



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ANATOMÍA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS  
RADICULARES DEL PRIMER MOLAR INFERIOR  
PERMANENTE Y SUS VARIACIONES.**

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE  
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL DE PREPARACIÓN Y  
OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

GUIOMAR HERNÁNDEZ BERMÚDEZ

TUTOR: Mtra. LILIANA AMPARO CAMACHO APARICIO

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX, 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
3.1	<i>Formación embrionaria del sistema de conductos radiculares.....</i>	3
3.1.1	Odontogénesis.....	3
3.1.2	Desarrollo de la pulpa y formación radicular.....	5
3.2	<i>Componentes del sistema de conductos radiculares.....</i>	6
3.2.1	Cámara pulpar.....	7
3.2.2	Conductos radiculares.....	7
3.2.3	Conductos accesorios y clasificación.....	8
3.2.4	Foramen apical.....	10
3.3	<i>Clasificación de Vertucci.....</i>	13
3.4	<i>Métodos de análisis de la morfología interna.....</i>	15
3.5	<i>Primer molar mandibular.....</i>	19
3.5.1	Configuraciones de los conductos de la raíz mesial.....	21
3.5.2	Conducto mesio medio o medio mesial.....	23
3.5.3	Configuraciones de los conductos de la raíz distal.....	26
3.5.4	Radix Entomolaris.....	30
3.5.5	Radix Paramolaris.....	33
3.5.6	Conductos interradiculares.....	35
3.6	<i>Consideraciones durante el tratamiento de conductos.....</i>	36
3.6.1	Interpretación radiográfica.....	36
3.6.2	Cavidad de acceso e inspección del piso pulpar.....	37
3.6.3	Longitud de trabajo.....	39
3.6.4	Diámetro de los conductos radiculares y ensanchamiento de conductos.....	40
3.6.5	Irrigación.....	43
3.6.6	Obturación.....	44
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>46</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del tratamiento de conductos es prevenir o curar la periodontitis apical, así como cualquier otra patología pulpar y para lograrlo se necesita realizar una limpieza, conformación y desinfección que permita una obturación tridimensional del sistema de conductos. Sin embargo la complejidad del sistema de conductos, sus variaciones anatómicas y el poco conocimiento del clínico, afectan directamente en el éxito o fracaso del tratamiento. Por tal motivo cobra importancia el conocimiento y reconocimiento de la anatomía más común y sus múltiples variaciones.

El primer molar mandibular es el primer diente de la dentición permanente en erupcionar por lo que suele estar expuesto tempranamente a irritantes y agentes patógenos y con frecuencia es el diente con mayor incidencia de tratamientos pulpares. Reconocer que en el primer molar mandibular se pueden encontrar más de tres conductos como generalmente se piensa, llevará al clínico a tener una mayor observación y detección de variaciones anatómicas; como la presencia de conductos extra en la raíz mesial o en la raíz distal, e incluso presencia de raíces supernumerarias y formas poco comunes de conductos.

El propósito del trabajo es conocer la anatomía más común o normal del primer molar mandibular, así como todas las variaciones anatómicas estudiadas y reportadas, para así poder tomar decisiones clínicas adecuadas y realizar un tratamiento de conductos exitoso. Para finalmente cumplir con los objetivos principales del tratamiento de conductos y obtener el resultado deseado.

# 2 OBJETIVO

El objetivo de esta revisión de la literatura es conocer la anatomía más común y reconocer la posibilidad de encontrar distintas variaciones anatómicas en el sistema

de conductos radiculares del primer molar inferior para un mejor diagnóstico y tratamiento.

### 3 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Formación embrionaria del sistema de conductos radiculares.

##### 3.1.1 Odontogénesis

La odontogénesis incluye toda la formación dental, y se divide en dos fases, la morfogénesis o morfodiferenciación, donde ocurre la formación de la estructura coronaria y radicular del diente, y la fase de histogénesis o citodiferenciación donde se forman los tejidos dentarios: esmalte, dentina y pulpa <sup>1,2</sup>.

Cada diente tiene una secuencia temporal específica y un desarrollo morfológico único, pero existen estadios del desarrollo comunes para todos los dientes <sup>2</sup>.

- Estadio de lámina dental: Entre la quinta y sexta semana de vida intrauterina el desarrollo dental comienza con la migración de células de la cresta neural hacia el maxilar y la mandíbula, el ectodermo oral se engruesa formando bandas en forma de C (láminas dentales) que tendrán el potencial para inducir la formación de los dientes <sup>3</sup>.
- Estadio de brote o yema: Durante el crecimiento de la lámina dental, las células de la lámina proliferan y las células epiteliales empiezan a cambiar, tomando forma de brotes o gérmenes dentarios, los cuales se conformarán por células periféricas cuboidales y células internas poligonales <sup>3</sup>.
- Estadio de casquete: En esta etapa el germen dentario está constituido de; Órgano del esmalte que dará origen al esmalte dentario, papila dental que dará origen al complejo dentino-pulpar y saco o folículo dentario estructura que dará origen a los tejidos de soporte del diente <sup>3</sup>.

- Estadio de campana temprana: Comienza la conformación de la morfología coronaria, aparición de nuevas capas y el brote del germen dentario del diente permanente, e inicia la citodiferenciación <sup>3</sup>.
- Estadio de campana tardía: Es la última etapa, se termina la fase de morfodiferenciación y el proceso de citodiferenciación comienza formalmente. En esta etapa los odontoblastos y ameloblastos comienzan a secretar precursores de la dentina y el esmalte, empezando en el futuro ápice del diente donde inicia con la formación radicular gracias a la vaina radicular de Hertwig <sup>3</sup>.

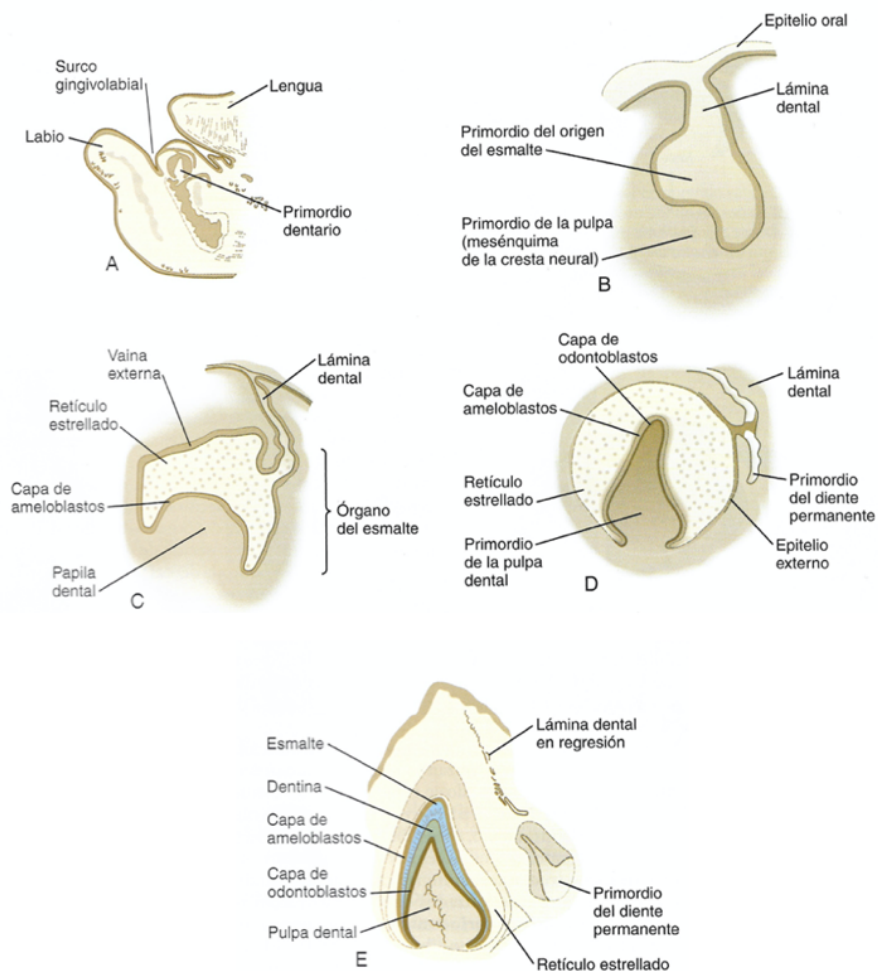


Ilustración 1: A, Corte parasagital de la mandíbula de un embrión humano de 14 semanas, que muestra la localización relativa del germen dentario. B, Primordio dentario en fase de yema en un

*embrión de 9 semanas. C, Primordio de dentario en estadio de copa en un embrión de 11 semanas. D, Primordio de un incisivo central en estadio de campana, en un embrión de 14 semanas, antes del depósito del esmalte o la dentina. E, Incisivo de un feto a término antes del proceso de erupción* <sup>3</sup>.

Finalmente, la forma definitiva del diente se adquiere a lo largo de varios meses, los dientes primarios inician su erupción a los 6 meses de edad y el primer diente permanente erupciona a los 6 años. Los últimos dientes en formarse son los terceros molares y su desarrollo termina entre los 12 y 16 años <sup>3</sup>.

### 3.1.2 Desarrollo de la pulpa y formación radicular

La pulpa es tejido conjuntivo laxo localizado en el interior del órgano dental y esta rodeado por dentina, altamente vascularizada e innervada, formada principalmente por odontoblastos ubicados en la periferia del tejido conjuntivo de la cavidad pulpar, responsables de formar y repara dentina. Se origina del mesodermo, capa germinal que forma a los tejidos conjuntivos <sup>1</sup>.

El desarrollo pulpar inicia cuando el epitelio interno y el epitelio externo se unen y forman el asa cervical, la cual se invagina dentro del tejido conjuntivo subyacente, convirtiéndose en la vaina epitelial radicular de Hertwig, la que delimitará la pulpa dental y establecerá el número, tamaño y forma de las raíces al término de la formación del esmalte <sup>4</sup>.

Esta porción invaginada permanece como una capa continua hasta que la dentina de la raíz se ha formado <sup>4</sup>.

La vaina de Hertwig se desintegra en dirección coronal siguiendo la disminución del tejido conjuntivo del saco dentario, cuando esto ocurre, las células del tejido conjuntivo se diferencian en cementoblastos y el cemento se deposita en la dentina permitiendo la formación radicular <sup>4</sup>.

En algunos dientes, los restos celulares de la vaina radicular persisten en el periodonto en las proximidades de la raíz después de que el desarrollo radicular se ha completado y a estos se le denomina restos epiteliales de Malassez <sup>4</sup>.

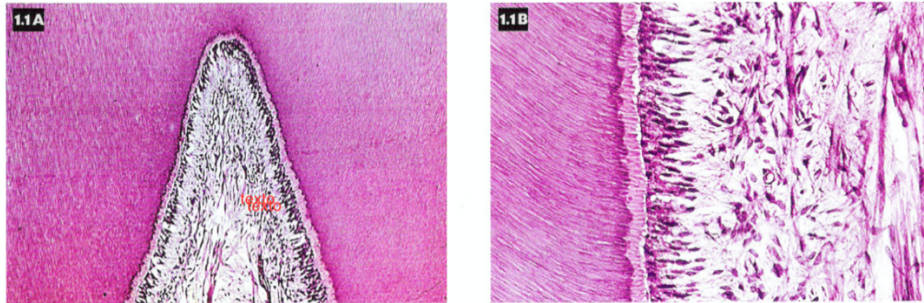


Ilustración 2: Complejo dentina-pulpar <sup>4</sup>.

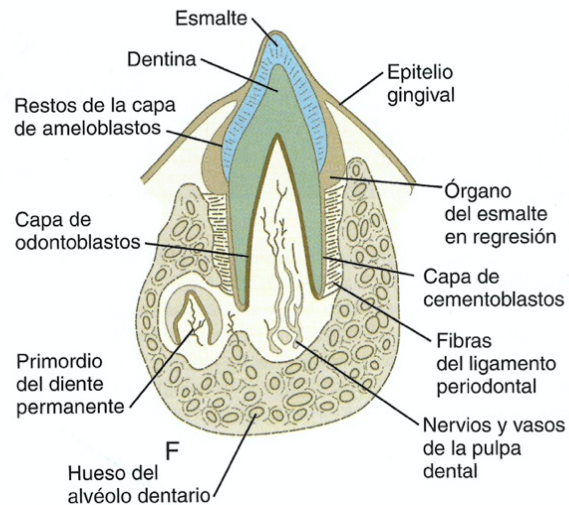


Ilustración 3: Incisivo en erupción parcial donde se observa el primordio de un diente permanente próximo a una de sus raíces <sup>3</sup>.

### 3.2 Componentes del sistema de conductos radiculares.

El sistema de conductos radiculares está dividido en dos porciones: la cámara pulpar, localizada en la corona anatómica del diente, y el conducto (o conductos) pulpares o radiculares, localizados en la raíz anatómica <sup>5</sup>.

