con la edad hasta las 210 micras<sup>28</sup>.

La constricción apical o foramen menor cuando está presente, es la parte más angosta del conducto o canal radicular con el menor diámetro de suplemento sanguíneo y la preparación de este punto resulta en una pequeña injuria con óptimas condiciones de reparación<sup>29</sup>. El promedio del ancho de la constricción

---

<sup>26</sup> GORDUYSUS, O., et al. Localization of root canal orifices in mandibular second molars in relation to occlusal dimension. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 973-979.

<sup>27</sup> HERRERA, Manuela, et al. Influence of Apical Constriction Diameter on Root ZX Apex Locator Precision. En: Journal of Endodontics. August, 2007, vol. 33, no. 8, p. 995-998

<sup>28</sup> IQBAL, M.; KURTZ, E. and KOHLI, M. Incidence and factors related to flare-ups in agraduate endodontic programme. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 99-104.

<sup>29</sup> JAN, J. and KRIZAJ, D. Accuracy of root canal length determination with the impedance ratio method. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 819-826.

apical es 0.27 - 0.30 mm. La localización de la constricción apical varía considerablemente de raíz a raíz.

Donde termina el tejido pulpar, al no haber odontoblastos, deja de formarse dentina; a partir de este punto son los cementoblastos del tejido periodontal los encargados de formar cemento. Así pues la pulpa termina y comienza el periodonto en la UCD, que es una línea circular que separa los dos tejidos pulpar y periodontal. Este límite anatómico y biológico se debe respetar sin sobrepasarlo, ya que está íntimamente implicado en el pronóstico de la terapia endodóntica <sup>30</sup>.

Por otra parte el foramen apical no siempre está localizado en el ápice anatómico del diente, sino que puede estar localizado hacia un lado del apice anatómico y llegar a alcanzar distancias de hasta 3 mm en un 50 – 98 % de las raíces. Dummer y colaboradores en 1984 reportaron que la distancia promedio entre el ápice dental y el foramen mayor en dientes anteriores es de 0.36 mm <sup>31</sup>. Kuttler en 1955 estableció que la distancia entre el ápice dental y el centro del foramen mayor es de 0.48 mm en el grupo correspondiente a individuos jóvenes y de 0.6 mm en el grupo de individuos mayores <sup>32</sup>. Green en 1956 – 1960 reportó que la distancia era de 0.3 mm en dientes anteriores y 0.43 mm en dientes posteriores <sup>33</sup>. La tendencia general y actual es afirmar que la distancia existente entre el ápice y el foramen es mayor en dientes posteriores y de individuos mayores si se compara con dientes anteriores y de individuos jóvenes.

---

<sup>30</sup> KIM, Euseong, et al. An in vivo comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. EN: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008, vol.105, p. e79-e83.

<sup>31</sup> LAMBRIANIDIS, T.; TOSOUNIDOU, E., and TZOANOPOULOU, M. The Effect of Maintaining Apical Patency on Periapical Extrusion, Journal of Endodontics, November, 2001, vol. 27, no. 11, p. 696-699.

<sup>32</sup> IQBAL, M.; KURTZ, E. and KOHLI, M. Op. cit., p. 99–104.

<sup>33</sup> MUTHU, S., et al. Evaluation of working length determination methods: an in vivo/ ex vivo study. EN: Indian J Dent Res. 2007, vol. 18, no. 2, p. 60-63.

Durante la formación radicular se produce a veces una interrupción en la continuidad de la misma, produciendo una pequeña comunicación originada por la presencia de vasos sanguíneos alrededor de los cuales se deposita la dentina y el cemento, dando como resultado la formación de un pequeño conducto accesorio entre el saco dental y la pulpa. El conducto accesorio puede llegar a establecerse en cualquier lugar a lo largo de la raíz, con lo que se genera una vía de comunicación entre los tejidos periodontales y la pulpa. Cuando estos conductos accesorios se dan a nivel del tercio apical radicular suelen ser llamados deltas apicales <sup>34</sup>.

Los conductos laterales y accesorios se encuentran en un alto porcentaje en la mayoría de los dientes y están ubicados fundamentalmente a nivel apical y en la zona de la bifurcación. Su prevalencia y localización han sido bien documentadas, se estima que el 30-40% de los dientes tienen conductos laterales o accesorios y la mayoría de ellos se encuentran en el tercio apical de la raíz <sup>35</sup> (33). Sberna y cols hallaron que el 17% de los dientes tenían conductos laterales en el tercio apical de la raíz, alrededor del 9% en el tercio medio, y menos del 2% en el tercio coronal <sup>36</sup>.

Según Kuttler el foramen apical tiene una ubicación distal en la mayoría de los casos aunque puede salir lateralmente hacia cualquier punto de la periferia del ápice radicular<sup>37</sup>. De igual manera para Kuttler , el conducto cementario muy pocas veces sigue el eje axial del conducto radicular y comúnmente se desvía lateralmente llegando a veces a salir a 3 mm del vértice apical y, con mayor

---

<sup>34</sup> CARNEIRO, E., et al. Op. Cit., p. 142-144.

<sup>35</sup> POLYCARPOU, N. et al. Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. EN: International Endodontic Journal. 2005, vol. 38, p. 169-178

<sup>36</sup> RICUCCI, D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. Literature review. EN: International Endodontic Journal. 1998, vol. 31, p. 384-393.

<sup>37</sup> RICUCCI, D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. EN: International Endodontic Journal, 1998, vol. 31, p 384-393.

frecuencia, hacia distal <sup>38</sup>. Los forámenes no están en el vértice apical y que las desviaciones varían del 76% al 78% e incluso hasta el 90% de los casos. A pesar de que la mayoría de los forámenes salen hacia distal también pueden hacerlo por cualquiera de los 360° de la circunferencia apical. Esto representa un problema para los endodoncistas, ya que este fenómeno se detecta en las radiografías sólo cuando el foramen termina en la cara mesial o distal de la raíz. Cuando termina por vestibular o lingual no es posible reconocerlo radiográficamente; entonces la sobreinstrumentación del conducto debe ser frecuente e involuntaria, a menos que el operador cuidadosamente determine de forma exacta la longitud de trabajo <sup>39</sup>.

