



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**“USO DEL MICROSCOPIO OPERATORIO Y DEL ULTRASONIDO  
EN LA DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL CONDUCTO MESIAL  
MEDIO EN LA RAÍZ MESIAL DE PRIMEROS Y SEGUNDOS  
MOLARES INFERIORES. ESTUDIO ANATÓMICO EN DIENTES  
HUMANOS *EX VIVO*”**

TESISTA:

**OD. MÓNICA SOLEDAD ARCA**

DIRECTOR:

**PROF. DRA. SUSANA RODRIGO**

**CÓRDOBA, 2017**



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**Escuela de posgrado**

**Trabajo de Tesis para optar por el título de DOCTOR en ODONTOLOGÍA**

**USO DEL MICROSCOPIO OPERATORIO Y DEL ULTRASONIDO  
EN LA DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL CONDUCTO MESIAL  
MEDIO EN LA RAÍZ MESIAL DE PRIMEROS Y SEGUNDOS  
MOLARES INFERIORES. ESTUDIO ANATÓMICO EN DIENTES  
HUMANOS *EX VIVO*.**

**Od. Mónica Soledad Arca.**

**Directora:**

**Prof. Dra. Susana Rodrigo.**

**Córdoba-Argentina- 2017**

## **Comisión de Tesis y Jurado**

**Prof.Dra. Liliana Menis de Mutal**

**Prof.Dra. Ruth Ferreyra de Prato**

**Evaluador Externo:**

**Prof.Dra. Beatriz Maresca**

**Exte. 23231/2012**

**Ord. 4/07**

## **Dedicatoria**

**A mis queridos padres, Oscar y Susana, que siempre nos brindaron su amor incondicional, creyeron en mí y apoyaron en cada paso difícil. Ejemplos de vida, honestidad y perseverancia.**

## **Agradecimientos**

**A mi Maestra y Directora, Prof. Dra. Susana Beatriz Rodrigo, por su paciencia y dedicación.**

**A mis Maestros en la endodoncia, Marta Lammertyn, Paola Lamertyn, Susana Rodrigo y Magdalena Amuchastegui por su generosidad, permanente apoyo y estímulo en el desarrollo de esta profesión.**

**Al Prof. Dr. Alfredo Bass, presidente de Fundación CREO, por permitir el desarrollo de gran parte de esta Tesis en dicha institución.**

**Al Prof. Dr. Silvio Marchegiani, experto en el área de Diagnóstico por Imágenes, por facilitar su equipamiento para el desarrollo de los estudios tomográficos.**

**Al Ing. Luis Croharé, por su dedicación en el procesamiento de las muestras y el desarrollo del análisis estadístico.**

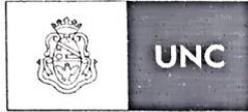
**A los miembros de la Comisión de Tesis y en su figura a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba.**

**A mi esposo Carlos, mis hijas Martina y Lourdes por regalarme su invaluable tiempo, paciencia, compañía y estímulo permanente.**

**A mi familia, especialmente a mi hermana Natalia y a mi “Hada Madrina” Mirta por estar SIEMPRE y aportar alegría permanente.**

**A mis amigos imprescindibles para este trabajo y en la vida misma...**

## Certificado del Comité de Ética



Universidad Nacional de Córdoba  
Facultad de Odontología

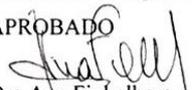
### INFORME DE EVALUACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACION PARA EL INVESTIGADOR

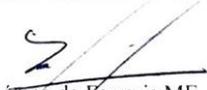
Comisión de Ética "Ad Hoc" Res. Dec. 305/12, con aprobación transitoria del COEIS 2012

<b>Título del Trabajo de Investigación de Tesis Doctoral</b>	"Uso del microscopio endodóntico y el ultrasonido en la detección y localización del conducto mesial medio de la raíz mesial de primeros y segundos molares inferiores. Estudio anatómico"	
<b>Nombre Abreviado y N° 41 ODO</b>	No refiere	
<b>Investigador Director</b>	Mónica S Arca Prof. Dra Susana Rodrigo	
<b>Institución y Sede de la Investigación</b>	Fundación CREO	
<b>Documento Presentados</b>	-Nota dirigida al coordinador	si
	- Formulario REPIS no patrocinadas :	si
	-Protocolo de investigación	si
	-Formulario de consentimiento informado y hoja de información al paciente:	no
	-Información al paciente sobre la investigación	no
	- Nota copia declaración de acuerdo de los investigadores	no
	- Declaración del origen institucional del paciente	no
- Lista y firma de los investigadores participantes	no	
<b>Integrantes del Comité de CIEIS</b>	Dra. Gomez de Ferraris, ME (Coordinadora) Dra. Finkelberg, Ana (Subcoordinadora) Dra. Actis, Adriana Dra- Simbron, Alicia Dr. Uribe Echevarria, Jorge	
<b>Resolución</b>		
<b>Fecha de Aprobación</b>	22 /08/2013	