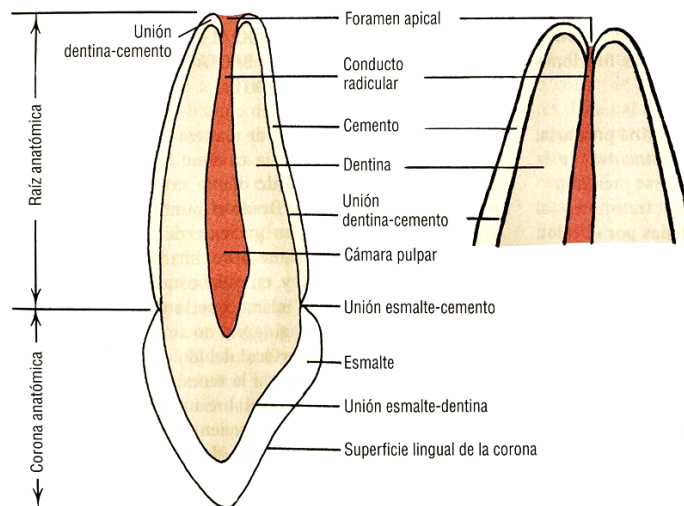


### 3.2.1 Cámara pulpar

La cámara pulpar es una cavidad situada en el centro de la corona, bajo ninguna condición patológica se asemeja a la forma de la superficie de la corona. En dientes anteriores, la cámara pulpar y los conductos radiculares son continuos, mientras que en los dientes posteriores, el piso de la cámara pulpar separa estos dos componentes. En premolares y molares la cámara pulpar suele presentar una forma cuadrada con seis lados: el piso pulpar, techo pulpar y cuatro paredes axiales; mesial, distal, bucal, lingual o palatino. El techo de la cámara pulpar suele presentar proyecciones o prominencias asociadas a las cúspides, mamelones o bordes incisales, denominados cuernos pulpares <sup>6</sup>.

### 3.2.2 Conductos radiculares

El conducto radicular comienza con un orificio en forma de embudo, generalmente en la línea cervical o en posición apical con respecto a ella, y termina en el agujero apical (o foramen apical), que se abre en la superficie de la raíz, en el centro del ápice radicular o a menos de 3mm de él. Rara vez los conductos son rectos, casi todos los conductos radiculares son curvos en dirección vestíbulo lingual, siguiendo la forma de la raíz. En la mayoría de los casos, el número de conductos radiculares es igual al de las raíces; sin embargo, una raíz puede tener más de un conducto <sup>5</sup>.



*Ilustración 2: Corte longitudinal de diente anterior superior que muestra la distribución de los tejidos del diente y la forma de la cavidad pulpar (constituida por la cámara pulpar y el conducto radicular).*

*A la derecha se observa la porción apical <sup>7</sup>.*

Los estudios sobre la morfología de los conductos radiculares de dientes permanentes, han demostrado que el número y la clasificación de los conductos radiculares pueden variar según cada grupo de dientes, etnia, sexo y entre las poblaciones <sup>8</sup>.

### 3.2.3 Conductos accesorios y clasificación

Los conductos radiculares accesorios se refieren a una variación del desarrollo anatómico, con la presencia de conductos radiculares adicionales, se han reportado la incidencia de conductos accesorios entre 40% y 80% en diferentes grupos dentales. Esta variación anatómica es muy común e interconecta el conducto radicular pulpar a la superficie radicular externa debido al atrapamiento de los vasos sanguíneos periodontales durante la formación y desarrollo de la vaina epitelial de Hertwig <sup>8</sup>.

Existen dos clasificaciones de conductos radiculares accesorios tradicionales: Pucci y Reid (1944) y la Asociación Estadounidense de Endodoncistas (AAE) (2017). La clasificación propuesta por Pucci y Reid clasifica el sistema de conductos radiculares en conducto principal: conducto que normalmente pasa a través del eje dental y puede alcanzar sin interrupción el ápice de la raíz; conducto colateral: sigue un camino paralelo al conducto principal y puede terminar o no en el mismo foramen; conducto lateral: conecta el canal principal con la superficie de la raíz externa; conducto secundario: sale del canal principal en su porción apical y termina en la región periapical del diente; conducto accesorio: deriva de un canal secundario y sigue a la superficie externa de la raíz; interconducto: conecta los conductos principales, se encuentra en la dentina y no alcanza el área del cemento; conducto recurrente: sale del conducto principal y vuelve a él pasando únicamente por dentina

y deltas apicales: derivaciones múltiples que dejan que el conducto principal termine en la zona apical <sup>8</sup>.



*Ilustración 3: (A) Conducto principal, (B) Conducto lateral, (C) Conducto secundario, (D) Interconducto, (E) Conducto recurrente, (F) Delta apical <sup>6</sup>.*

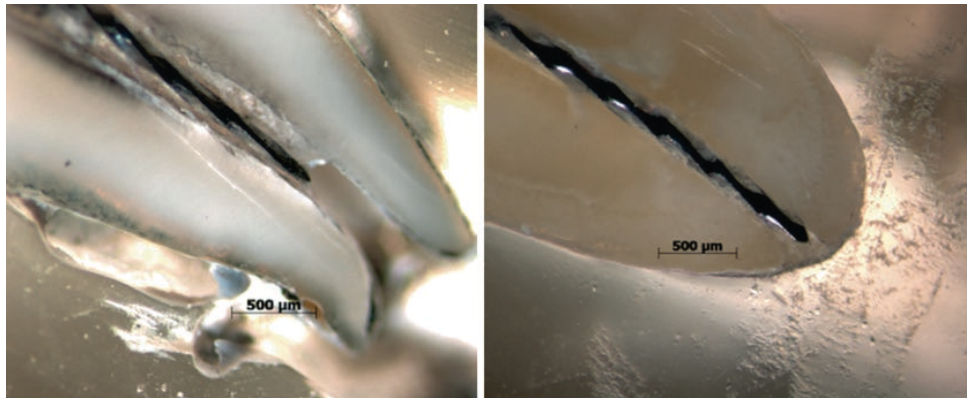
La clasificación de la AAE es más simple, clasifica las variaciones anatómicas de los conductos radiculares en conducto principal: es un pasaje o curso en la raíz del diente que se extiende desde la cámara pulpar hasta el agujero apical, tiene ramas laterales o exhibe morfología irregular; conducto accesorio: cualquier rama del conducto principal que se comunica con la superficie externa de la raíz; conducto lateral: es conducto accesorio ubicado en el tercio coronal o medio de la raíz, que generalmente sale horizontalmente desde el conducto principal y deltas apicales: es una morfología del conducto pulpar en la cual el conducto principal se divide en múltiples canales accesorios en o cerca del ápice <sup>8</sup>.

Los conductos accesorios son muy pequeños, se extienden en dirección horizontal, vertical o laterales desde la pulpa hasta el periodonto, como se describe en las clasificaciones ya mencionadas y en el caso de dientes con múltiples raíces se denominan conductos de furca o cavo interradicular y se encuentran en la bifurcación o trifurcación de los dientes <sup>9</sup>.

### 3.2.4 Foramen apical

El conducto radicular principal termina en el foramen apical, que con frecuencia se abre lateralmente en la superficie de la raíz, a una distancia media entre 0.2 y 3.8 mm del ápice anatómico. El ápice anatómico es la punta o el extremo de la raíz, y dependiendo el diente puede coincidir con el foramen apical, que es la salida o conexión del tejido pulpar con los tejidos periodontales, esa frecuencia oscila entre el 6.7% y el 46% de los casos. El diámetro del foramen se ha descrito entre 0.21 y 0.39 mm <sup>6</sup>.

La parte apical del conducto radicular que tiene el diámetro más estrecho se denomina “constricción apical”, a partir de esta constricción el conducto se ensancha a medida que se acerca al foramen apical, la topografía de la constricción apical no es constante y cuando está presente, suele estar situada a 0.5 -1.5 mm del centro del foramen apical <sup>6</sup>.



*Ilustración 4: (a) Diente unitario con longitud de trabajo determinada in vitro a 1 mm del foramen apical, solo con radiografía como referencia. (b) Diente unitario que muestra la punta de instrumento a nivel del foramen, la constricción en este diente se encuentra a menos de 0.5 mm del ápice radiográfico <sup>6</sup>.*

Una variación importante del conducto radicular en o cerca del ápice es la ramificación o delta apical, definida como una morfología en la que el conducto principal se divide en múltiples conductos accesorios. En los dientes maxilares, la

frecuencia de delta apical oscila entre el 1% (incisivos centrales) y el 15.1% (segundos premolares), mientras que en los dientes mandibulares, su frecuencia varía entre el 5% (incisivos centrales) y el 14% (raíz distales de los primeros molares) <sup>6</sup>.

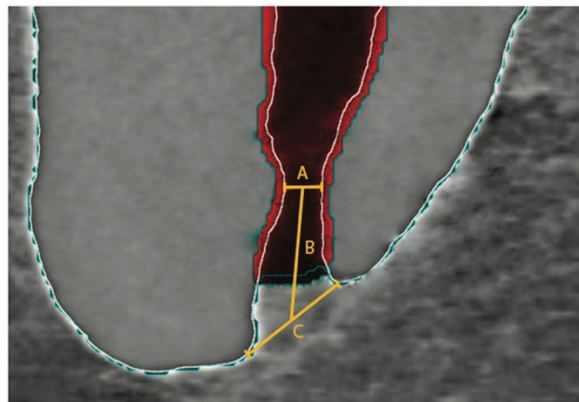
La región apical del conducto radicular puede considerarse un área crítica para los microorganismos, la respuesta inmune del huésped y para los endodoncistas desde el punto de vista clínico, en esta área sería ideal que todo o la mayor parte del tejido infectado fuera eliminado, por lo que el conocimiento morfológico de la región apical debe ser exacto, ya que la instrumentación y obturación de los conductos radiculares se basan, en gran medida, en esta información <sup>10, 11</sup>.

Se realizó un estudio tridimensional de la fisiología del foramen de molares maxilares y mandibulares mediante tomografía computarizada con una muestra de 516 dientes y se estudiaron un total de 1727 agujeros fisiológicos <sup>10</sup>.

El foramen anatómico (ápice) definido en este estudio como el diámetro más amplio o ancho, mostró en el primer molar maxilar un diámetro de 0.33 mm en el mesiobucal (MB), 0.31 mm en el distobucal (DB) y 0.42 mm en la raíz palatina (P). Los diámetros obtenidos del segundo molar maxilar fueron de 0.41 mm (MB), 0.33 mm (DB) y 0.44 mm (P). Los resultados del diámetro amplio para el primer molar mandibular fueron de 0.39 mm en raíz mesial (M) y 0.46 mm en raíz distal (D). Para el segundo molar mandibular; 0.47 mm (M) y 0.47 mm (D) <sup>10</sup>.

El foramen fisiológico (constricción apical) definida en este estudio como el diámetro estrecho mostró en el primer molar maxilar un diámetro de 0.24 mm (MB), 0.22 mm (DB), 0.33 mm (P). En el segundo molar maxilar se observaron diámetros de 0.24 mm (MB), 0.22 mm (DB) y 0.33 mm (P). Los resultados obtenidos para el primer molar mandibular en el diámetro estrecho fueron; 0.24 mm (M), 0.30 mm (D). Para el segundo molar mandibular; 0.25 mm (M) y 0.31 mm (D) <sup>10</sup>.

La distancia entre el foramen fisiológico (constricción apical) y el ápice anatómico ha sido escasamente investigada y en este estudio los resultados fueron en el primer molar maxilar; 0.82 mm (MB), 0.81 MM (DB), 1.02 (P) estos resultados son mayores en comparación con los resultados del segundo molar maxilar; 0.54 mm (MB), 0.43 mm (DB), 0.62 mm (P). Se observó una tendencia similar entre los primeros molares mandibulares; 0.95 mm (M) y 1.05 mm (D) y en los segundos molares mandibulares 0.78 mm (M) y 0.81 mm (D) <sup>10</sup>.



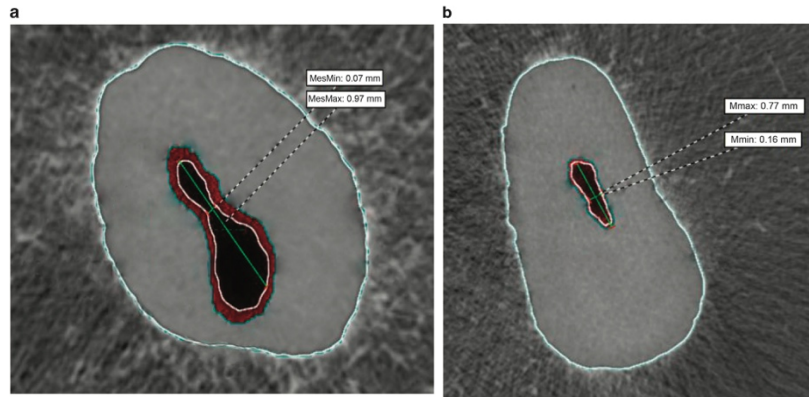
*Ilustración 5: Representación en microtomografía computarizada de las distancias medidas en la región del foramen apical. A, diámetro (estrecho) del foramen fisiológico. B, distancia entre el foramen fisiológico y anatómico. C, diámetro (ancho) del foramen anatómico <sup>10</sup>.*

Se describen varias formas de forámenes fisiológicos, como los renales, asimétricos, semilunares, en forma de reloj de arena o dentados. Pero en esta investigación solo se clasificaron en forámenes ovalados, redondos e irregulares <sup>10</sup>.

Los porcentajes obtenidos del primer molar maxilar son; 64.4% ovalado (O) 25.7% redondo (R), 9.9% irregular (I) para la raíz MB, 67.8% (O) 18.1% (R) y 14.1% (I) para la raíz DB y 70,9% (O), 20.1% (R), 9.0% (I) para la raíz D. Del segundo molar maxilar son; 77,6% (O), 11.9% (R), 10.5% (I) en la raíz MB, 68.4% (O), 23.1% (R), 8.5% (I) en la raíz DB y 73.1% (O), 20.2% (R), 6.7% (I) <sup>10</sup>.