#### **4.3 MORFOLOGIA RADICULAR DE PREMOLARES SUPERIORES**

Se denomina premolares al grupo de dientes ubicados delante de los molares en la dentición permanente. Las coronas y las raíces de los premolares superiores son más cortas que la de los caninos superiores. Las raíces son de igual longitud que en los molares pero las coronas son un poco más largas que en los molares <sup>40</sup>.

El primer premolar superior presenta una cámara pulpar de forma ovoide irregular, achatada en sentido mesio distal, el techo presenta dos concavidades una vestibular y una palatina, más pronunciada la vestibular principalmente en personas jóvenes. Este es el único premolar que tiene dos tipos diferentes de raíces: única y bifurcada. Sin embargo el tipo bifurcado parece ser el más común<sup>41</sup>. Las raíces son denominadas vestibular y lingual (palatina) porque la bifurcación se produce en sentido mesiodistal. La raíz vestibular es la mayor y más larga de las dos. En el premolar unirradicular, los surcos longitudinales están

---

<sup>38</sup> IQBAL, M.; KURTZ, E. and KOHLI, M. Op. cit., p. 99–104.

<sup>39</sup> CARNEIRO, E., et al. Op. cit., p. 142-144.

<sup>40</sup> SBERNA, M. et al. A preliminary study of the use of peripheral quantitative computed tomography for investigating root canal anatomy. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 66–75.

<sup>41</sup> SELTZER, Samuel, D.D.S., et al. Biologic Aspects of Endodontics Part III. Periapical Tissue Reactions to Root Canal Instrumentation. EN: Journal of Endodontics, July, 2004, vol. 30, no. 7, p. 491-499.

mas desarrollados en la superficie mesial. Independientemente si es unirradicular o bifurcado, suele haber dos conductos. La longitud promedio de este diente es de 21.8 mm, presentando dos conductos dos agujeros en un 72%, dos conductos un agujeros en un 13%, un conducto un agujero en un 9% y tres conducto tres agujeros en un 6%<sup>42</sup> .

El segundo premolar superior complementa la función del primer premolar. Los dos se asemejan mucho entre sí. El segundo premolar superior es menos angulado, dando a la corona un aspecto más redondo por todos sus lados. Tiene una sola raíz. Por lo general, la longitud de la raíz es más grande quizá 1mm mayor que la del primer premolar. El segundo premolar superior tiene una cámara pulpar de mayor dimensión y en la mayoría de los casos se observa un canal único achatado y una raíz recta en el 40% de los casos. Longitud promedio de 21 mm y presenta un conducto un agujero en el 75% de los casos, dos conductos dos agujeros en 24% y tres conductos en el 1%. El ápice de la raíz suele ser redondeado<sup>43</sup> .

#### **4.4 MÉTODOS PARA LA LOCALIZACIÓN DEL FORAMEN APICAL**

Debido a los cambios constantes de la morfología apical, los tratamientos endodónticos no pueden realizarse mediante bases preestablecidas; ya que los medios de exploración a nuestro alcance no nos permiten conocer con detalle esta morfología necesaria para una correcta terapéutica, el clínico debe fundamentarse en el conocimiento previo de las posibles anomalías del periápice para

---

<sup>42</sup> CLEGHORN, Blaine; CHRISTIE, William, and DONG, Cecilia. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. En: Journal of Endodontics. May, 2007, vol. 33, no. 5, p. 509-518.

<sup>43</sup> MOORE, J; FITZ-WALTER, P. and PARASHOS, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation Techniques. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 1057-1064.

descubrir las durante el tratamiento a través de su tacto endodóntico. El uso de una distancia predeterminada difícilmente reflejará la verdadera anatomía individual <sup>44</sup>.

Desde hace más de 100 años, varios investigadores se han dedicado al estudio anatómico de las cámaras pulpares y los conductos radiculares, empleando cortes seriados, desgaste, metales fundidos, caucho blando para vulcanizarlo después de penetrar en los conductos, mercaptán, siliconas y plásticos de poliestireno. Finalmente el método de Okumura-Aprile, basado en la impregnación con tinta china, translucidez y diafanización de los dientes, ha logrado facilitar el estudio de las características anatómicas y el exacto conocimiento de los accidentes de número, dirección, disposición y forma de los deltas apicales <sup>45</sup>.

En un estudio realizado sobre 1.140 dientes humanos se pudo evidenciar que en el 27,4% se observaron ramificaciones; usualmente localizadas en apical, y fueron los premolares y molares los que presentaron mayor variedad de ramificaciones. Es necesario tener presente un amplio conocimiento anatómico y recurrir a las placas radiográficas, así como al tacto digitoinstrumental, para poder conocer correctamente los distintos accidentes de número, forma, dirección, disposición, laterales y delta apical que los conductos radiculares puedan tener <sup>46</sup>.

La radiografía es la ayuda diagnóstica más usada en endodoncia se utiliza de rutina para verificar la longitud de trabajo y brindar información veraz de la localización del ápice radiográfico. Cuando las radiografías son usadas para determinar la longitud de trabajo la calidad de la imagen es importante para una

---

<sup>44</sup> SOUZA, Ronaldo, The Importance of Apical Patency and Cleaning of the Apical Foramen on Root Canal Preparation. EN: Braz Dent J, 2006, vol. 17, no.1, p. 6-9.

<sup>45</sup> KIM, Euseong, et al. Op. Cit., p. e79-e83.