Habiendo cumplimentado todos los ítem sugeridos con fecha 26/03/2013 se da por

APROBADO

  
Dra Ana Finkelberg  
Su-Coordinadora Comité de Etica

  
Dra Gómez de Ferraris ME  
Coordinadora Comité de Etica

## Indice

Portada .....	Pág.	1
Miembros de la Comisión de Tesis y Jurado .....	Pág.	2
Dedicatoria .....	Pág.	3
Agradecimientos .....	Pág.	4
Certificado del Comité de Ética .....	Pág.	5
Índice .....	Pág.	6
Abreviaturas .....	Pág.	7
Resumen .....	Pág.	8
Abstract .....	Pág.	10
Introducción .....	Pág.	11
Marco Teórico .....	Pág.	12
Hipotesis de trabajo .....	Pág.	30
Objetivo general .....	Pág.	31
Objetivos específicos.....	Pág.	31
Materiales y métodos .....	Pág.	32
Resultados .....	Pág.	48
Discusión .....	Pág.	87
Conclusiones .....	Pág.	96
Referencias Bibliográficas .....	Pág.	98

## Abreviaturas

Agregado de trióxido mineral: **MTA**

Conducto mesial medio: **MM**

Conducto mesiobucal dos: **MB2**

Irrigación ultrasónica pasiva: **IUP**

Kilovoltage: **KV**

Miliamperaje: **mA**

Proximidad al forámen: **PF**

Tomografía computada de cone beam: **TCCB**

Tomografía computada: **TC**

Ultrasonido: **US**

## Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar si el empleo del microscopio operatorio y del ultrasonido permiten detectar mayor cantidad de conductos accesorios en raíces mesiales de molares inferiores humanos *ex vivo*, en dos grupos etarios. Para ello se utilizaron 140 molares inferiores divididos en dos grupos de 70 primeros molares y 70 segundos molares. Cada grupo dentario se dividió en dos subgrupos etarios: A - Menores de 40 años (20 a 40 años) y B - Mayores de 41 años (41 a 70 años). Realizada la cavidad de acceso coronario, se identificó la presencia de conductos mesial medio (MM) en el siguiente orden: macroscópico, utilizando explorador curvo y limas K; microscópico, utilizando el microscopio operatorio, explorador curvo y limas K (primera observación); ultrasonido para eliminar todo resto de tejido calcificado y verificar nuevamente la presencia de conductos accesorios y por último, nueva búsqueda exploratoria a través del microscopio operatorio (segunda observación) para detectar conductos no encontrados por los métodos anteriores. Con discos de carborundum se eliminó la raíz distal y en la raíz mesial se posicionaron las limas endodónticas en los conductos encontrados y se tomaron radiografías proximales. Posteriormente, en grupos de diez, se incluyó la porción coronaria de las muestras sobre placas acrílicas con cera utility para realizar tomografías computadas de cone beam. Luego cada muestra fue desgastada transversalmente en proximidades del foramen, nivel apical, medio y coronario respetando la curvatura original de la raíz. Luego de cada desgaste se realizaron fotografías utilizando lupa estereoscópica a un aumento 10x. Los datos obtenidos fueron tabulados en planillas *ad hoc* para su posterior análisis estadístico. Para evaluar las diferencias entre el método macroscópico y los sucesivos métodos utilizados, se llevaron a cabo pruebas de concordancia (Kappa) y de correlación (Spearman) y para determinar si los factores edad y molar pudieran estar asociados al número de conductos MM, se aplicaron pruebas de chi cuadrado (Pearson). Macroscópicamente se encontraron conductos mesial medio en el 20% de la muestra. Dicho valor aumentó con cada uno de los métodos evaluados especialmente cuando se comparó el método macroscópico con la última observación microscópica ( $p < 0,001$ ). En el estudio clínico no hubo diferencias significativas entre los molares y la edad, pero en los desgastes se demostró que el primer molar presenta mayor cantidad de conductos MM resultando las diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). Cuando se analizó la edad, si bien hubo diferencias, las mismas no fueron significativas ( $p > 0,05$ ). En conclusión: la tecnología

empleada demostró ser efectiva para la detección de conductos MM. No obstante cuando se analizaron los desgastes y la tomografía computada de cone beam, conductos clínicamente detectados como tales, en realidad demostraron ser istmos.