El resultado porcentual para el primero molar mandibular es; 76.9% (O), 19.2% (R), 3.9% (I) en la raíz M, 86.8% (O), 11.8% (R), 1.4% (I) en la raíz D. En el segundo

molar mandibular los resultados son; 82% (O), 14% (R), 4% (I) en la raíz M y 81.7% (O), 14.6% (R), 3.7% (I) para la raíz D <sup>10</sup>.

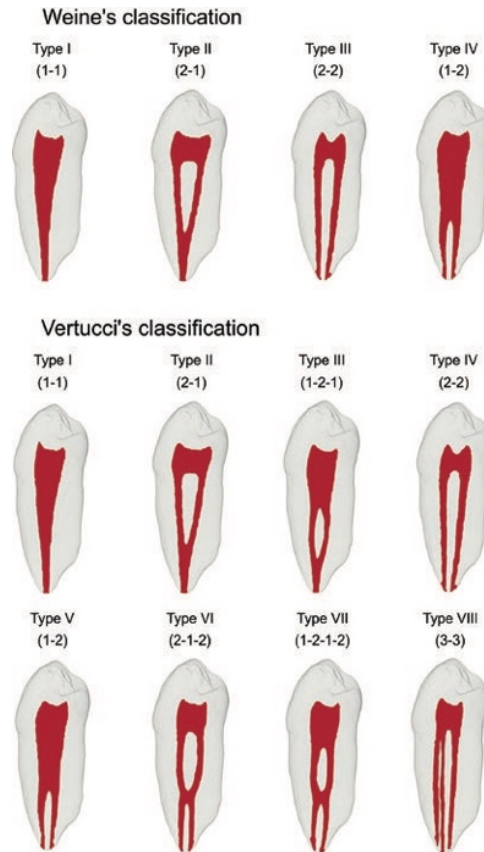


*Ilustración 6: Plano horizontal de tomografía microcomputarizada a nivel del foramen fisiológico de las raíces distales y palatinas de un molar mandibular (a) y maxilar (b). En este plano se distinguen claramente la forma ovalada de los forámenes. Las diferencias entre los diámetros mayor y menor de los forámenes denotan los exigentes retos para lograr una preparación clínicamente idea del foramen (9).*

### 3.3 Clasificación de Vertucci.

Cada grupo de dientes presenta variaciones en cuanto al número y la forma de las raíces y los conductos radiculares, esto ha sido objeto de distintas investigaciones y clasificaciones <sup>6</sup>.

Weine utilizando métodos de seccionamiento y radiográficos, fue de los primeros en clasificar las configuraciones de los conductos radiculares dentro de una misma raíz en tres tipos, dependiendo de la división del conducto radicular principal o a lo largo de su trayecto desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular. Vertucci desarrolló un sistema de clasificación basado en la evaluación de 200 segundos premolares maxilares limpios, en los que las cavidades pulpares se tiñeron con colorantes; encontrando ocho sistemas de canales más complejos que los descritos por Weine. Posteriormente Weine añadió una categoría adicional (tipo IV) a su sistema original <sup>6</sup>.



*Ilustración 7: Clasificación de Weine y Vertucci <sup>6</sup>.*

Entre las clasificaciones de sistemas de conductos radiculares la propuesta por Vertucci es una de las más completas y puede aplicarse en los diferentes grupos dentarios <sup>12</sup>.

Esta clasificación morfológica describe la anatomía interna dividiendo en ocho grupos distintos <sup>12, 13</sup>.

Tipo I: Un solo conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice (1) <sup>12</sup>.

Tipo II: Dos conductos separados desde la cámara pulpar que se unen antes del ápice para terminar en uno solo (2-1) <sup>12</sup>.



Tipo III: Un conducto que a nivel del tercio medio se divide para finalmente unirse en un solo conducto apical (1-2-1) <sup>12</sup>.

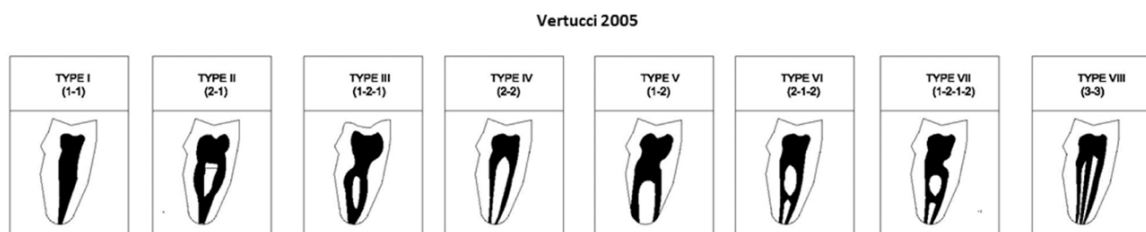
Tipo IV: Dos conductos separados desde la cámara pulpar hasta nivel apical (2) <sup>12</sup>.

Tipo V: Un conducto que inicia en la cámara pulpar y se divide para terminar en dos conductos separados a nivel apical (1-2) <sup>12</sup>.

Tipo VI: Dos conductos que inician por separados desde la cámara pulpar, a nivel del tercio medio se fusionan y nuevamente se dividen para terminar en dos diferentes a nivel apical (2-1-2) <sup>12</sup>.

Tipo VII: Un conducto desde la cámara pulpar, a nivel medio se divide para inmediatamente fusionarse y cerca del ápice se vuelve a dividir para terminar como dos conductos separados hasta el ápice (1-2-1-2) <sup>12</sup>.

Tipo VIII: Tres conductos separados desde la cámara pulpar hasta el ápice (3-3) <sup>12</sup>.



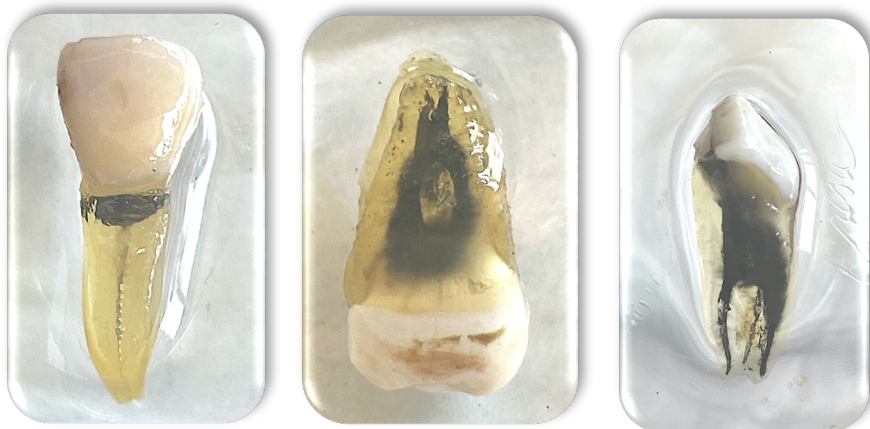
*Ilustración 8: Clasificación de Vertucci <sup>14</sup>.*

### 3.4 Métodos de análisis de la morfología interna

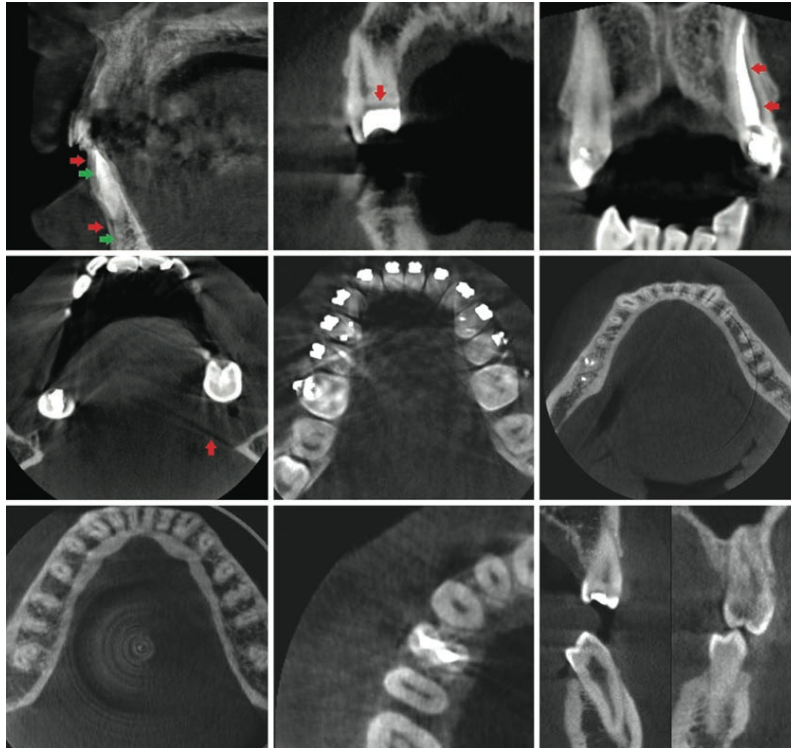
Dentro de las técnicas utilizadas para el estudio de la anatomía interna se encuentra la diafanización dentaria; esta consiste en transparentar el tejido calcificado e igualar el índice de refracción de los tejidos con el índice de refracción del líquido que contiene la muestra. Spaltheholz (1914) desarrolló una técnica de diafanizado para

El examen radiográfico es la evaluación preoperatoria más común y de rutina para el tratamiento de conductos. La información que proporcionan los estudios radiográficos requieren un conocimiento anatómico suficiente de cada diente para una satisfactoria interpretación. La radiografía es el método de estudio usado más comúnmente, pero al ser una imagen bidimensional no tiene la capacidad de mostrar la complejidad tridimensional del sistema de conductos radicular, por lo que con el paso del tiempo y el avance tecnológico se han utilizado novedosos y nuevos métodos de estudio<sup>16, 17</sup>.

*Ilustración 9: Dientes diafanizados por Guiomar Hernández Bermúdez en el Diplomado de Preparación y obturación del sistema de conductos.*

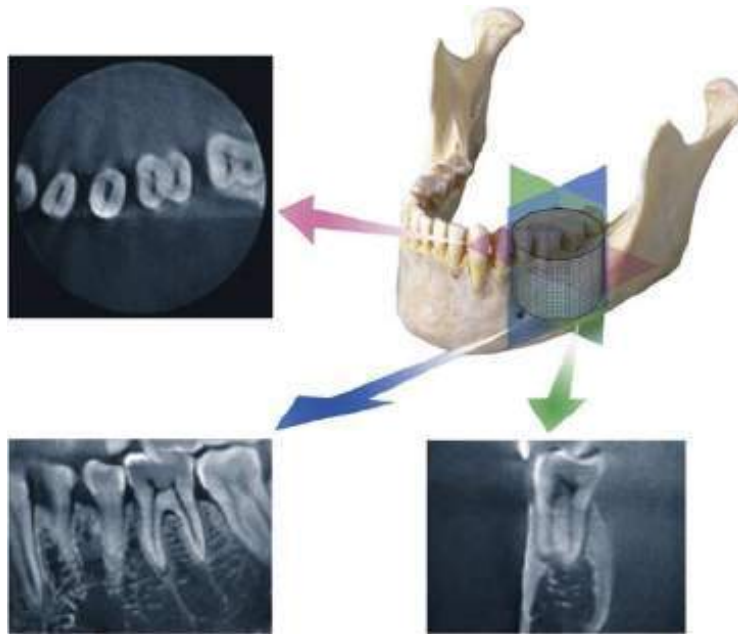


los tejidos a base de deshidratación utilizando distintas concentraciones de alcohol y embebiendo las muestras en xilol y salicilato de metilo como agente aclarante. Okumura (1927) llevó esta técnica a dientes humanos y realizó un estudio sobre la anatomía interna. Para lograr esto, agregó a su técnica la inyección de tinta china en el interior de la cavidad pulpar y así logró hacer evidente el sistema de conductos radiculares. Actualmente estas técnicas de diafanización o aclaramiento dental se han modificado en cuanto a procedimientos y materiales utilizados, pero su propósito como método de estudio sigue resultando satisfactorio<sup>12, 15</sup>.



*Ilustración 10: Imagen de cortes de CBCT <sup>6</sup>.*

Numerosos estudios han informado la utilidad de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)(Cone Beam Computed Tomography) in vivo para determinar y analizar la anatomía de conductos radiculares. La CBCT se trata de un tipo especial de rayos X que mediante una sola exposición proporciona imágenes tridimensionales de los dientes, los tejidos blandos, los huesos y los nervios. Este tipo de tomografía tiene la ventaja de poder capturar, almacenar y presentar imágenes radiológicas en diversos planos horizontales y verticales. Las imágenes obtenidas son más precisas que las radiografías dentoalveolares bidimensionales con una dosis de radiación razonable. La información resultante con ayuda de distintos software se reconstruye e interpretan los cortes de los tejidos del paciente en múltiples planos <sup>9, 18</sup>.



*Ilustración 11: Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Los planos de visión pueden ser axiales, sagitales o frontales.<sup>9</sup>*

La tomografía microcomputarizada es un método no invasivo, no destructivo y reproducible, por lo que se considera el método más preciso para la investigación de la morfología de los sistemas de conductos radiculares en combinación con imágenes de software en 3D. Proporciona una visualización de la estructura morfológica del diente en alta resolución. En este procedimiento los dientes se escanean en un equipo de tomografía microcomputarizada de sobremesa a resolución específica según el equipo que se utilice y posteriormente se obtienen de 800 a 1200 cortes del diente. Para poder diferenciar las estructuras dentales, se utilizan colores ficticios y se realiza la reconstrucción en 3D de las tomografías por medio de un software de renderización <sup>19</sup>.