<sup>46</sup> WILLIAMS, Clayton, DDS; JOYCE, Anthony, DDS, and ROBERTS, Steven DDS. A Comparison between In Vivo Radiographic Working Length Determination and Measurement after Extraction. Journal of Endodontics, July, 2006, vol. 32, no. 7, p.624-627.

adecuada interpretación<sup>47</sup>. Las técnicas de paralelismo demuestran ser tan superiores como las técnicas del ángulo de bisectriz en la interpretación de la determinación de la longitud de trabajo y en la reproducción de la anatomía apical<sup>48</sup>. La mayor limitación de la radiografía es que solo se observan dos dimensiones faltando la tercera dimensión vestibulo-lingual. Esta no se observa en una sola radiografía y para ello se debe recurrir a diferentes técnicas de angulación en la proyección, tanto horizontal como vertical, además para lograr calidad radiográfica se requiere de una precisa colocación y angulación del tubo de rayos X<sup>49</sup>. Las radiografías convencionales son las más comúnmente utilizadas para determinar la longitud de trabajo en la terapia endodóntica. Dichas radiografías proveen una gran claridad y calidad de detalle para visualizar la punta de la lima en relación con el ápice radiográfico. Una de las desventajas de la radiografía convencional en el tratamiento de conductos es el incremento en la radiación cuando múltiples exposiciones son necesarias en la determinación de la longitud de trabajo<sup>50</sup>.

La radiografía periapical tiene sus limitaciones en el campo endodóntico debido a que se refiere a su estado físico que es el registro de una sombra y que como tal la imagen se observa solo en dos dimensiones<sup>51</sup>, estas pueden distorsionarse con

---

<sup>47</sup> MATTUELLA, Leticia, et al. Op. cit., p. 23-29.

<sup>48</sup> RADEL, Robert, DMD, MS, et al. In Vitro Radiographic Determination of Distances from Working Length Files to Root Ends Comparing Kodak RVG 6000, Schick CDR, and Kodak Insight Film. EN: Journal of Endodontics. June, 2006, vol. 32, no. 6, p. 566-568.

<sup>49</sup> NAIR, Madhu, DMD, and NAIR, Umadevi, DMD, MDS, Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. EN: Journal of Endodontics. January, 2007, vol. 33, no. 1, p.1-6.

<sup>50</sup> MATHERNE, R., DDS et al. Use of Cone-Beam Computed Tomography to Identify Root Canal Systems In Vitro. EN: Journal of Endodontics. January, 2008, vol. 34, no. 1, p. 87-89.

<sup>51</sup> PATEL, S, et al. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation. EN: International Endodontic Journal, 42, 831–838, 2009.

mucha facilidad a causa de técnicas inadecuadas y limitaciones anatómicas o por el procesamiento mismo de la película radiográfica <sup>52</sup>.

La radiografía digital fue introducida por Trophy en 1987, su uso en endodoncia aumenta debido a que produce imágenes instantáneas durante la determinación de la longitud de trabajo<sup>53</sup>. Esta tecnología posee un dispositivo de carga<sup>54</sup> dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor después de una exposición de más o menos 50% o menos de la exposición de radiación requerida por una radiografía convencional <sup>55 56</sup>. La imagen puede ser almacenada, mejorada y guardada en la historia del paciente <sup>57</sup>. Su principal ventaja sobre las radiografías convencionales es la rapidez en la adquisición de la imagen, la reducción en la irradiación del paciente, la posibilidad de editar la imagen y su calidad y detalle es similar a la conseguida con la radiografía convencional<sup>58 59</sup>.

Por otra parte los localizadores apicales son dispositivos que determinan la localización de la constricción apical, la unión cemento-dentinaria o el foramen

---

<sup>52</sup> KUMAR, R; KHAMBETE, N and PRIYA, E. Extraoral periapical radiography: an alternative approach to intraoral periapical radiography. EN: Imaging Science in Dentistry, 2011, vol. 41, p. 161- 165.

<sup>53</sup> PATEL,S, et al. New dimensions in endodontic imaging: Part 1. Conventional and alternative radiographic systems. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42,p. 447–462.

<sup>54</sup> PATEL, S and HORNER, K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol.42, p. 755–756.

<sup>55</sup> PATEL,S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. EN: International Endodontic Journal,2009, vol. 42, p. 463–475.

<sup>56</sup> KUMAR, R; KHAMBETE, N and PRIYA, E. Extraoral periapical radiography: an alternative approach to intraoral periapical radiography. EN: Imaging Science in Dentistry, 2011, vol. 41, p. 161- 165.

<sup>57</sup> HUYNHRECHTS, M, et al. Void detection in root fillings using intraoral analogue, intraoral digital and cone beam CT images. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42, p. 675–685.

<sup>58</sup> PATEL,S, et al .The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. EN: International Endodontic Journal, 2007, vol. 40, p. 818–830.

<sup>59</sup> PATEL, S, et al. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42, p. 831–838.



menor; pero no tienen la capacidad de localizar sistemáticamente el ápice radiográfico<sup>60 61</sup>. Todos los localizadores apicales emplean el cuerpo humano para cerrar un circuito<sup>62</sup>. Un lado del circuito del localizador apical se conecta a un instrumento endodóntico introducido dentro del conducto y el otro se conecta al cuerpo del paciente, que puede estar localizado en el labio del paciente o en la mano del mismo<sup>63</sup>. El circuito se cierra cuando el instrumento endodóntico avanza en sentido apical y entra en contacto con el ligamento periodontal<sup>64</sup>.

---

<sup>60</sup> HOER, D and ATTIN , T. The accuracy of electronic working length determination. EN: International Endodontic Journal, 2004, vol.37, p. 125–131.

<sup>61</sup> WENG, X., MD. Op. cit., p.651-656

<sup>62</sup> SIU, C., DDS; Marshall, J., DMD and Baumgartner, J., DDS, PhD. An In Vivo Comparison of the Root ZX II, the Apex NRG XFR, and Mini Apex Locator by Using Rotary Nickel-Titanium Files. EN: Journal of Endodontics. July, 2009, vol. 35, no. 7, p. 962-965.