Palabras clave:

Anatomía

Edad

Molares mandibulares humanos

Microscopio operativo

Ultrasonido

Tomografía computada/cone beam

## **Abstract.**

The aim of this study was to determine if the use of dental operating microscope and ultrasound increased the number of accessory root canals detected in mesial canals of human *ex vivo* mandibular molars. In this order, 140 human mandibular molars were divided into two groups of 70 first molars and 70 second molars. Each group was further divided into two age categories: A, 20-40 years old and B, 41-70 years old. After performing standard access cavities, curved explorers and K files were employed to search for middle mesial canals with naked eye. The search was continued by using a dental operating microscope. Ultrasonic tips were used in order to eliminate any remaining calcified tissue and the samples were checked for previously unseen accessory canal first without using microscope and after by using it. Distal roots were removed with carborundum discs. Endodontic K files were placed in the canals negotiated in mesial roots and proximal x-rays were taken. The samples were fixed with Utility wax to acrylic plaques in groups of ten, and cone-beam computed tomography images were taken. Each sample was transversely sanded thin at the foramen, apex, middle, and crown levels, respecting the original curve of the root, and was photographed through a 10x stereoscopic magnifying loupe. All data obtained were tabulated for its later statistical analysis. Differences between macroscopic observation and the successive methods were assessed by Kappa and Spearman tests. Pearson's chi-square test was applied to determine whether the age factor and the type of molar could be associated to the number of middle mesial canals. Middle mesial canals were found in 20% of the samples through macroscopic observation. This percentage rose with each successive method, especially with the last microscopic observation ( $p < 0.001$ ). Even though the clinical study showed no significant differences between age and type of molar, thinning the samples showed that first molars do contain more middle mesial canals, with significant statistical differences ( $p < 0.05$ ). When the age factor was taken into account, there were differences, but they were not significant ( $p > 0.05$ ). Conclusions: The technology used in this study proved to be effective to detect middle mesial root canals. Nonetheless, when the thinned samples and the cone beam computed tomography were analyzed, previously identified middle mesial root canals turned out to be in fact root canal isthmuses.

## Introducción

En la práctica odontológica, la resolución endodóntica de las patologías que afectan a los molares inferiores, constituye un importante desafío para el clínico debido a las complejidades anatómicas que a menudo presentan, complicando el tratamiento y creando dudas en relación al pronóstico de la intervención.

Aunque en los últimos años se han desarrollado importantes avances tecnológicos en el ámbito de la endodoncia, numerosos estudios científicos han demostrado que la preparación biomecánica de los conductos depende más de la anatomía radicular original que de los instrumentos o técnicas utilizados en los procedimientos endodónticos (Peters, 2001).

La localización de conductos, es de fundamental importancia para el éxito de la terapia endodóntica. La desinfección de este espacio tan complejo se vuelve muchas veces una meta elusiva o difícil de alcanzar.

En consecuencia, la particular anatomía de los molares inferiores representa un verdadero reto terapéutico.

La dirección y conformación de sus raíces, la presencia de depresiones longitudinales en las superficies proximales de las mismas, las diferentes configuraciones de la cámara pulpar y los conductos radiculares, son factores a tener en cuenta en la planificación de los tratamientos y establecimientos de pronósticos a largo plazo.

En este trabajo se analizaron las características anatómicas de los conductos mesiales de la raíz mesial de primeros y segundos molares inferiores humanos en relación a diversa tecnología utilizada para la localización de los mismos.

## Marco teórico

La remoción rigurosa y total del contenido del sistema de conductos radiculares es la etapa principal en el tratamiento endodóntico. Su objetivo es prevenir que éste se transforme en una fuente de infección ya que su colonización por microorganismos lo convierte en el principal agente etiológico de las periodontitis periapicales (Takehashi, 1965; Sunqvist, 1976; Zehnder, 2006).