Aunque la tomografía microcomputarizada no es adecuada para el uso clínico y se realiza in vitro, proporciona información más precisa que la tomografía computarizada de haz cónico, por lo que se usa para análisis en la investigación odontológica <sup>19</sup>.

Se han utilizado varias metodologías para estudiar la configuración del sistema de conductos en el primer molar mandibular, y los resultados son altamente variables, además de la posible tercer raíz, se han encontrado raíces mesiales y distales con tres conductos radiculares o primeros molares con cinco, seis o incluso siete conductos, entre otras variaciones anatómicas <sup>20</sup>.

### 3.5 Primer molar mandibular

El primer molar inferior erupciona entre los seis años de edad, entre los nueve y diez años termina su calcificación y su longitud promedio es de 21 mm. Desde una vista oclusal la corona es mucho más ancha en sentido mesiodistal que en el vestibulolingual y tiene una forma que semeja a un pentágono, formada por cuatro o cinco cúspides: dos bucales (mesiobucal y distobucal) y dos linguales (mesiolingual y distolingual). Sin embargo, la mayor parte de los primeros molares inferiores tiene con frecuencia una quinta cúspide adicional, una cúspide más pequeña distal, localizada bucalmente. Desde una vista proximal, la corona del primer molar inferior parece inclinada en sentido lingual y distal respecto al eje de la raíz <sup>7</sup>.

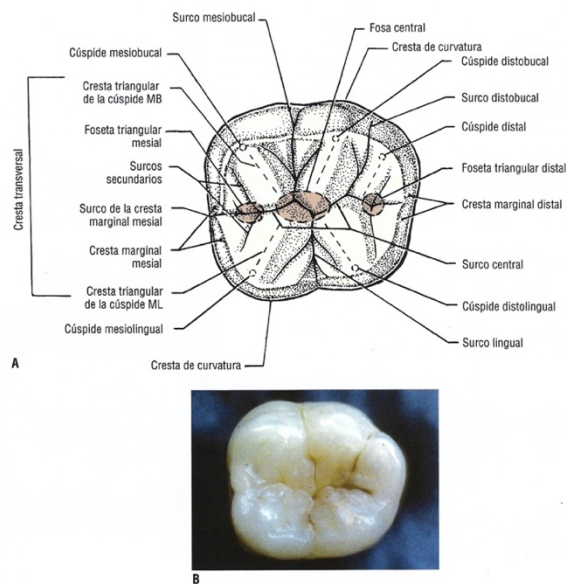
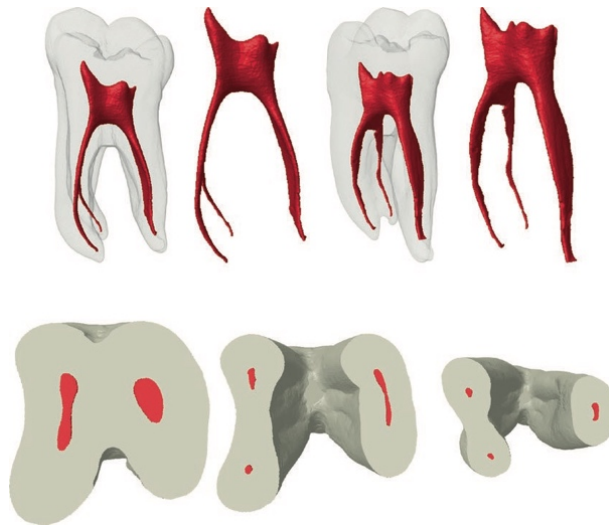


Ilustración 12: Primer molar inferior derecho, anatomía oclusal <sup>7</sup>.

Este diente generalmente tiene dos raíces, una raíz mesial caracterizada por una superficie mesiodistal aplanada, una superficie bucolingual ensanchada, y una raíz distal recta; con dos o tres conductos en la raíz mesial y uno, dos o tres conductos en las raíces distales <sup>20, 21</sup>.



*Ilustración 13: Primer molar mandibular reconstrucción tridimensional <sup>6</sup>.*

En los primeros molares inferiores la cámara pulpar es más ancha en dirección mesiodistal, tiende a tener una forma más o menos cúbica, y va cambiando a ser triangular a medida que se aproxima al piso de la cámara, el techo de la cámara pulpar se encuentra comúnmente en el mismo nivel que el límite cervical del esmalte a excepción de los cuernos pulpares que se extienden hacia la corona anatómica y que comúnmente son uno por cúspide <sup>7</sup>.

La prevalencia de los molares mandibulares que solo contiene tres conductos (mesiobucal, mesiolingual y distal) es de un 68% mientras que la prevalencia de cuatro conductos (mesiobucal, mesiolingual, distovestibular y distolingual) es de 28% <sup>22</sup>.

### 3.5.1 Configuraciones de los conductos de la raíz mesial.

Los conductos mesiales son generalmente mesiovestibular y mesiolingual, a veces se puede localizar un conducto mesial medio en el surco de desarrollo. Estudios de primeros molares mandibulares han demostrado la presencia de raíces adicionales, conductos radiculares adicionales, conductos laterales o anastomosis entre los dos o tres conductos de la raíz mesial. La morfología y el ancho bucolingual de la raíz mesial permite comunicaciones intercanales e istmos, que es un pasaje pulpar que conecta dos o más conductos en la misma raíz <sup>20, 21</sup>.

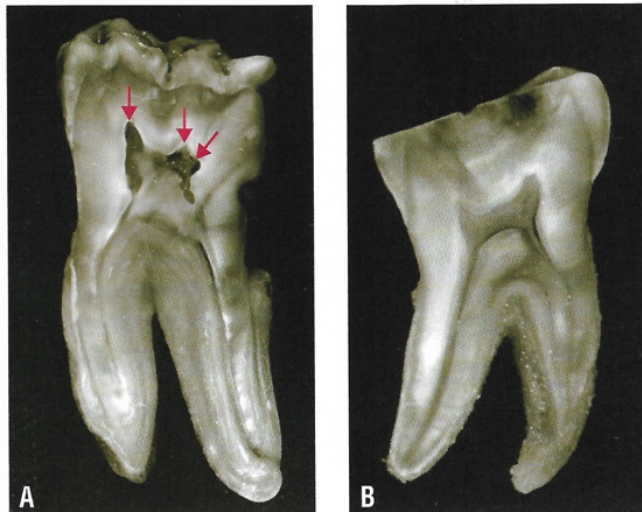
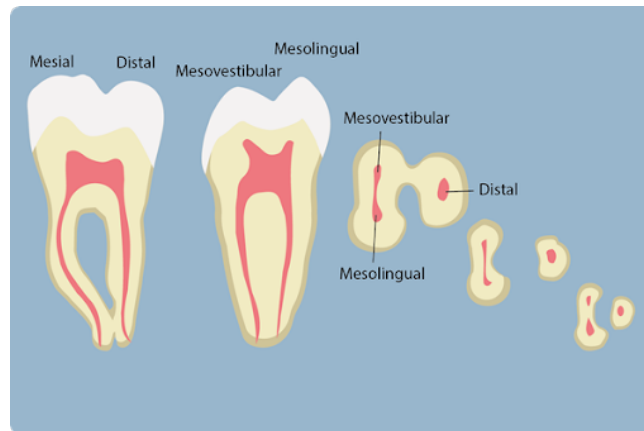
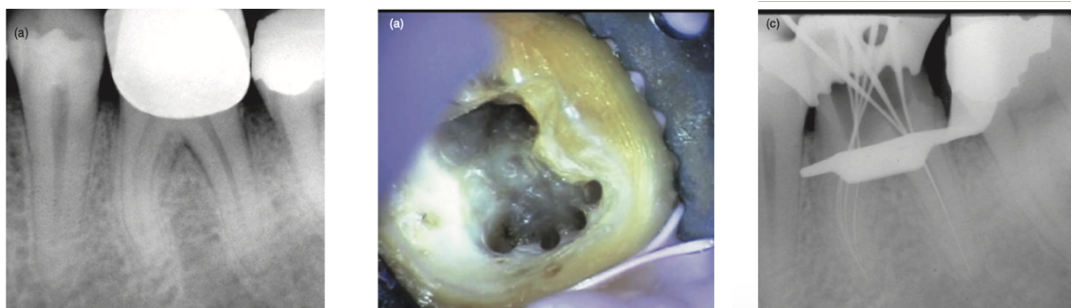


Ilustración 14: Primeros molar mandibular <sup>7</sup>.

Los orificios de entrada para el conducto mesiovestibular se encuentra debajo de la cúspide mesiovestibular y el mesiolingual se encuentra lingual al surco central. Sin embargo, la localización de los conductos en la raíz mesial presenta dificultades anatómicas y se recomienda que una vez trabajados los dos conductos mesiales, puede ser útil eliminar cuidadosamente parte de la protuberancia dentinaria que separa la entrada de los conductos mesiovestibular y mesiolingual, para lograr distinguir el ángulo creado por la pared mesial y el suelo de la cámara pulpar. En la base de este ángulo pueden detectarse orificios de entrada de conductos accesorios <sup>23</sup>.

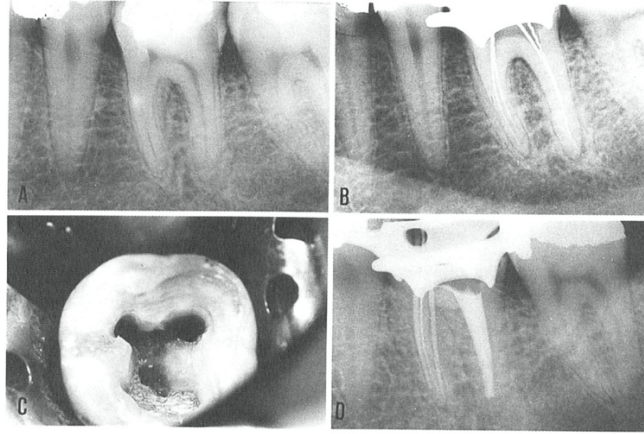
Se han presentado informes clínicos en la literatura que describen más de dos conductos en la raíz mesial de los primeros molares mandibulares <sup>24</sup>. Registrándose hasta cuatro conductos en la raíz mesial, pero rara vez estos canales permanecen separados durante todo su trayecto radicular y rara vez hay un número mayor de conductos <sup>25</sup>.

Es necesario inspeccionar cuidadosamente la existencia de posibles conductos adicionales. Hasta ahora se han publicado bastantes informes clínicos que describen más de dos conductos en la raíz mesial de los primeros molares mandibulares <sup>24</sup>. Entre estos informes Ree (1998) ha descrito un caso de cuatro conductos en la raíz mesial, comunicando una incidencia de 3.3%, pero el tamaño de la muestra era pequeña para poder tener conclusiones seguras <sup>26</sup>.

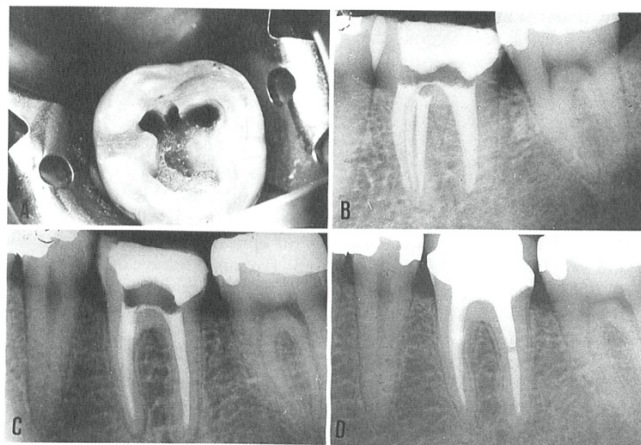


*Ilustración 15: Reporte de caso clínico. Radiografías y foto clínicas de cuatro conductos en la raíz Mesial <sup>24</sup>.*





*Ilustración 16: A, Radiografía Diagnóstica. B, Longitud de trabajo. C, Entrada de conducto M-V y M-L. D, Radiografía angulada, tomada después de colocar una lima en conducto M-M y gutaperchas en conductos M-V y M-L ya instrumentados <sup>23</sup>.*

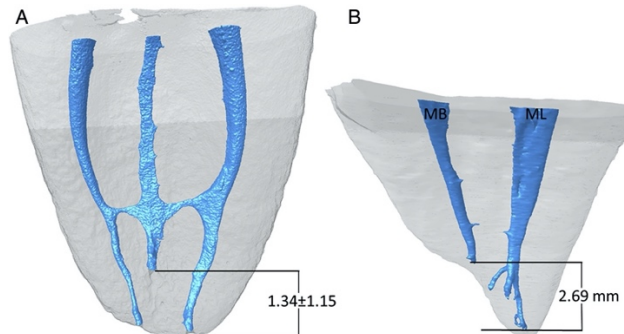


*Ilustración 17: A, Entrada de los tres conductos Mesiales. B Radiografía distoangular final que muestra tres conductos independientes. C, Radiografía final. D, Radiografía de control a dos años <sup>23</sup>.*

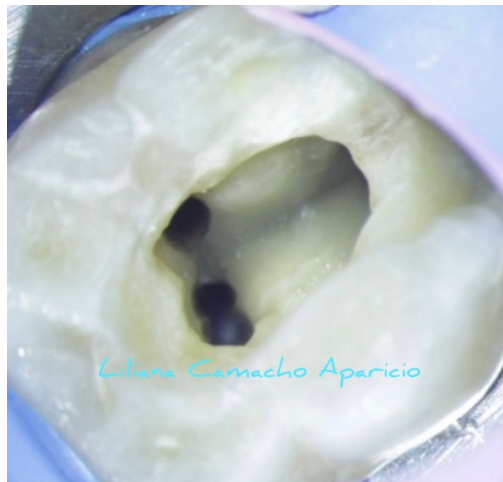
### 3.5.2 Conducto mesio medio o medio mesial.