<sup>63</sup> NEKOOFAR , M.H, et al. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. EN: International Endodontic Journal, 2006, vol. 39, p. 595–609.

<sup>64</sup> GORDON, M and CHANDLER , N. Electronic apex locators. EN: International Endodontic Journal, 2004, vol. 37, p. 425–437.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

El presente estudio fue de tipo descriptivo correlacional con enfoque cuantitativo ya que se buscó relacionar la localización del foramen apical y el ápice radiográfico y anatómico. Estos estudios relacionan dos o más variables sin determinar prevalencia, nos permiten obtener información de un fenómeno que sirva de base para futuros estudios de causalidad.

### **5.2 MUESTRA**

El tamaño de la muestra fué obtenido de acuerdo a la tendencia histórica de otros estudios relacionados obteniendo un numero de 106 dientes premolares superiores extraídos a través de un muestreo no probabilístico por criterio.

Los siguientes criterios fueron tenidos en cuenta para la selección de la muestra:

#### **5.2.1 Criterios de Inclusión**

Dientes premolares maxilares con ápice maduro y recién extraído.

#### **5.2.2 Criterios de Exclusión**

Fueron excluidos los dientes no permeables, dientes con conductos calcificados, dientes con reabsorción externa y dientes con fracturas radiculares.

### 5.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICION	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN
<b>1. Posición radicular del foramen apical</b>	Ubicación del foramen en la superficie radicular	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesial</li> <li>• Distal</li> <li>• Vestibular</li> <li>• Palatino</li> <li>• Apical</li> </ul>
<b>2. Posición del ápice anatómico</b>	Ubicación del ápice anatómico	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesial</li> <li>• Distal</li> <li>• Vestibular</li> <li>• Palatino</li> <li>• Apical</li> </ul>
<b>3. Posición del ápice radiográfico</b>	Ubicación radiográfica de ápice	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesial</li> <li>• Distal</li> <li>• Apical</li> </ul>
<b>4. Distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico</b>	Medida en milímetros entre la localización del foramen apical y el ápice anatómico	Cuantitativa	Intervalo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escala en milímetros</li> </ul>
<b>5. Distancia entre el foramen apical y el ápice radiográfico</b>	Medida en milímetros entre la localización del foramen apical y el ápice radiográfico	Cuantitativa	Intervalo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencia en milímetros</li> </ul>

## 5.4 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Se utilizaron instrumentos de medición estandarizados y soportados en la literatura para obtener la información del estudio. Se calibraron los examinadores para realizar la medición y una prueba piloto. En la calibración de los examinadores se realizaron todos los procedimientos para la recolección de la información por cada examinador y se compararon los resultados de cada uno con los del investigador principal, y luego se seleccionaron los resultados más confiables y se le asignó el procedimiento que cada uno realizaría, el único procedimiento que fue realizado por el investigador principal fue la medición en el microscopio. Para la recolección de los datos se tomó la radiografía inicial de cada diente, se realizó apertura coronaria para localizar conductos con pieza de alta velocidad NSK, fresas redondas número 2, 3 y 4, fresas de diamante cilíndricas para diseño de cavidad y desgastes compensatorios, explorador de conducto DG16. Una vez localizados los conductos se colocaron limas K flexofile número 10, a un milímetro del ápice radiográfico, se tomó una segunda radiografía con rejilla milimetrada, colocando el diente de mesial a distal. Se revelaron las radiografías en cuarto oscuro, utilizando ganchos para revelar, el método de revelado fue con líquidos kodak según las indicaciones del fabricante. Posteriormente se midió la distancia del foramen apical y ápice anatómico a través de una rejilla milimetrada en el microscopio óptico de luz, y se verificó la localización de la lima con respecto al foramen según la longitud de la segunda radiografía se tomó una medida en milímetro con regla milimetrada de la distancia de foramen apical al ápice radiográfico sobre la segunda radiografía <sup>65</sup>. Una vez recolectados los datos consignados en los instrumentos que fueron estandarizados, se tabularon a través de una base de datos en el programa Excel.

---

<sup>65</sup> MARROQUIN, Benjamín; EL-SAYED, Mohammed and WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, Brita, Morphology of the Physiological Foramen: I. Maxillary and Mandibular Molars. EN: Journal of Endodontics, May, 2004, vol. 30, no. 5, p. 321-328

## **5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para el análisis de la información se utilizaron las pruebas estadísticas descriptivas, como distribución de frecuencias absolutas y relativas, se determinó la media, mediana y desviación estándar de la distancia en milímetros del forman apical al ápice anatómico. Para buscar relación entre variables cualitativas dicotómicas, se usó el test Chi<sup>2</sup>. Asumiendo un límite de decisión de 0.05.

## 6. RESULTADOS

De los 106 premolares evaluados en el presente estudio, al determinar la posición del ápice radiográfico, el 67% se encontraban ubicados en apical (tabla 1). Así mismo, en cuanto a la posición del foramen apical, el 51% se encontraban en apical y el 18% en la superficie distal (tabla 1). En cuanto a la posición del ápice anatómico, el 50% se encontraba localizado en apical y el 25 % en la posición distal (tabla 1).

**Tabla 1.** Localización de la posición del ápice radiográfico, foramen apical y ápice anatómico en los premolares superiores.