Una vez instalada la patología se debe recurrir a la instrumentación mecánica, la irrigación química y, cuando sea necesario, a la medicación intraconductos entre sesiones para lograr reducir el contenido microbiano del conducto radicular (Mohammadi, 2008). El tejido pulpar no removido completamente del sistema de conductos es una de las causas del fracaso del tratamiento endodóntico y esto se debe a la posible contaminación subsecuente de los remanentes tisulares, si es que ya no se encontraban infectados previamente (Zehnder, 2006). No obstante, la variada morfología de la cavidad pulpar especialmente en dientes multirradiculares, es un constante desafío para el logro de un tratamiento endodóntico exitoso (Valencia de Pablo, 2010). El conocimiento de las características de la anatomía normal y sus posibles variantes es fundamental ya que, entre otros factores, la falta de preparación de un conducto puede llevar al fracaso del tratamiento endodóntico (Çalışkan, 1995; Reeh, 1998; Wasti, 2001; Krithikadatta, 2010). A pesar de los avances observados en los últimos años en el campo de la endodoncia, el desarrollo de instrumentos más flexibles y sofisticados, nuevas técnicas de abordaje, modificaciones en la cinemática de trabajo, materiales de obturación e irrigantes, etc, la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares sigue siendo un factor limitante durante la preparación biomecánica por favorecer la permanencia de remanentes tisulares y bacterianos en istmos y ramificaciones, comprometiendo el pronóstico y tratamiento. Innumerables son los estudios científicos que han demostrado que la preparación biomecánica depende más de la anatomía radicular original que del instrumento o la técnica utilizadas, (Rhodes, 1999; Peters, 2001; Gutmann, 2012) lo que torna fundamental el conocimiento y entendimiento de las características morfológicas tridimensionales del sistema de conductos radiculares. Cuando esto sucede, el resultado del tratamiento endodóntico se vuelve más previsible (Verma, 2011) ya que al asociarse conocimiento y entendimiento acabado de la anatomía a protocolos de tratamiento endodóntico, (Dowker, 1997; Swain, 2009) se da soporte a decisiones durante el planeamiento y ejecución de procedimientos clínicos (Villas-Bôas, 2011) de manera racional, coherente, precisa y concreta (Camargo, 2016). Según Langeland y

col. (1985) la morfología de los conductos es uno de los factores determinante del resultado de la preparación quirúrgica.

Tanta importancia tiene la anatomía del órgano dental que al respecto Mario Zuolo y col. (2012), relacionan la predictibilidad de un tratamiento endodóntico directamente al mantenimiento de la anatomía original y al control de la infección y destacan que el éxito de la “Reintervención” al referirse a un retratamiento endodóntico, “depende de las alteraciones provocadas en la anatomía original por el tratamiento previamente realizado”.

Es fundamental considerar la edad entre las circunstancias que propician variaciones anatómicas de los conductos, ya que se producen cambios significativos en la morfología interna de los dientes con el paso del tiempo debido a la aposición de dentina secundaria, lo cual puede hacer más dificultoso el tratamiento de conductos en pacientes mayores (Oi, 2004).

Suto y col. (2002) demostraron que la entrada de los conductos radiculares se volvían más constrictas aún en cortos períodos de tiempo (entre el estadio de la dentición decidua y la dentición mixta temprana) y que éstos cambios en el volumen de la cavidad pulpar eran mayores en dicho período de tiempo que durante el estadio siguiente (dentición mixta temprana y dentición mixta media). Estos descubrimientos sugieren que la cantidad de dentina secundaria secretada tanto en dientes deciduos como permanentes es mayor en estadios jóvenes que en estadios maduros del diente. Esto fue comprobado por Hirayama y Maeda (1993) y Aboshi y col. (2001) mediante el uso de radiografías. Peter Murray y col. (2002) sostienen que los odontoblastos no sólo poseen diferentes velocidades de secreción de dentina durante diversas etapas de la vida sino que también se detectaron cantidades dispares de dentina entre la corona y la raíz del mismo diente en estudio. Diamond (1962) y Pineda y col. (1972) sostienen que con la edad los mecanismos biológicos disminuyen volviéndose casi imperceptibles con la vejez.