La aposición secundaria de dentina durante la maduración del diente forma porciones verticales dentinales dentro de la raíz, formando así los conductos radiculares, y durante este proceso se puede crear un tercer conducto radicular en los primeros molares mandibulares. Estos terceros conductos están situados centralmente entre los dos conductos principales de la raíz, el diámetro de este

conducto accesorio es menor que los otros dos y se le conoce como conducto mesio medio o medio mesial <sup>27</sup>.



*Ilustración 18: (A) El foramen apical del conducto radicular mesial medio con una desviación significativamente mayor que los dos conductos radiculares MB Y ML. (B) Desviación menor de conductos MB y ML con respecto al ápice anatómico <sup>28</sup>.*



*Ilustración 19: Fotografía clínica de conducto Mesio medio cortesía de la Mtra. Liliana Amparo Camacho Aparicio.*

Este conducto accesorio tiene tres manifestaciones morfológicas respecto a su relación con otros conductos radiculares principales. El conducto mesio medio es independiente cuando se observa un orificio coronal y apical distinto a los conductos principales, confluyente cuando en su trayecto se une a uno de los dos conductos principales por anastomosis transversal, intraconductos o un istmo, pero termina en un agujero apical común, y se le denomina aleta cuando existe una comunicación transversal mediante una ranura entre los conductos principales en el tercio coronal,

pero los conductos mesiales salen de la raíz en tres agujeros apicales separados, a este tipo de comunicación también se lo conoce como anastomosis <sup>27</sup>.

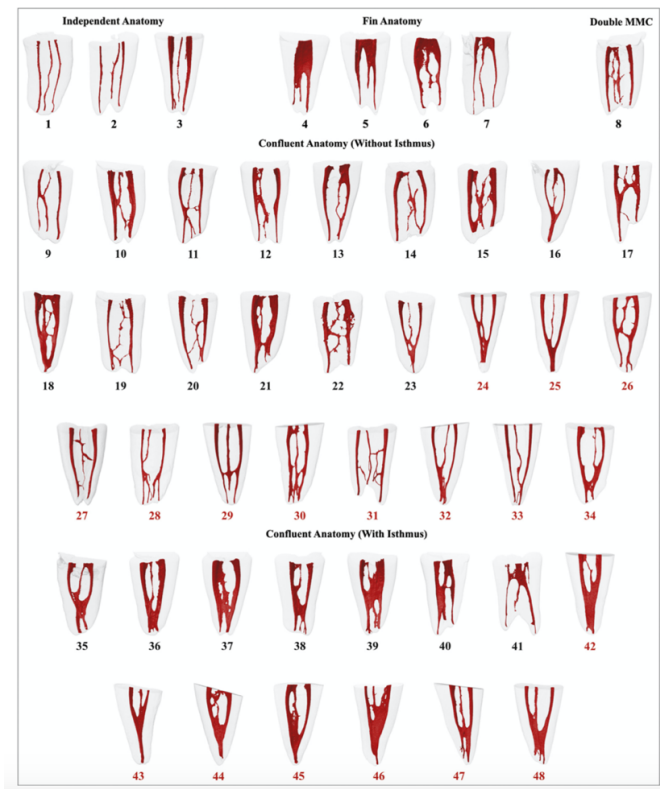
En 1974, Vertucci y Williams fueron los primeros autores en demostrar la presencia de un conducto adicional e independiente en la raíz mesial de los molares mandibulares, a esta variación anatómica se le ha denominado conducto intermedio (Fabra-Campos, 1989), conducto mesio-central (Navarro, Luzi, García & García, 2007), tercer conducto mesial (Holtzmann, 1997), conducto mesial accesorio (Karapimar-Kazandag, Basrani y Friedman, 2010) y conducto mesial medio (Pomeranz 198 y Nosrat, Deschenes, Tordik, Hicks & Fouad, 2015) <sup>29</sup>.

Según la literatura el conducto mesio medio se puede encontrar en 1% a 15% y en la mayoría de los casos, este conducto está oculto por una proyección dentinaria que se encuentra entre los dos conductos principales <sup>30</sup>. La incidencia del tercer conducto radicular mesial medio en los primeros molares mandibulares es más alta que en los segundos molares mandibulares y oscila entre 2.07% y el 12%. De igual manera se encontró que la incidencia de un tercer conducto en la raíz distal de los molares mandibulares es mucho más baja que en la raíz mesial (Martinez-Berna y Badanelli 1985), esto puede explicar mayor incidencia de un tercer conducto en la raíz mesial, ya que la dimensión mesiodistal de la raíz distal en comparación con la de la raíz mesial es mucho mayor y ese espacio dentro de la raíz distal explicaría menos aposición dentinaria y menor posibilidad de la creación de un tercer conducto <sup>27</sup>.

Un estudio realizado en poblaciones brasileñas y turcas, utilizando un sistema de imagen micro-TC para escanear las muestras y reconstruir su anatomía interna, demostró que de 285 primeros molares mandibulares recolectados (136 dientes de poblaciones brasileñas y 122 de poblaciones turcas) 48 presentaban un conducto mesio medio, por lo tanto una incidencia de 18.6%, que fue significativamente

mayor en población brasileña con un 22.1% representado con 30 dientes y en la población turca con un 14.8% representado con 18 dientes <sup>29</sup>.

La anatomía confluyente fue la variación anatómica más frecuente con un 73.3% en población brasileña y un 100% en población turca. Seguida de la anatomía de aleta con una prevalencia de 13.30% observada solo en población brasileña y finalmente la anatomía independiente con 10% <sup>29</sup>.



*Ilustración 20: Modelo 3D de 48 raíces mesiales de primeros molares mandibulares con conducto mesio medio, representados en color negro los que se obtuvieron de población brasileña y en números rojos los de población turca <sup>29</sup>.*

### 3.5.3 Configuraciones de los conductos de la raíz distal.

Se ha informado que la morfología del conducto radicular en la raíz distal es menos variable que la de las raíces mesiales, esto se debe a la amplitud de la única raíz

distal que conforma comúnmente un primer molar mandibular, generalmente el conducto es de una forma ovalada grande y aplanada transversalmente, excepto por un posible delta apical <sup>22</sup>.

Skindmore y Bjorndal en 1971 informaron que aproximadamente el 88.8% de las raíces distales de los primeros molares mandibulares tienen solo un conducto. Este alto porcentaje se puede comparar con el 56.7% que reporta Wasti. Se han estudiado la presencia de dos conductos en las raíces distales de los primeros molares mandibulares y sus resultados difieren de 43.3% a un mínimo de 11.2% <sup>21</sup>.

La configuración de conductos más común de las raíces distales del primer molar mandibular es el tipo I (clasificación de Vertucci) con un 63% de prevalencia, seguido de los tipos II con 15% y tipo IV con 12% <sup>22</sup>.


























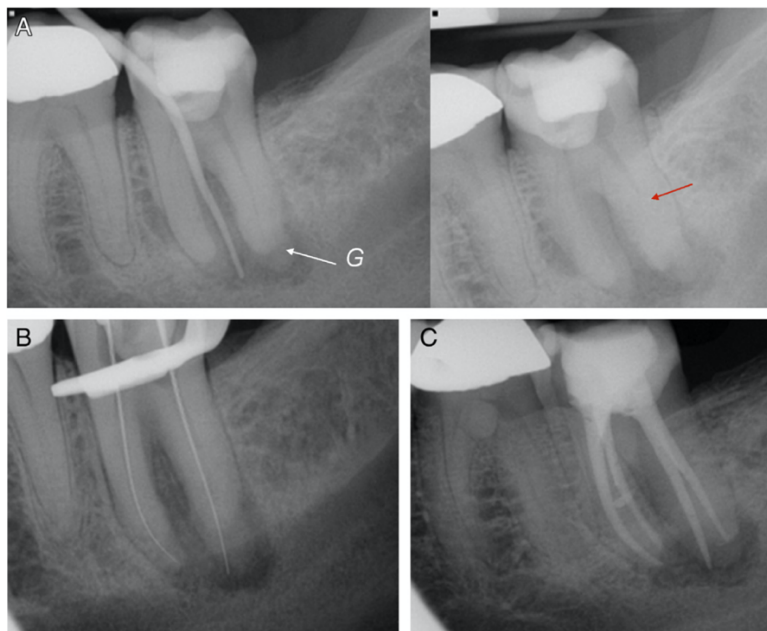
Vertucci 1984																
Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8									
1-1	2-1	1-2-1	2-2	1-2	2-1-2	1-2-1-2	3-3									
																
Kartal & Cimilli 1997		Gulavibala et al. 2001							Sert et al. 2004		Peiris et al. 2007		Al-Qudah & Awawdeh 2009			
Type 2a	Type 2b	Type 9	Type 10	Type 11	Type 12	Type 13	Type 14	Type 15	Type 16	Type 17	Type 18	Type 19	Type 20	Type 21	Type 22	Type 23
2-1	2-1	3-1	2-1-2-1	4-2	3-2	2-3	4-4	5-4	1-3	1-2-3-2	1-2-3	3-1-2	2-3-1	2-3-2	3-2-1	3-2-3
																

Ilustración 21: Primer molar mandibular, configuración del sistema de conductos de la raíz distal <sup>20</sup>.

Cuando la raíz distal del molar mandibular tiene una configuración de tipo V, puede considerarse preoperatoriamente como un tipo I, ya que al utilizar una radiografía convencional los dos canales tienden a superponerse, además es menos común notar la variación, a falta de una referencia anatómica en el nivel de la unión cemento-esmalte. La ramificación del conducto distal es difícil de notar, incluso con

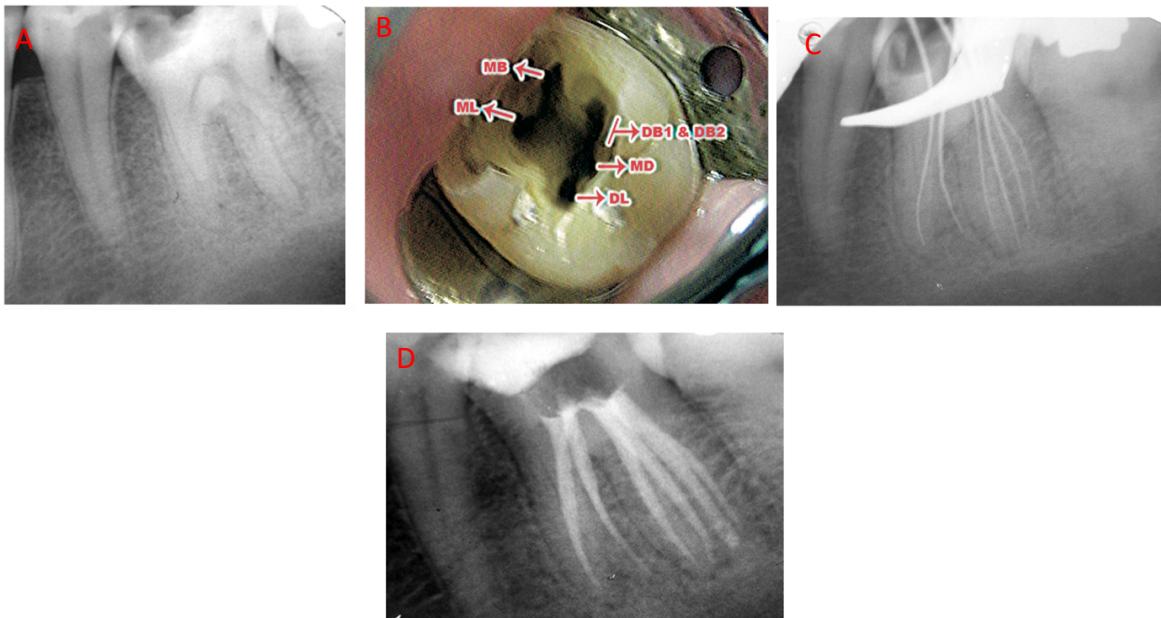
un gran aumento, ya que se divide en el tercio medio o apical de la raíz distal, por lo que la falta de precisión en la localización de un segundo conducto en la raíz distal puede generar un espacio no instrumentado con potencial de un fracaso en el tratamiento de conductos <sup>22</sup>.

Se han encontrado patrones característicos en las radiografías convencionales para diferenciar en la raíz distal del molar mandibular una morfología Vertucci tipo V, de un tipo I. La primera es la aparición de un ápice difuso o también llamado ápice fantasma, seguida de una desaparición notoria del espacio de un conducto radicular que en su inicio se percibía radiográficamente amplio, y la guía o el trazo del conducto con una lima o punta de gutapercha que aparece asimétricamente posicionado en el tercio apical, también es indicativo de una ramificación del sistema de conductos <sup>22</sup>.



*Ilustración 22: En la radiografía (A) se observa el llamado ápice "fantasma" señalado con la flecha blanca (G). La flecha roja señala la perdida abrupta del conducto radicular lo que indica la posible existencia de dos conductos. En la radiografía (B) se puede observar el trazo del conducto con una lima que llega a tercio apical. La radiografía (C) muestra la obturación final, donde se observa mejor los dos conductos en la raíz distal <sup>22</sup>.*

En la raíz distal no solo se puede encontrar un conducto único, aunque es el más común, o ramificaciones como las mencionadas anteriormente, también se pueden encontrar dos conductos independientes (distolingual y distobucal), incluso a veces hay un conducto distal medio como tercero. Y todas estas conformaciones, como el de un tercer conducto en la raíz distal, entre otras variaciones como tres conductos mesiales y dos conductos distales, o incluso primeros molares con siete conductos (cuatro en raíz mesial y dos en la raíz distal) que se han encontrado, entran de la misma manera en la clasificación de Vertucci o en modificaciones de esta clasificación <sup>21</sup>.