<b>POSICION APICE RADIOGRÁFICO</b>	<b>Frecuencia n=106</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>IC 95%</b>
Mesial	9	8.49	0.03- 0.14
Distal	26	24.53	0.16- 0.33
Apical	71	66.98	0.59- 0.76
<b>POSICION DEL FORAMEN APICAL</b>			
Mesial	13	12.26	0.06- 0.19
Distal	19	17.92	0.10- 0.25
Vestibular	2	1.89	-0.01- 0.045
Palatino	18	16.98	0.09- 0.24
Apical	54	50.94	0.41- 0.61
<b>POSICION DEL APICE ANATÓMICO</b>			
Mesial	13	12.26	0.06- 0.19
Distal	26	24.53	0.16- 0.33
Vestibular	3	2.83	-0.01- 0.06
Palatino	11	10.38	0.04- 0.16
Apical	53	50.00	0.40- 0.59
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>100.00</b>	

De los dientes evaluados 30 coinciden en apical la posición del ápice anatómico y foramen apical y 11 dientes presentan una posición apical del ápice anatómico y en distal el foramen apical. En cuanto a la relación de la posición del ápice anatómico y ápice radiográfico 48 de los dientes evaluados coinciden en apical y 19 en distal con un valor menor de  $p < 0,05$  (tabla 2).

**Tabla 2.** Relación de la posición del ápice anatómico con el foramen apical y ápice radiográfico.

POSICION DEL FORAMEN APICAL P=0,009						
POSICIÓN DEL APICE ANATOMICO	Mesial	Distal	Vestibular	Palatino	Apical	TOTAL
Mesial	2	1	0	1	9	13
Distal	6	6	0	6	8	26
Vestibular	0	0	1	1	1	3
Palatino	1	1	1	2	6	11
Apical	4	11	0	8	30	53
TOTAL	13	19	2	18	54	106
POSICIÓN DEL APICE RADIOGRAFICO P=0,000						
POSICION DEL APICE ANATOMICO	Mesial	Distal	Vestibular	Palatino	Apical	TOTAL
Mesial	7	0	0	0	6	13
Distal	0	19	0	0	7	26
Vestibular	0	1	0	0	2	3
Palatino	2	1	0	0	8	11
Apical	0	5	0	0	48	53
TOTAL	9	26	0	0	71	106

Cuando el instrumento estaba a un milímetro radiográficamente del ápice, anatómicamente de los dientes evaluados, el 67% estaba antes del foramen apical (tabla 3). La media de la distancia en milímetros del foramen apical al ápice anatómico fue de 0,43 mm con una desviación estándar de 0,33.

**Tabla 3.** Localización anatómica del instrumento cuando radiográficamente esta a un milímetro del ápice

POSICION DEL INSTRUMENTO	Frecuencia n=106	Porcentaje (%)	IC 95%
Antes del foramen apical	71	66.98	0.58- 0.76
A nivel del foramen apical	18	16.98	0.09- 0.24
Después del foramen apical	17	16.04	0.09- 0.23
TOTAL	106	100.00	



## 7. DISCUSION

El conocimiento anatómico del ápice dental es esencial para la determinación precisa de la longitud del conducto radicular de trabajo porque contiene el foramen apical, que a menudo es el punto de referencia para el tratamiento del canal radicular. En este estudio de 106 dientes premolares maxilares recién extraídos, se evaluó la relación entre el foramen apical, ápice anatómico y radiográfico en premolares maxilares recién extraídos. Dentro de las limitaciones para realizar el estudio estuvieron la obtención de dientes premolares que cumplieran con los requisitos de inclusión y exclusión porque la mayor parte de los dientes fueron obtenidos por tratamiento de ortodoncia a pacientes jóvenes y no podían ser incluidos, además al momento de realizar las radiografías la posición variaba. Muchos de los dientes se les realizaron la primera radiografía y luego al realizarle la apertura los conductos no se encontraban permeables.

La anatomía apical de los dientes ha sido estudiada por muchos autores en dientes molares principalmente buscando una relación entre el foramen apical y el ápice anatómico. Se emplea la radiografía periapical como un método de diagnóstico auxiliar para establecer características del sistema de conductos radiculares y anatomía radicular.

Marroquin y cols en el 2004 evaluaron la morfología y fisiología del foramen en molares maxilares y mandibulares y encontró que la distancia media entre el foramen apical y el ápice anatómico fue de 0,86 y 1,00 mm de molares inferiores y superiores, respectivamente. Estos resultados son superiores a los de Kuttler y de acuerdo con los de Blaskovic-Subat V y cols. Las diferencias entre los distintos estudios pueden explicarse por los métodos de medición diferentes y por las diferentes definiciones fisiológicas utilizadas de foramen apical. Marroquín utilizó

para determinar la distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico midiendo con una línea recta paralela al eje de la raíz desde el punto más apical del foramen anatómico a una tangente línea en el punto más apical del ápice anatómico <sup>66</sup>. En el presente estudio la media de la distancia en milímetros del foramen apical al ápice anatómico fue de 0,43 mm con una desviación estándar de 0,33, la medición se realizó trazando una línea recta desde el ápice anatómico hasta el foramen apical con una reglilla milimetrada a través del microscopio óptico. Martos en el 2009 determinó la distancia del ápice anatómico con el foramen apical y la posición del foramen apical, los resultados fueron una distancia media de 0,69 mm, la distancia media fue mayor en los dientes posteriores (0,82 mm) y menor en los dientes anteriores (0,39 mm). Las distancias medias mayores fueron en los molares superiores (0,95 mm), seguido de premolares mandibulares (0,87 mm) y los molares mandibulares (0,80 mm). En premolares maxilares y mandibulares a distancia media fue de 0,76 mm. Blaskovic'-Subat et al., en (1992) describe los valores de 1 mm en lingual y 1,3 mm en las raíces vestibulares de los premolares, pero en una muestra de sólo 40 raíces (de 20 dientes) <sup>67</sup>, en comparación con la muestra de 106 dientes premolares maxilares del presente estudio.