Oi y col. (2004) especularon en sus conclusiones que los cambios observados en los cuernos pulpares de cúspides fundamentales de los dientes eran más pronunciados debido a una mayor inducción o estímulo a la formación de dentina secundaria propiciada por la función de dichas cúspides. También confirmaron que la cantidad de dentina secundaria depositada en el piso de la cámara pulpar era mayor en el sentido mesio-distal que buco-lingual y mayor en el área del conducto radicular que en el centro del área de la furcación. Esto es debido a que la estimulación externa es más fácilmente transmitida a la zona del conducto que a la zona interradicular pues la distancia a la superficie del diente es más corta. En conclusión, el conducto altera

sus dimensiones a expensas de las paredes periféricas. Además, casi no se registraron diferencias entre el diámetro del orificio del conducto lingual y el bucal, sugiriendo que ambos conductos recibieron similar transmisión de estímulos desde la superficie externa del diente. Al respecto Stanley y col. en 1983 comentaron que la tasa de secreción de dentina secundaria es sensible al trauma y efectos ambientales. A decir de Nicolas Lopez y col. (1993), “los dientes reflejan la edad biológica o fisiológica del individuo y las variaciones causadas por factores genéticos y hábitos masticatorios que pueden influenciar la anatomía dentaria”. En otras palabras, es importante considerar el transcurso del tiempo no sólo en la variable que atañe a la edad sino también, el período en el que los dientes se ven sometidos a estímulos externos funcionales, parafuncionales, fisiológicos o patológicos (Burque, 1995).

Es de destacar que los primeros molares son dientes frecuentemente sometidos a tratamientos restauradores extensos (Berkovitz, 1992; Vertucci, 2005) debido a que son uno de los primeros dientes permanentes en erupcionar junto con los incisivos y su presencia pasa inadvertida al no exfoliar temporarios para erupcionar. De ellos, los primeros molares inferiores son los de mayor índice de tratamiento endodóntico de toda la arcada dentaria (Wayman, 1994; Zaatar, 1997; Iqbal, 2008).

En otro orden Weine en 1969 fue uno de los primeros en confirmar que el fracaso en los tratamientos endodónticos de los molares superiores se debía posiblemente a la dificultad en la localización, instrumentación y obturación del conducto mesiopalatino o cuarto conducto y, de hecho, la mayoría de los clínicos aceptaron que esta falla puede conducir al fracaso clínico. En un estudio realizado por Swartz y col. en 1983 se demostró que el porcentaje de éxito de un tratamiento endodóntico en general es de 87,79%; pero en el primer molar inferior este porcentaje es significativamente menor, 81,48%. Esto podría deberse a la complejidad del sistema de conductos que poseen estos dientes como lo demuestran los trabajos realizados por numerosos investigadores (Hess, 1925; Vertucci, 1984; Fabra-Campos, 1985; Goel, 1991; Sert, 2004).

Peiris en 2008 resumió el desarrollo de la anatomía interna de los dientes diciendo que, en general, las raíces de dientes de personas jóvenes poseen conductos únicos que con el depósito de dentina secundaria resulta en la formación de divisiones que causa la diferenciación del sistema de conductos radiculares, dando como resultado el desarrollo de conductos separados y sistemas de conexiones transversas. Hecho observado por Hess ya en 1925, quien también indicó que dicha diferenciación ocurre más comúnmente en raíces planas o que tienen surcos o hendiduras externas, situación muy habitual en raíces mesiales de molares inferiores. Los surcos son

depresiones radiculares relacionadas con defectos morfológicos del desarrollo (Everett, 1972; Kogon, 1986; Gu, 2011) que pueden presentar gran variación en su extensión y profundidad y que en los dientes posteriores está comúnmente asociada a variaciones anatómicas y conductos adicionales (Pinheiro, 1993; Simon, 2000). Es importante destacar que las paredes donde están localizados los surcos son áreas de dentina de menor espesor, lo cual es necesario considerar al momento de realizar la instrumentación pues se podrían debilitar excesivamente dichas paredes elevando el riesgo de perforaciones o dejando raíces muy debilitadas con mayor tendencia a la fisura (Lammertyn, 2009). Al respecto, Romani y col. (1994) sostienen que hay una relación estrecha entre la forma de la superficie externa de la raíz y la forma del conducto radicular contenido en su interior cualquiera sea el diente en estudio, y que las raíces tienen una tendencia a tomar una forma plana en sentido vestibulo-lingual como una manera de incrementar la superficie periodontal de implantación. Esto se traduce en un conducto oval alargado con tendencia a dividirse en dos o más a medida que se deposita dentina secundaria en sus paredes, estrechando la luz del mismo. Tales son los cambios morfológicos inducidos por el paso del tiempo en la anatomía interna de los dientes que al respecto, Gani afirma que cuando se encuentra un conducto único, amplio, de forma acintada o dos conductos unidos por un istmo donde lo común es la presencia de dos conductos radiculares independientes, se debe a la falta de madurez de dicho diente (Gani, 1997; Visvisián 1997; Gani, 1999; Artal, 2000; Gani, 2010; Gani, 2014).