*Ilustración 23: Radiografía (A) inicial diagnóstica, se observa la presencia de una raíz adicional distal. Cavity final de acceso (B). Radiografía (C) para determinación de longitud de trabajo. Radiografía (D) final de obturación, dos raíces mesiales y sus conductos, tres conductos en raíz distal y un conducto en la raíz distal accesoria (RE) <sup>21</sup>.*

La variación anatómica relacionada con el número de raíces en la raíz mesial y distal es rara, pero ocurre, esta variación es la presencia de una tercera raíz supernumeraria que generalmente se encuentra lingualmente <sup>21, 31</sup>. Esta raíz

supernumeraria llamada *radix entomolaris* (RE), localizada en sentido distolingual o un *radix paramolaris* (RP) que se encuentra localizada mesiovestibularmente <sup>5</sup>.

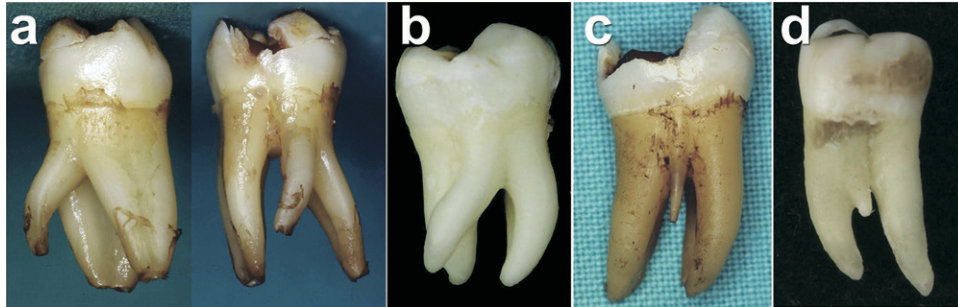


Ilustración 24: (a) Primer molar mandibular con Radix Entomolaris y Paramolaris <sup>32</sup>.

#### 3.5.4 Radix Entomolaris

El término *Radix Entomolaris* se utiliza para describir la raíz supernumeraria lingual de los molares mandibulares y fue utilizada por primera vez por Mihály Lenhossék en 1922 y posteriormente reportado por Carabelli en 1844. El *Radix Entomolaris* se localiza de forma distolingual, con el tercio coronal fijado total o parcialmente a la raíz distal, sus dimensiones pueden variar desde una extensión corta, hasta una raíz con longitud y conducto radicular normal, aunque normalmente es más pequeña que la raíz distal y mesial y puede separarse o fusionarse parcialmente con ellas y generalmente es más curva <sup>32</sup>.

La presencia de una tercera raíz (RE) se encontró en los primeros, segundos y terceros molares mandibulares, pero es menos frecuente en los segundos molares, y se informa la presencia de estas raíces de forma bilateral entre un 50% y 67%. La incidencia de primeros molares mandibulares con una tercera raíz parece ser inferior al 3% en raza negra, del 3% al 4.2% en blancos, inferior al 5% en poblaciones de Eurasia y Asia y aproximadamente 5% a más de 30% en rasgos mongoloides <sup>21</sup>.



El Radix Entomolaris se clasifica en tres grupos en función de la curva de la raíz y del conducto radicular. El tipo I describe un conducto recto, el tipo II se refiere a una entrada inicialmente curva que continúa como un conducto recto y el tipo III se refiere a una curva inicial en el tercio coronal del conducto radicular y una segunda curva que comienza en el tercio medio y continua hacia apical <sup>31</sup>.



*Ilustración 25: Clasificación de primeros molares mandibulares extraídos con RE <sup>17</sup>.*

Otra clasificación importante es la de Carlsen y Alexandersen que describe cuatro tipos diferentes, según la ubicación de la parte cervical de esta raíz supernumeraria, esta clasificación los agrupa en A, B, C Y AC. En el tipo A se encuentran dos raíces en distal a nivel cervical, el tipo B es igual que el tipo A, pero con solo una raíz, en el tipo C se encuentra localizada una raíz en mesial del tercio cervical y finalmente el tipo AC, se encuentra ubicada central entre la raíz mesial y la raíz distal <sup>32</sup>.

El orificio de entrada de este conducto está ubicado lingualmente a los conductos principales de la raíz distal, por lo que para localizar este conducto se modifica el acceso convencional de forma más trapezoidal, de igual manera una línea oscura podría indicar la ubicación precisa del orificio de entrada a este conducto, en ocasiones este conducto podría estar ocluido por dentina secundaria o calcificada

por lo que la exploración adecuada al buscar este conducto es de suma importancia  
31.

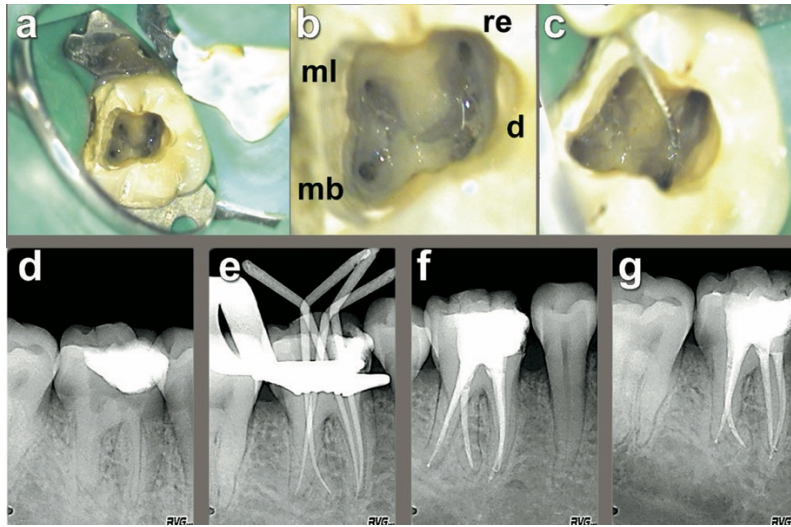


Ilustración 26: (a) Cavidad de apertura. (b) Localización de conductos ML, MB, RE Y D. (c) Se localiza un conducto más en distal. (d) Radiografía inicial. (e) Ajuste de cono de gutapercha; se pueden distinguir dos raíces distales separadas cuando se toma a 30 grados hacia mesial. (f) Radiografía final. (g) Radiografía 6 meses después <sup>32</sup>.

Se realizó un estudio *in vitro* que tuvo como objetivo evaluar las características radiográficas de RE en diversas angulaciones horizontales, y así determinar la angulación horizontal más efectiva para el diagnóstico exitoso de RE en los primeros molares mandibulares. En el estudio todos los RE se observaron y se clasificaron en tres grupos de acuerdo con sus características radiográficas; tipo I imagen ligeramente superpuesta, tipo II imagen superpuesta moderada y tipo III imagen superpuesta severa <sup>17</sup>.

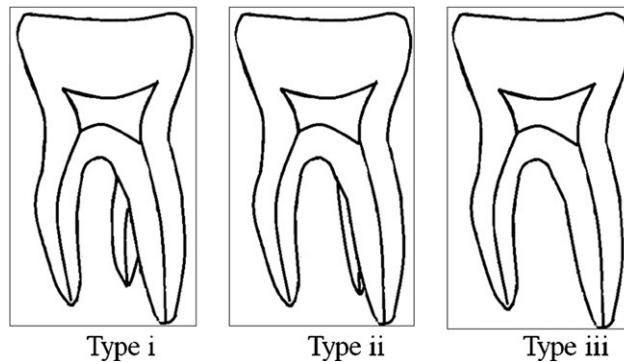
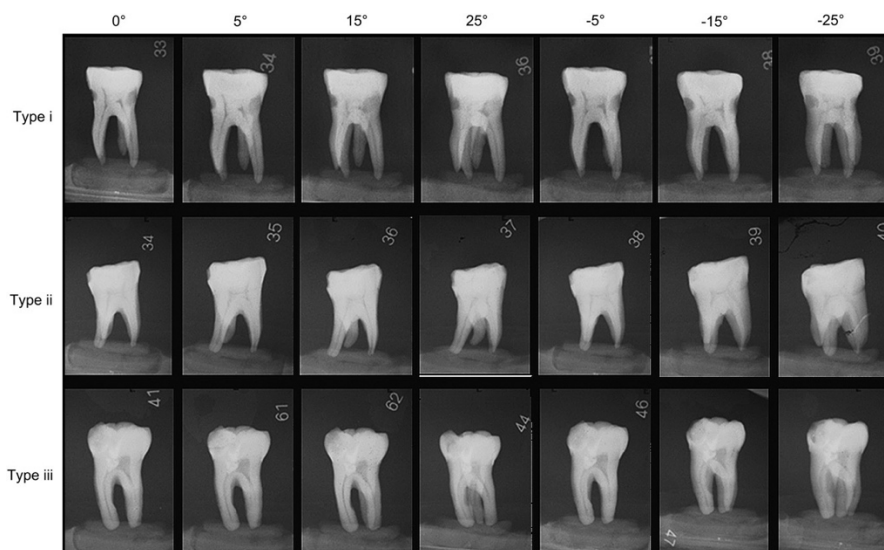


Ilustración 27: Clasificación Radiográfica <sup>17</sup>.



*Ilustración 28: Imágenes representativas de varias angulaciones horizontales de primeros molares mandibulares con RE <sup>17</sup>.*

En este estudio se encontró que las radiografías mesiales de 25 grados fueron significativamente mejores que las radiografías distales de 25 grados para la visibilidad de RE, esto podría ser porque la mayoría de los RE son pequeñas, y las raíces ubicadas en mesiobucal se mueven hacia mesial en comparación con la raíz distovestibular gruesa. Según la regla de Clark, también conocida como regla de SLOB o proyección de Walton un objeto que se mueve en la misma dirección que el cono está ubicado hacia lingual y a la inversa, un objeto que se mueve en la dirección opuesta desde el cono está ubicado hacia bucal. Por lo que la imagen de RE que se mueve distalmente se superpone a la imagen de la raíz distovestibular que se mueve hacia el mesial cuando se toman radiografías con una pequeña angulación distal <sup>17</sup>.

### 3.5.5 Radix Paramolaris.

Este término se le da a la raíz adicional que se encuentra ubicada en el lado mesiobucal de los molares mandibulares, Bolk reportó esta raíz y se encuentra con menor frecuencia que un Radix Entomolaris. La prevalencia según lo que observó

Visser es de 0% para el primer molar inferior, 0.5% para el segundo molar inferior y 2% para el tercer molar inferior, aunque otros estudios han demostrado mayor prevalencia en el primer molar mandibular. Al igual que el RE las dimensiones de esta raíz pueden variar desde una raíz de apariencia madura o normal o hasta una extensión corta y cónica y puede encontrarse separada o fusionada con la raíz principal <sup>32</sup>.

La clasificación de Carlsen y Alexandersen describe dos tipos diferentes; el tipo A y B. El tipo A se refiere a un Radix Paramolaris que se encuentra en la parte cervical de la raíz mesial y el tipo B se refiere a un Radix Paramolaris que se encuentra ubicado en la parte cervical central a la raíz distal y mesial.<sup>32</sup>

Es importante resaltar que se han encontrado cúspides adicionales relacionadas con la aparición de RE Y RP, aunque un mayor número de cúspides no está necesariamente relacionado con un mayor número de raíces <sup>32</sup>.

La etiología detrás de la formación de una raíz adicional como el *Radix Entomolaris* o *Radix Paramolaris*, no está clara. Su formación podría estar relacionada con factores externos durante la odontogénesis o la presencia de un gen que codifique para una tercera raíz <sup>21</sup>.

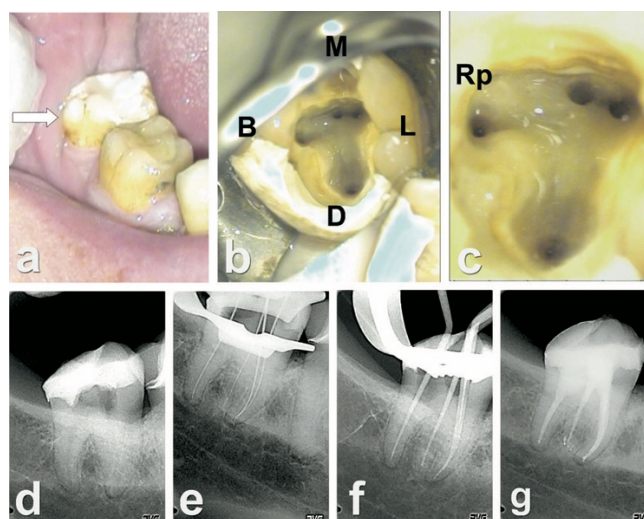
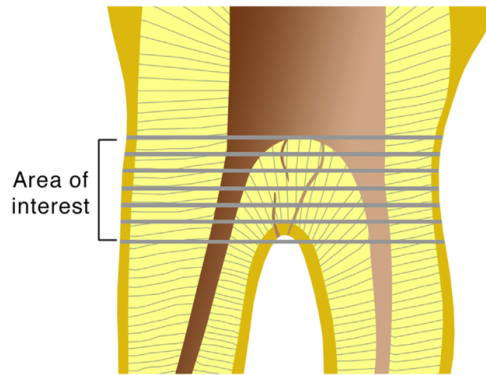


Ilustración 29: (a) Una cúspide extra en el lado bucal de la corona (flecha) podría indicar la posible presencia de una raíz supernumeraria. (b, c) Imágenes clínicas de la cavidad de apertura con

*extensión al mesiobucal para revelar el orificio del Radix Paramolaris. (d) Radiografía inicial. (e) Longitud de trabajo. (f) Ajuste de cono de gutapercha. (g) Radiografía final* <sup>32</sup>.