Algunos autores informan que la localización más frecuente de los forámenes apicales están en la superficie bucal de los dientes anteriores. Martos determinó la posición del foramen apical utilizando una lima endodóntica y su visualización. La posición fue clasificada como central, bucal, lingual, mesial o distal. El agujero principal estaba en una ubicación central en el ápice radicular en el 40% de las muestras y se desvió del ápice anatómico en el 61%. Las localizaciones más frecuentes fueron: bucales (20%) y distal (14%) las superficies, seguido por lingual (13%) y mesial (13%). En el presente estudio la localización del foramen apical

---

<sup>66</sup> MARROQUIN, Benjamín; EL-SAYED, Mohammed and WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, Brita. Op. cit., p. 321-328

<sup>67</sup> MARTOS, J., Op. cit., p. 329-334.

también se determinó con la visualización de una lima endodóntica a través del foramen en el microscopio óptico, los resultados obtenidos fueron: de los 106 premolares en cuanto a la posición del foramen apical, el 51% se encontraban en apical y el 18% en la superficie distal. Von der Lehr y Marsh 1973, Olson et al., 1991 encontraron que la ubicación más frecuente del foramen estaba mayormente por lingual, en los premolares superiores (15,4%) y mesial de los premolares mandibulares (20,1%). Por el contrario, Burch y Hulen (1972) reportaron un predominio de la desviación distal de premolares maxilares y mandibulares.

Aunque existe una estrecha relación entre el foramen apical y el ápice de la raíz con frecuencia no coinciden, en el presente estudio de los dientes evaluados 30 coinciden en apical la posición del ápice anatómico y foramen apical y 11 dientes presentan una posición apical del ápice anatómico y en distal el foramen apical. En cuanto a la relación de la posición del ápice anatómico y ápice radiográfico 48 de los dientes evaluados coinciden en apical y 19 en distal con un valor menor de  $p < 0,005$ . En este estudio se describió la posición anatómica de un instrumento endodóntico cuando radiográficamente se encontraba ésta a un milímetro del ápice radiográfico y se determina a través del microscopio óptico la posición y en 67% de los dientes evaluados estaba antes del foramen apical.

El conocimiento de la anatomía de los dientes premolares es diversa y varían de un paciente a otro, aun cuando existe parámetro de referencias anatómicas establecidos al momento de realizar un tratamiento endodóntico el clínico debe utilizar todos los métodos que le permitan la mayor aproximación de la anatomía radicular del diente a tratar. La variación en la localización del foramen apical y la distancia al ápice anatómico resulta en la dificultad de poder lograr la longitud de trabajo, por esto es que se hace necesario la utilización de la técnica radiografía del paralelismo y la técnica de Clark para tener otra dimensión del diente, acompañado de métodos electrónico como el localizador apical.

## **8. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio podemos afirmar que existe relación entre la posición del ápice anatómico y el foramen apical lo cual debe ser tenido en cuenta por el especialista durante la determinación de la longitud de trabajo en dientes premolares maxilares.

Nuestro estudio arrojó que 48 dientes el ápice radiográfico coincide con el ápice anatómico en dientes premolares superiores, por lo tanto, el método radiográfico para la determinación de la longitud de trabajo no es confiable para garantizar el éxito del tratamiento. Son necesarios estudios posteriores sobre la eficacia de los diferentes métodos para la determinación de la longitud de trabajo en premolares superiores.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA-GOMES, Fábio de, et al. Unusual Anatomy of Maxillary Second Premolars. EN: European Journal of Dentistry. April, 2009, vol. 3, p.145-149.

ARORA, S. and TEWARI, S. The morphology of the apical foramen in posterior teeth in a North Indian population. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 930–939.

BARROSO, Juliana, et al. Influence of Cervical Preflaring on Determination of Apical File Size in Maxillary Premolars:SEM Analysis. EN: Braz Dent J. 2005, vol. 16, no.1, p. 30-34.

CAMARGO, E., et al. Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators. Journal of Endodontics. September, 2009, vol. 35, no. 9, p. 1300-1302.

CANTATORE, Giuseppe; BERUTTI, Elio y CASTELLUCCI, Arnaldo. Missed anatomy: frequency and clinical impact. En: Endodontic Topics. August, 2009, vol. 15, p. 3–31.

CARNEIRO, E., et al. Accuracy of Root Length Determination Using Tri Auto ZX and ProTaper Instruments: An In Vitro Study. En: Journal of Endodontics. February, 2006, vol. 32, no. 2, p. 142-144

CLEGHORN, Blaine; CHRISTIE, William, and DONG, Cecilia. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. En: Journal of Endodontics. May, 2007, vol. 33, no. 5, p. 509-518.

CLEGHORN, Blaine; CHRISTIE, William and DONG, Cecilia. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular Second Premolar: A Literature Review, En: Journal of Endodontics. September, 2007, vol. 33, no. 9, p. 1031-1037.

ELAYOUTI, A.; DIMA, E. and LOST,C. A tactile method for canal length determination in teeth with open apices. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 1090-1095.

GOLDBERG, Fernando, and MASSONE, Enrique. Patency File and Apical Transportation: An In Vitro Study, En: Journal of Endodontics. July, 2002, vol. 28, no. 7, p. 510-511.

GORDUYSUS, O., et al. Localization of root canal orifices in mandibular second molars in relation to occlusal dimension. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 973-979.

HARRAN PONCE, Elías and VILAR FERNÁNDEZ, José. The Cemento-Dentino-Canal Junction, the Apical Foramen, and the Apical Constriction: Evaluation by Optical Microscopy. En: Journal of Endodontics. March, 2003, vol. 29, no. 3, p. 214-219.

HASSANIEN, Ehab; HASHEM, Abeer and CHALFIN, Henry, Histomorphometric Study of the Root Apex of Mandibular Premolar Teeth: An Attempt to Correlate Working Length Measured with Electronic and Radiograph Methods to Various

Anatomic Positions in the Apical Portion of the Canal. En: Journal of Endodontics., April, 2008, vol. 34, no. 4, p. 408-412.