Como se expresó con anterioridad, los primeros molares inferiores tienen dos raíces bien definidas. La raíz mesial se caracteriza por ser plana, delgada en sentido mesio-distal y ancha en sentido vestibulo-lingual con una curvatura más o menos acentuada, con dos conductos en el 94,4% de los casos o tres conductos en el 2,3% (Valencia de Pablo, 2010) y la raíz distal es mayormente recta con un conducto amplio oval o dos conductos circulares (Skidmore y Bjorndal, 1971; Vertucci, 1984; Caliskan, 1995; Gulabivala, 2002; Sert, 2004).

Weine y col. (1969), Pineda y Kuttler (1972) y Vertucci (1974) estudiaron la morfología de los conductos y los clasificaron según su configuración. De acuerdo a este último, en la raíz mesial de los primeros molares inferiores, la presencia de dos conductos es más prevalente que en la raíz distal. Cuando dichos conductos principales se mantienen independientes y terminan en dos forámenes apicales diferentes, se considera la configuración de Vertucci tipo IV (2-2) que es la más frecuente (52,3%). Si dichos conductos convergen cercano al forámen, la misma da

origen a la configuración de Vertucci tipo II (2-1) en un 35% de casos (Valencia de Pablo, 2010).

Cimilli (2006) sugiere analizar la distancia que separa los conductos principales entre sí clínicamente como una forma de identificar la configuración anatómica interna, ya que atribuye a una mayor separación de los conductos principales la configuración tipo IV. Estos conductos se preparan de manera independiente en todo el largo de la raíz, siendo el diámetro apical promedio de 0.25mm. A una menor distancia, se puede suponer una convergencia de los conductos principales en la porción apical, determinando una configuración tipo II. En este último caso, sería conveniente realizar la prueba de convergencia de dichos conductos previo a la instrumentación de los mismos. De esta manera se evitaría la deformación en forma de reloj de arena de la porción más apical del conducto más allá de la convergencia, haciendo más complicada e improbable la obturación tridimensional de esta zona, al dejar espacios vacíos y/o aumentar las probabilidades de extrusión de material de obturación. Castelucci (2004) sugiere instrumentar el conducto mesiolingual a la longitud total de trabajo y el mesiovestibular hasta el nivel de la convergencia ya que este último presenta mayor curvatura. Marroquin y col. (2004) afirman que el promedio de diámetro apical en estos casos alcanza 0.31mm cuando ambos conductos tienen un foramen común, requiriendo por este motivo una preparación mayor que en los casos de configuración tipo IV para igual diagnóstico.

La forma y el ancho de la raíz mesial permite la presencia de gran diversidad de istmos (anastomosis transversas), que son definidos por el Glosario de Términos Endodónticos de la American Association of Endodontists (2003), como extensiones de tejido pulpar que conectan dos o más conductos en la misma raíz. En 1997, Hsu y Kim confeccionaron una clasificación de istmos con cinco variables donde se tiene en cuenta si el istmo es parcial o completo y si está relacionado con conductos accesorios, siendo la clase V, que se caracteriza por ser una verdadera conexión de tejido entre los conductos principales, la más frecuentemente encontrada entre los conductos de raíces mesiales de primeros molares inferiores. Estas conexiones entre los conductos pueden darse en todo el largo de la raíz. En los primeros molares inferiores, entre los 3 y 6mm del forámen, suelen estar presentes en una frecuencia de 17% a 83%, pudiendo afectar los resultados de tratamientos quirúrgicos si no son debidamente conformados y obturados (Manocci, 2005; Gu, 2009). Es más, en el 29% de los fracasos endodónticos se encontraron istmos completos según la investigación llevada a cabo por von Arx en 2005.