### 3.5.6 Conductos interradiculares.

La sección transversal de un conducto radicular puede asumir formas extrañas que podrían intercalarse con una serie de ramificaciones finas, unas de estas ramificaciones son las deltoides o apicales que forman el delta apical presente en la región apical de la raíz, las cuales establecen una conexión entre la pulpa y los tejidos periodontales. Y estas ramificaciones también han sido descritas en el área de la bifurcación y la trifurcación de los molares <sup>33</sup>.

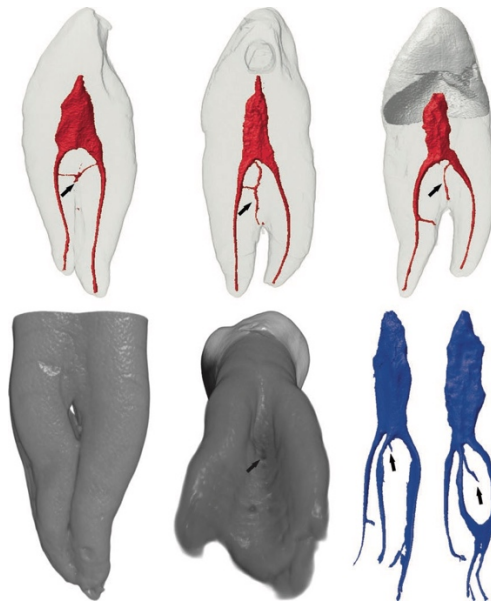


*Ilustración 30: El diagrama logra mostrar el distinto origen que podrían tener los conductos interradiculares y su trayecto* <sup>33</sup>.

Cahn fue uno de los primeros investigadores en postular que las lesiones periodontales pueden ser inducidas por exposición de tejido pulpar infectado a través de canales laterales. Hiatt, Rossman y Goldberg, Rubach y Mitchell, hablan de una conexión directa entre tejidos periodontales y pulpares no solo en la región apical de la raíz, reportan conexiones en el área delta apical, conductos laterales, túbulos dentinarios, fracturas radiculares, surcos, perforaciones iatrogénicas y conductos interradiculares <sup>33</sup>.

La presencia de conductos interradiculares en los molares mandibulares no ha sido investigada con tanta frecuencia como otras variaciones morfológicas del sistema

de conductos radiculares, por lo que se ignora el hecho de que puedan existir canales interradiculares y el papel que desempeñan en el éxito o fracaso del tratamiento de conductos. La literatura reporta una incidencia de conductos interradiculares que varían de entre 0% y 76% <sup>33</sup>.



*Ilustración 31: Conductos interradiculares (flechas) <sup>6</sup>.*

### 3.6 Consideraciones durante el tratamiento de conductos

#### 3.6.1 Interpretación radiográfica

Cada caso debe examinarse clínica y radiográficamente para detectar posibles variaciones anatómicas. El examen radiográfico es la evaluación preoperatoria más común para el tratamiento de conductos radiculares y diferentes angulaciones horizontales utilizando técnicas de desplazamiento mesial y distal, son de mucha utilidad para el diagnóstico de múltiples dientes, estas angulaciones mostrarán adecuadamente las características del sistema de conductos radiculares en tercera dimensión <sup>17</sup>.

Es importante recordar patrones característicos en las radiografías convencionales como es la aparición de un ápice difuso o notoria desaparición del espacio de un conducto radicular que en su inicio se percibía radiográficamente amplio, y la guía o el trazo del conducto con una lima o punta de gutapercha que aparece asimétricamente posicionado en el tercio apical, también es indicativo de una ramificación del sistema de conductos o raíces supernumerarias <sup>22</sup>.

Para complementar la información proporcionada por los estudios radiográficos se requiere de un conocimiento anatómico de cada diente, así como un conocimiento de la proyección de haz individualizado para cada diente y si incluso con esos conocimientos se continúan teniendo dudas con la imagen radiográfica o se visualiza algo extraño, lo recomendado es utilizar otras herramientas de diagnóstico como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para determinar y analizar la anatomía de conductos radiculares <sup>17</sup>.

### 3.6.2 Cavidad de acceso e inspección del piso pulpar

Uno de los principales requisitos es una adecuada cavidad de acceso para una detección exitosa de todos los orificios de entrada a los conductos radiculares <sup>9</sup>.

La forma más común de acceso del primer molar inferior es trapezoidal o romboidal y las esquinas de estas figuras corresponden a los orificios principales, la pared vestibular forma conexión recta entre los orificios mesiovestibular y distovestibular y la pared lingual conecta los orificios mesiolingual y distolingual. Es importante no invadir la cresta marginal en dirección mesial y que el acceso sea en línea recta a los conductos <sup>5</sup>.

Además de una adecuada cavidad de acceso, la inspección del piso pulpar y la importancia que el clínico identifique claramente la ubicación topográfica de cualquier conducto radicular principal o accesorio, repercute directamente en el éxito del tratamiento de conductos <sup>30</sup>.

Basados en estudios anatómicos de 500 dientes, Krasner y Rankow, demostraron que existe una anatomía específica y consistente de la cámara pulpar, y propusieron algunas leyes para ayudar a determinar la posición de la cámara pulpar, así como la ubicación y el número de entradas del conducto radicular en cada grupo de dientes diferentes <sup>6</sup>.

- Ley de la centralidad: El piso de la cámara pulpar siempre se ubica en el centro del diente al nivel de la unión cemento-esmalte (UCE) <sup>6</sup>.
- Ley de concetricidad: Las paredes de la cámara pulpar son siempre concéntricas a la superficie externa del diente a nivel de la UCE, es decir, la anatomía de la superficie radicular externa refleja la anatomía interna de la cámara pulpar <sup>6</sup>.
- Ley de la UCE: La distancia desde la superficie externa de la corona clínica a la pared de la cámara pulpar es la misma en toda la circunferencia del diente a nivel de la UCE <sup>6</sup>.
- Ley de simetría 1: A excepción de los molares superiores, los orificios de los conductos son equidistantes de una línea trazada en dirección mesial-distal, a través del piso de la cámara pulpar <sup>6</sup>.
- Ley simetría 2: A excepción de los molares superiores, los orificios de los conductos se encuentran en una línea perpendicular a una línea trazada en dirección mesial-distal a través del centro del piso de la cámara pulpar <sup>6</sup>.
- Ley del cambio de color: El color del suelo de la cámara pulpar es siempre más oscuro que las paredes <sup>6</sup>.
- Ley de ubicación del orificio 1: Los orificios de los conductos radiculares siempre se encuentran en la unión de las paredes y el suelo <sup>6</sup>.



- Ley de ubicación del orificio 2: Los orificios de los conductos radiculares se encuentran en los ángulos en los ángulos de la unión piso-pared <sup>6</sup>.
- Ley de ubicación del orificio 3: Los orificios de los conductos radiculares se encuentran en el extremo de las líneas de fusión de desarrollo radicular <sup>6</sup>.

El conocimiento de estas leyes, el uso de iluminación, aparatos de aumento y puntas de ultrasonido, proporcionan mejor claridad para la exploración de la cámara pulpar, con el fin de localizar todos los orificios de entrada de los conductos radiculares y evitar la omisión de conductos accesorios <sup>6</sup>.

Es importante tener en cuenta que en la furca de los molares inferiores se pueden encontrar múltiples agujeros accesorios, que es imposible limpiar o conformar con instrumental, pero lo más importante en este caso para la limpieza es la irrigación <sup>5</sup>.

### 3.6.3 Longitud de trabajo

La determinación de la longitud de trabajo es un paso importante en el momento de realizar un tratamiento de conductos, y cuando se hace una conductometría convencional sobre una radiografía, el ápice radiográfico se considera una referencia para establecer la longitud del diente, sin embargo, en la mayoría de los casos el foramen apical no coincide con el ápice radiográfico, lo que lleva a una determinación incorrecta con la longitud de trabajo<sup>34</sup>.

El uso de localizadores de ápice electrónicos para detectar cada foramen apical es importante, ya que la radiografía periapical podría estar limitada por la superposición de los conductos radiculares y teniendo en cuenta las distintas variaciones anatómicas mencionadas del primer molar mandibular el uso del localizador de ápice se considera indispensable para un mejor resultado <sup>28</sup>.

En estudios in vivo, la precisión del Root ZX (localizador electrónico de ápice) en la determinación de la longitud de trabajo es del 88.9%, considerando la medición a una distancia de 0 a 1.0 mm del ápice. Un estudio in vitro en el que se empleó alginato como medio de inclusión para simular el ligamento periodontal, con dos operadores independientes que no tenían experiencia en el uso de localizadores electrónicos de ápices, demostró altos índices de precisión para el Root ZX, de casi el 95%, lo que revela la facilidad de utilización de este aparato<sup>34</sup>.

La precisión de este aparato también se observa en casos de retratamiento, con una tasa de precisión de hasta el 100%, considerando la distancia de 0 a 1.0 mm de la longitud real del diente<sup>35</sup>.

#### 3.6.4 Diámetro de los conductos radiculares y ensanchamiento de conductos

La complejidad anatómica de primer molar mandibular que incluye múltiples conductos, istmos, conductos laterales, ramificaciones apicales y una zona de dentina denominada “zona de peligro”, representa una serie de retos durante el tratamiento de conductos. Esta complejidad resalta la importancia del estudio de diámetros y distancias que existe en los conductos y en los diferentes tercios <sup>35</sup>.

Se realizó un estudio con 22 muestras de molares mandibulares, donde se obtuvieron una serie de imágenes tomográficas y se utilizó un software para reconstruir una imagen tridimensional de cada diente. Se seccionó toda la raíz mesial desde el ápice radicular en sentido coronario en incrementos de 0.5 mm para los primeros 6 mm y en incrementos de 1.0 mm desde el punto de 6 mm hasta el nivel de la furcación. Los primeros 6 mm de la raíz distal también se seccionaron en incrementos de 0.5 mm coronalmente desde el ápice. Para examinar la disposición de los conductos justo por debajo del nivel del suelo pulpar, cada diente se seccionó también 1.5 mm coronalmente a la furca <sup>35</sup>.

- Anatomía del suelo pulpar

Las medidas entre los orificios a 1.5 mm coronal a la furca fueron consistentes, con la distancia más corta y larga entre los conductos mesiales con un promedio de 1.43 y 3.09 mm, respectivamente a 1.5 mm de la furca, no había ninguna muestra que contuviera 2 orificios distales, pero la anchura del orificio distal presente medía 1.98 mm. La distancia tangencial media entre los conductos mesiales y los distales por debajo del suelo pulpar fue de 4.35 mm <sup>35</sup>.

Esta distancia entre los orificios de entrada de los conductos se realizó con el fin de proporcionar una guía para la localización de los conductos en el caso de que sea necesario buscar la apertura de conductos estrechos o calcificados por debajo del nivel del suelo pulpar, ayudando a minimizar el riesgo de perforación <sup>35</sup>.

- Espesor de la dentina

En la zona situada 1.5 mm por debajo de la furcación en la cara distal de la raíz mesial, es la zona más fina de dentina entre 0.81 y 1.22 mm de anchura. En el aspecto apical de la raíz mesial se encontró una anchura media de dentina aún más fina, que oscilaba entre 0.22 y 1.13 mm (en los 3 mm apicales de la raíz). A lo largo de toda la raíz mesial, el grosor medio mínimo de la dentina era de 1.28 mm. En los 6 mm apicales de la raíz distal, la anchura media de la dentina en el lado de la furca oscilaba entre 0.25 mm y 1.47 mm <sup>35</sup>.

La zona más fina de la dentina en el aspecto coronal de la raíz mesial se encuentra en la superficie distal de la raíz 1.5 mm por debajo del nivel de la furca y tiene un grosor medio de 1.2-1.3 mm, este estudio confirma la delgadez de la dentina en esta zona e incluso demuestra que la dentina puede ser más fina. Lo que sugiere que toda la zona de la furca, de la raíz mesial puede considerarse una “zona de peligro” al realizar la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. En cuanto a la raíz distal, la delgadez de la dentina a lo largo del aspecto mesial en los

6 mm apicales medidos también indica que puede ser una zona de riesgo para perforación <sup>35</sup>.

- Dimensiones del conducto

En los 0.5-1.0 mm apicales de la raíz mesial, la anchura media buco lingual osciló entre 0.31-0.44 mm y la anchura mesio distal entre 0.26-0.33 mm. En los 0.5-1.0 mm apicales de la raíz distal, la anchura media buco lingual osciló entre 0.35-0.48 mm y la anchura mesio distal entre 0.23-0.44 mm. A 5.0 y 6.0 mm del ápice, la anchura media buco lingual de los conductos distales individuales fue de 1.18 y 1.34 mm, respectivamente. A lo largo de las raíces mesiales y distales, la dimensión media del conducto buco lingual fue mayor que la dimensión mesio distal <sup>35</sup>.

Estas medidas nos dan de referencia para la raíz mesial poder trabajar hasta apical al menos una lima de tamaño 30 (diámetro de 0.3 mm en la punta) para limpiar adecuadamente la extensión apical de los conductos mesiales de los molares mandibulares <sup>35</sup>.