HERRERA, Manuela, et al. Influence of Apical Constriction Diameter on Root ZX Apex Locator Precision. En: Journal of Endodontics. August, 2007, vol. 33, no. 8, p. 995-998

IQBAL, M.; KURTZ, E. and KOHLI, M. Incidence and factors related to flare-ups in a graduate endodontic programme. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 99–104.

JAN, J. and KRIZAJ, D. Accuracy of root canal length determination with the impedance ratio method. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 819–826.

KIM, Euseong, et al. An in vivo comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. EN: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008, vol.105, p. e79-e83.

LAMBRIANIDIS, T.; TOSOUNIDOU, E., and TZOANOPOULOU, M. The Effect of Maintaining Apical Patency on Periapical Extrusion, Journal of Endodontics, November, 2001, vol. 27, no. 11, p. 696-699.

LU, Tzu-Yi; YANG, Shue-Fen, and PAI, Sheng-Fang, Complicated Root Canal Morphology of Mandibular First Premolar in a Chinese Population Using the Cross Section Method. Journal of Endodontics, October, 2006, vol. 32, no. 10, p. 932-936.

MARTOS, J., et al. Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42, p. 329–334.

MARROQUIN, Benjamín; EL-SAYED, Mohammed and WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, Brita, Morphology of the Physiological Foramen: I. Maxillary and Mandibular Molars. EN: Journal of Endodontics, May, 2004, vol. 30, no. 5, p. 321-328

MATTUELLA, Leticia, et al. Root Canals and Apical Foramina of the Buccal Root of Maxillary First Premolars with Longitudinal. EN: Braz Dent J. 2005, vol. 16, no 1, p. 23-29.

MATHERNE, R., DDS et al. Use of Cone-Beam Computed Tomography to Identify Root Canal Systems In Vitro. EN: Journal of Endodontics. January, 2008, vol. 34, no. 1, p. 87-89.

MOORE, J; FITZ-WALTER, P. and PARASHOS, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation Techniques. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 1057-1064.

MUTHU, S., et al. Evaluation of working length determination methods: an in vivo/ ex vivo study. EN: Indian J Dent Res. 2007, vol. 18, no. 2, p. 60-63.

NAIR, Madhu, DMD, and NAIR, Umadevi, DMD, MDS, Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. EN: Journal of Endodontics. January, 2007, vol. 33, no. 1, p.1-6.



OLSON, David, DDS. Unevenness of the Apical Constriction in Human Maxillary Central Incisors. EN: Journal of Endodontics , February, 2008, vol. 34, no. 2, p. 157-159.

POLYCARPOU, N. et al. Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. EN: International Endodontic Journal. 2005, vol. 38, p. 169-178.

RADEL, Robert, DMD, MS, et al. In Vitro Radiographic Determination of Distances from Working Length Files to Root Ends Comparing Kodak RVG 6000, Schick CDR, and Kodak Insight Film. EN: Journal of Endodontics. June, 2006, vol. 32, no. 6, p. 566-568.

RAJ, U. and MYLSWAMY, S. Root canal morphology of maxillary second premolars in an Indian population EN: Conserv Dent Journal. July, 2010, vol. 13, no. 3, p.148-151.

RICUCCI, D. and LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. EN: International Endodontic Journal. 1998, vol. 31, p. 394-409.

RICUCCI, D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. Literature review. EN: International Endodontic Journal. 1998, vol. 31, p. 384-393.

SBERNA, M. et al. A preliminary study of the use of peripheral quantitative computed tomography for investigating root canal anatomy. EN: International Endodontic Journal. 2009, vol. 42, p. 66–75.

SELTZER, Samuel, D.D.S., et al. Biologic Aspects of Endodontics Part III. Periapical Tissue Reactions to Root Canal Instrumentation. EN: Journal of Endodontics, July, 2004, vol. 30, no. 7, p. 491-499.

SIU, C., DDS; Marshall, J., DMD and Baumgartner, J., DDS, PhD. An In Vivo Comparison of the Root ZX II, the Apex NRG XFR, and Mini Apex Locator by Using Rotary Nickel-Titanium Files. EN: Journal of Endodontics. July, 2009, vol. 35, no. 7, p. 962-965.

SOUZA, Ronaldo, The Importance of Apical Patency and Cleaning of the Apical Foramen on Root Canal Preparation. EN: Braz Dent J, 2006, vol. 17, no.1, p. 6-9.

TSESIS, I., The effect of maintaining apical patency on canal Transportation. International Endodontic Journal, 2008, vol. 41, p. 431–435.

VERTUCCI, Frank, Root canal morphology and its relationship to endodontic Procedures. EN: Endodontic Topics, 2005, vol. 10, p. 3–29.

WENG, X., MD, Root Canal Morphology of Permanent Maxillary Teeth in the Han Nationality in Chinese Guanzhong Area: A New Modified Root Canal Staining Technique. EN: Journal of Endodontics , May 2009, vol. 35, no. 5, p.651-656.

WILLIAMS, Clayton, DDS; JOYCE, Anthony, DDS, and ROBERTS, Steven DDS. A Comparison between In Vivo Radiographic Working Length Determination and Measurement after Extraction. Journal of Endodontics, July, 2006, vol. 32, no. 7, p.624-627.

RICUCCI, D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation,part 1. Literature review. EN: International Endodontic Journal, 1998, vol. 31, p 384-393.

PATEL,S, et al. New dimensions in endodontic imaging: Part 1. Conventional and alternative radiographic systems. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42,p. 447–462.

PATEL,S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. EN: International Endodontic Journal,2009, vol. 42, p. 463–475.

PATEL,S, et al .The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. EN: International Endodontic Journal, 2007, vol. 40, p. 818–830.

HUYBRECHTS, M, et al. Void detection in root fillings using intraoral analogue, intraoral digital and cone beam CT images. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol. 42, p. 675–685.