Para la raíz distal se recomendaría trabajar con una lima al menos de tamaño 40 (diámetro de 0.4 mm en la punta) y tomando en cuenta que en coronal los conductos distales se deben preparar más, para poder dar forma adecuada a todas las paredes <sup>35</sup>.

En general, la disparidad entre las dimensiones buco lingual y mesio distal de los conductos en ambas raíces demuestra que estos conductos no son redondos. Esto significa que la mayoría de los instrumentos ensancharán inevitablemente hacia la "zona de peligro" en el primer molar mandibular, más que el aspecto buco lingual. Por este motivo, puede ser necesaria la ampliación coronal para limpiar y dar forma adecuadamente a estas dimensiones; sin embargo, debe respetarse la delgadez de la dentina hacia la furca para evitar la perforación en esta zona <sup>35</sup>.

- Istmos

Se encontró un istmo, o una conexión entre 2 o más conductos, a lo largo de todas las raíces mesiales (100%) y en 2 de 22 raíces distales (9.1%). Por término medio, en la raíz mesial, el istmo comenzaba a 4.0 mm del ápice y terminaba a 8.1 mm de este. En la raíz distal, el istmo comenzaba en promedio a 3.0 mm y terminaba a 6.0 mm del ápice <sup>35</sup>.

El hecho de que los istmos estén a menudo presentes en los 6.0 mm apicales implica que estos espacios pueden ser una preocupación durante la terapia endodóntica tanto quirúrgica como no quirúrgica. Sin embargo, las dimensiones de los istmos pueden hacer que estos espacios sean difíciles de limpiar <sup>35</sup>.

### 3.6.5 Irrigación

Una vez que se han realizado modificaciones de la anatomía interna; mediante la cavidad de acceso, y el trabajo mecánico de las limas, uno de los retos es lograr una irrigación adecuada que ayude con la limpieza y conformación del sistema de conductos. Incluso después de una ampliación adecuada del conducto radicular, los irrigantes deben superar una serie de obstáculos antes de que sea posible la limpieza y desinfección de todo el sistema de conductos radiculares <sup>6</sup>.

Lo ideal es que los irrigantes, lleguen a todas las zonas del sistema de conductos radiculares en cantidades suficientes para alterar la biopelícula, eliminar los microorganismos, disolver los restos de tejido pulpar y eliminar los restos de dentina. Dada la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares del primer molar mandibular y sus variaciones anatómicas, parece haber consenso en que la activación ultrasónica intermitente y la administración continua de irrigante y la activación ultrasónica mediante una aguja oscilante son los métodos más eficaces para la penetración del irrigante y la limpieza de los conductos accesorios, mientras que la irrigación con jeringa, la irrigación apical a presión negativa y la activación sónica parecen menos eficaz <sup>6</sup>.

### 3.6.6 Obturación

Para finalizar el tratamiento de conductos exitosamente se necesita realizar una obturación adecuada y tomando en cuenta las variaciones anatómicas que hemos mencionado, la obturación necesita ser novedosa y no quedarse en lo convencional o tradicional. Técnicas como la condensación lateral, permiten penetración del cemento sellador en los conductos accesorios del sistema de conductos radiculares, lo que nos dice que son adecuadas para usarse, pero técnicas con gutapercha termoplastificada han demostrado una obturación más homogénea con menos espacios vacíos a diferencia de las técnicas de compactación lateral <sup>36</sup>.

Entonces para limpiar, dar forma y obturar correctamente el primer molar mandibular y sus variaciones anatómicas debemos tener claro que, la introducción de un instrumento endodóntico en todo el sistema de conductos radiculares no es posible y con una posibilidad muy baja de ensanchar, dar forma y trabajar en toda su totalidad. En conclusión, los conductos accesorios y variaciones anatómicas son difíciles de detectar y la mayoría de las veces imposibles de negociar, pero no requieren ningún esfuerzo particular ni ningún instrumento especial. Si utilizamos la solución de irrigación correctamente y no solo con métodos convencionales, actuará a favor del tratamiento y así como el material obturador ablandado y compactado sellará automáticamente <sup>36</sup>.

Como estos canales accesorios o variaciones anatómicas no tienen forma específica, no tienen ninguna conicidad, y por lo tanto no hay manera de controlar la extensión apical del material de obturación. Por lo que, a menudo tenemos una pequeña extrusión de sellador. Sin embargo, el uso de un sellador no tóxico, no causará ningún problema. Además, los nuevos selladores biocerámicos biocompatibles son cada vez más populares, por lo que la pequeña extrusión ya no representará un problema <sup>36</sup>.

## 4 CONCLUSIONES

El éxito de los procedimientos quirúrgicos y no quirúrgico de endodoncia requiere un conocimiento preciso de la morfología interna del diente, además del diagnóstico y la planificación del tratamiento.

La compleja anatomía del sistema de conductos radiculares es sin duda una de las principales limitaciones durante el tratamiento de conductos por lo que su conocimiento es esencial para el diagnóstico y plan de tratamiento de un paciente.

La morfología del sistema de conductos radiculares de los primeros molares mandibulares, conocido como el diente más frecuentemente tratado endodónticamente, tiene variaciones de importancia que necesitan ser detectadas tempranamente, para tomar decisiones clínicas que favorezcan el tratamiento de conductos. Iniciando con un diagnóstico más certero, basado en una adecuada interpretación radiográfica y haciendo uso de otros auxiliares de diagnóstico que aporten más información como la CBCT, para así lograr un diseño adecuado de la cavidad de acceso, que permitirá una inspección cuidadosa del piso pulpar y teniendo el conocimiento previo saber donde se pueden encontrar la entrada de los conductos, cuantos se pueden encontrar y según su diámetro cuanto es que se pueden ensanchar. Así como utilizar distintas técnicas de irrigación y obturación novedosas, para finalmente cumplir con los objetivos principales del tratamiento de conductos y obtener el resultado deseado.

## 5 REFERENCIAS

1. de Ferraris MEG and Muñoz AC. *Histología y Embriología Bucodental*. Editorial Medica Panamericana Sa de, 2002.
2. Martínez SMA and Peláez MIG. *Embriología humana y biología del desarrollo*. Editorial Médica Panamericana, 2017.
3. Carlson BM. *Human embryology and developmental biology*. Sixth edition. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2019, p.xi, 480 pages.
4. Estrela C. *Ciencia endodontica / Endodontic Science*. Editorial Medica Panamericana Sa de, 2004.
5. Hargreaves KM and Berman LH. *Cohen. Vías de la Pulpa + ExpertConsult*. Elsevier Health Sciences Spain, 2016.
6. Versiani MA, Basrani B and Sousa-Neto MD. *The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition*. Springer International Publishing, 2019.
7. Scheid RC and Weiss G. *Woelfel, Anatomía Dental*. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
8. Mazzi-Chaves JF, Silva-Sousa YTC, Leoni GB, et al. Micro-computed tomographic assessment of the variability and morphological features of root canal system and their ramifications. *J Appl Oral Sci* 2020; 28: e20190393. 2020/02/13. DOI: 10.1590/1678-7757-2019-0393.
9. Cohen S, Hargreaves KM, Burns RC, et al. *Vías de la pulpa*. Elsevier, 2007.
10. Wolf TG, Paqué F, Sven Patyna M, et al. Three-dimensional analysis of the physiological foramen geometry of maxillary and mandibular molars by means of micro-CT. *Int J Oral Sci* 2017; 9: 151-157. 2017/09/09. DOI: 10.1038/ijos.2017.29.
11. Abarca J, Zaror C, Monardes H, et al. Morphology of the Physiological Apical Foramen in Maxillary and Mandibular First Molars. *Int J Morphol* 2014; 32: 671-677. 2015/05/06. DOI: 10.4067/s0717-95022014000200048.
12. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 58: 589-599. 1984/11/01. DOI: 10.1016/0030-4220(84)90085-9.



13. Ahmad IA and Alenezi MA. Root and Root Canal Morphology of Maxillary First Premolars: A Literature Review and Clinical Considerations. *J Endod* 2016; 42: 861-872. 2016/04/24. DOI: 10.1016/j.joen.2016.02.017.
14. Perez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, Bravo M, et al. Cone-beam Computed Tomographic Study of Root Anatomy and Canal Configuration of Molars in a Spanish Population. *J Endod* 2017; 43: 1511-1516. 2017/07/25. DOI: 10.1016/j.joen.2017.03.026.
15. Jing D, Yi Y, Luo W, et al. Tissue Clearing and Its Application to Bone and Dental Tissues. *J Dent Res* 2019; 98: 621-631. 2019/04/23. DOI: 10.1177/0022034519844510.
16. Maisto OA and Maresca BM. [Radiographic clinical investigation in 150 endosseous endodontic implants]. *Rev Asoc Odontol Argent* 1975; 63: 158-168. 1975/07/01.
17. Wang Q, Yu G, Zhou XD, et al. Evaluation of x-ray projection angulation for successful radix entomolaris diagnosis in mandibular first molars in vitro. *J Endod* 2011; 37: 1063-1068. 2011/07/19. DOI: 10.1016/j.joen.2011.05.017.
18. Kim SY, Kim BS, Woo J, et al. Morphology of mandibular first molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals. *J Endod* 2013; 39: 1516-1521. 2013/11/19. DOI: 10.1016/j.joen.2013.08.015.
19. Wolf TG, Paque F, Zeller M, et al. Root Canal Morphology and Configuration of 118 Mandibular First Molars by Means of Micro-Computed Tomography: An Ex Vivo Study. *J Endod* 2016; 42: 610-614. 2016/02/26. DOI: 10.1016/j.joen.2016.01.004.
20. de Pablo OV, Estevez R, Peix Sanchez M, et al. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J Endod* 2010; 36: 1919-1931. 2010/11/26. DOI: 10.1016/j.joen.2010.08.055.
21. Ghoddusi J, Naghavi N, Zarei M, et al. Mandibular first molar with four distal canals. *J Endod* 2007; 33: 1481-1483. 2007/11/27. DOI: 10.1016/j.joen.2007.08.018.
22. Jeong JW, Zegar Z, Liu RY, et al. Radiographic Indications of Vertucci Type V Configuration in the Distal Root of Mandibular Molars: A Case Series. *J Endod* 2019; 45: 453-458. 2019/02/17. DOI: 10.1016/j.joen.2018.12.010.

23. Ricucci D. Three independent canals in the mesial root of a mandibular first molar. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 47-49. 1997/02/01. DOI: 10.1111/j.1600-9657.1997.tb00010.x.
24. Kontakiotis EG and Tzanetakos GN. Four canals in the mesial root of a mandibular first molar. A case report under the operating microscope. *Aust Endod J* 2007; 33: 84-88. 2007/08/19. DOI: 10.1111/j.1747-4477.2007.00068.x.
25. Ryan JL, Bowles WR, Baisden MK, et al. Mandibular first molar with six separate canals. *J Endod* 2011; 37: 878-880. 2011/07/27. DOI: 10.1016/j.joen.2011.03.005.
26. Reeh ES. Seven canals in a lower first molar. *J Endod* 1998; 24: 497-499. 1998/08/07. DOI: 10.1016/S0099-2399(98)80055-1.
27. Holtzmann L. Root canal treatment of a mandibular first molar with three mesial root canals. *Int Endod J* 1997; 30: 422-423. 1998/05/20. DOI: 10.1046/j.1365-2591.1997.00106.x.
28. Keles A and Keskin C. Deviations of Mesial Root Canals of Mandibular First Molar Teeth at the Apical Third: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod* 2018; 44: 1030-1032. 2018/04/24. DOI: 10.1016/j.joen.2018.02.028.
29. Versiani MA, Ordinola-Zapata R, Keles A, et al. Middle mesial canals in mandibular first molars: A micro-CT study in different populations. *Arch Oral Biol* 2016; 61: 130-137. 2015/11/12. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2015.10.020.
30. Faramarzi F, Fakhri H and Javaheri HH. Endodontic treatment of a mandibular first molar with three mesial canals and broken instrument removal. *Aust Endod J* 2010; 36: 39-41. 2010/04/10. DOI: 10.1111/j.1747-4477.2009.00162.x.
31. Abella F, Mercade M, Duran-Sindreu F, et al. Managing severe curvature of radix entomolaris: three-dimensional analysis with cone beam computed tomography. *Int Endod J* 2011; 44: 876-885. 2011/06/16. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2011.01898.x.
32. Calberson FL, De Moor RJ and Deroose CA. The radix entomolaris and paramolaris: clinical approach in endodontics. *J Endod* 2007; 33: 58-63. 2006/12/23. DOI: 10.1016/j.joen.2006.05.007.

33. Wolf TG, Wentaschek S, Wierichs RJ, et al. Interradicular Root Canals in Mandibular First Molars: A Literature Review and Ex Vivo Study. *J Endod* 2019; 45: 129-135. 2019/02/04. DOI: 10.1016/j.joen.2018.10.019.
34. Baldi JV, Victorino FR, Bernardes RA, et al. Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators. *J Endod* 2007; 33: 476-479. 2007/03/21. DOI: 10.1016/j.joen.2006.12.024.
35. Harris SP, Bowles WR, Fok A, et al. An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. *J Endod* 2013; 39: 1374-1378. 2013/10/22. DOI: 10.1016/j.joen.2013.06.034.
36. Leonardo MR and De Toledo Leonardo R. *Endodoncia / Endodontics: Conceptos Biologicos Y Recursos Tecnologicos / Biological Concepts and Technological Resources*. Editorial Medica Panamericana Sa de, 2009.