NEKOO FAR , M.H, et al. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. EN: International Endodontic Journal, 2006, vol. 39, p. 595–609.

GORDON, M and CHANDLER , N. Electronic apex locators. EN: International Endodontic Journal, 2004, vol. 37, p. 425–437.

PATEL, S, et al. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation. EN: International Endodontic Journal, 2009. Vol. 42, p. 831–838.

PATEL, S and HORNER, K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. EN: International Endodontic Journal, 2009, vol.42, p. 755–756.

KUMAR, R; KHAMBETE, N and PRIYA, E. Extraoral periapical radiography: an alternative approach to intraoral periapical radiography. EN: Imaging Science in Dentistry, 2011, vol. 41, p. 161- 165.

HOER, D and ATTIN , T. The accuracy of electronic working length determination. EN: International Endodontic Journal, 2004, vol.37, p. 125–131.

VIEYRA, JP; ACOSTA, J and MONDACA, JM. Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. EN: International Endodontic Journal. January, vol. 43, n.1, p. 16-20.

TAMSE, A, et al. Morphological and radiographic study of the apical foramen in distal roots of mandibular molars. Part II. The distance between the foramen and the root end. EN: International Endodontic Journal, 1988 May, vol. 21, n. 3,p .211.

TAMSE, A ,et al.Morphological and radiographic study of the apical foramen in distal roots of mandibular molars. Part I. The location of the apical foramen on various root aspects. EN: International Endodontic Journal. 1988 May, vol. 21, n. 3, p. 205-210.

OLSON, AK, et al.The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. International Endodontic Journal. 1991, vol. 24, n. 1, p. 28-35.

## **ANEXOS**

## ANEXOS 1

### INSTRUMENTO DE CONSIGNACION DE DATOS PROYECTO RELACION ENTRE EL FORAMEN APICAL, EL APICE ANATÓMICO Y RADIOGRÁFICO EN DIENTES PREMOLARES MAXILARES

1. Numero de diente \_\_\_\_\_
2. Tipo de diente: a) 1er premolar \_\_\_\_ b) 2do premolar \_\_\_\_
3. Posición del ápice radiográfico
  - a) Mesial\_\_\_\_ b) Distal \_\_\_\_ c) Vestibular\_\_\_\_
  - d) Palatino\_\_\_\_ e) Apical \_\_\_\_
4. Posición anatómica del instrumento con respecto al foramen apical cuando radiográficamente esta a un milímetro del ápice radiográfico:
  - a) Antes del foramen apical \_\_\_\_ b) A nivel del foramen apical\_\_\_\_
  - c) Despues del foramen apical \_\_\_\_
5. Posición del ápice anatómico:
  - a) Mesial\_\_\_\_ b) Distal \_\_\_\_ c) Vestibular\_\_\_\_
  - d) Palatino\_\_\_\_ e) Apical \_\_\_\_
6. Posición del foramen apical
  - a) Mesial\_\_\_\_ b) Distal \_\_\_\_ c) Vestibular\_\_\_\_
  - d) Palatino\_\_\_\_ e) Apical \_\_\_\_
7. Distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico (mm) \_\_\_\_

## ANEXO 2

### INSTRUCTIVO DE INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS DEL PROYECTO: RELACION ENTRE EL FORAMEN APICAL, EL APICE ANATOMICO Y RADIOGRAFICO EN DIENTS PREMOLARES MAXILARES

1. Se consignará el número de diente correspondiente, señalado con marcador en la cara vestibular del premolar
2. Según la anatomía del premolar definir y consignar si es un primer premolar o un segundo premolar
3. Después de la toma de radiografía periapical inicial de cada uno de los dientes se observará la posición del ápice radiográfico y se consignará si se encuentra hacia mesial, distal, apical, vestibular y palatino
4. Después de la toma de la segunda radiografía con el instrumento una lima numero 10 a un milímetro del ápice radiográfico, se evalúa con el microscopio óptico la posición del instrumento con respecto al foramen si esta antes del foramen apical, a nivel del foramen apical y después del foramen apical
5. Se observará la posición anatómica mesial, distal, vestibular, palatina o Apical del ápice.
6. Con Ayuda del microscopio se observará la posición del foramen apical mesial, distal, vestibular, palatina o Apical.
7. Con ayuda de reglilla milimetrada se mide la distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico en el microscopio óptico y se consigna el dato en milímetros

### ANEXOS 3

Figura 1.- Posición del Ápice Radiográfico



Figura 2.- Posición del Foramen Apical





Figura 3.- Posición del Ápice Anatómico

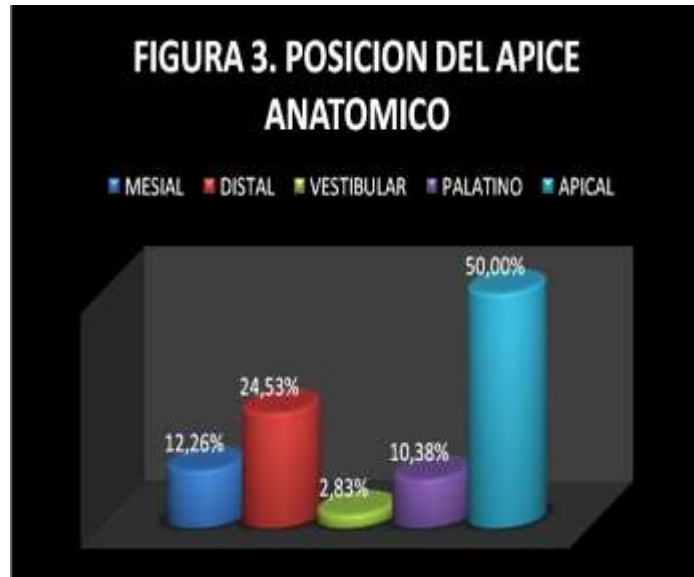


Figura 4.- Posición del Instrumento