En la furca, los molares inferiores pueden presentar foraminas múltiples y conductos cavo-interradiculares que pueden ser la causa de lesiones furcales endodónticas primarias en casos de necrosis pulpar y que podrían dificultar el diagnóstico ya que son lesiones que se asemejan a las de origen periodontal. Vertucci y Anthony (1986) descubrieron, utilizando el microscopio electrónico de barrido, que el diámetro de dichas foraminas en molares inferiores varía de 4 a 720  $\mu\text{m}$  y pueden presentarse hasta 20 por molar. Se encuentran en el 32% de los primeros molares y 24% de los segundos molares. Los dientes mandibulares tienen una mayor incidencia de foraminas involucrando el piso de la cámara pulpar y superficie furcal que los dientes maxilares (56% y 48%). Haznedaroglu y col. (2003) estudiaron la incidencia de canales furcales “patentes” en 200 molares permanentes de una población turca. Los detectaron en el 24% de primeros molares inferiores y 20% de segundos molares inferiores e infirieron que estos conductos pueden ser la causa de lesiones endodónticas primarias en la furcación de dientes multirradiculares.

Otra variación anatómica en los primeros molares inferiores es la presencia de una tercera raíz que en la mayoría de los casos se localiza en una posición distolingual y que se denomina radix entomolaris. Cuando dicha raíz se localiza mesiovestibularmente se denomina radix paramolaris. Sus dimensiones son menores que la raíz mesial o distal y puede estar parcial o totalmente fusionada a ellas o ser totalmente independiente de las mismas (Vertucci, 2005; Abella, 2011; Souza-Flamini, 2014). La literatura ha demostrado ampliamente que la presencia de esta tercer raíz está asociada a grupo étnicos (Nagaven, 2012; Yu, 2012; Hannah, 2014) y revela una incidencia menor al 5% en poblaciones caucásicos, africanas, euroasiáticas e hindúes, mientras que en las poblaciones con trazas mongoloides como chinos, esquimales y americanos nativos, la frecuencia va de un 5 a un 40%. Gani (1998) en sus investigaciones advierte sobre la importancia de conocer estas particularidades anatómicas y a veces exclusivas de los individuos de origen mongol, ya que América Latina posee grandes núcleos poblacionales de origen asiático incluyendo la población primitiva de América, su descendencia y entrecruzamiento.

En el segundo molar inferior sus características anatómicas tienden a redondearse, a hacerse más compacto y bulboso presentando sus raíces poca divergencia entre ellas, con tendencia a fusionarse total o parcialmente. Los ápices tienden a estar bastante próximos entre sí y con una curva gradual hacia distal (Pucci, 1944; De Deus, 1986). En este grupo molar pueden existir apenas dos conductos, uno en cada raíz y hasta una única raíz con un conducto (Cohen, 2012) pues poseen una alta prevalencia de anomalías del desarrollo, principalmente la presencia de conductos

en forma de "C" (Weine, 1998; Fan, 2009; Zheng, 2011). La causa principal de las raíces y por ende, de los conductos en forma de C es la fusión de la vaina epitelial de Hertwig en la superficie vestibular o lingual de la raíz. Por ello, la presencia de surcos sobre la superficie radicular está íntimamente asociada al desarrollo de conductos en forma de C (Cleghorn, 2007; Fan, 2008; Velmurugan, 2009; Gu, 2011). Esta configuración no es exclusiva de los segundos molares inferiores, también está presente en otros dientes en los que se ha observado surcos o hendiduras en sus superficies radiculares como los premolares. Se lo describe con una cámara pulpar única y un conducto en forma de cinta de mesial a distal cuya concavidad se encuentra generalmente hacia vestibular (Fan, 2004; Ordinola-Zapata, 2015), pudiendo ser observada una gran variedad de sistemas de conductos asociados a este conducto en C a medida que se acerca al tercio apical.

Existen muchas variaciones en la anatomía de las raíces y los conductos siendo necesario un análisis crítico de cada caso en particular.

En 1974, Vertucci y Williams por un lado, y Barker y col. por otro, describieron la presencia de un conducto independiente llamado medio mesial o mesial medio (MM) o mesio central por su localización entre los conductos mesio vestibular y mesio lingual de la raíz mesial de molares inferiores. Desde entonces se han realizado reportes de la existencia de este conducto (Pomeranz, 1981; Weine, 1981; Martínez-Berná, 1985; Beatty, 1987; Fabra-Campos, 1989; Ricucci, 1997; Holtzmann, 1997; DeGroot, 1997; Baugh, 2004; Deepalakshmi, 2012; Deepalakshmi, 2013) con la más variada incidencia (Gulabivala, 2002; Ahmed, 2007), dependiendo principalmente de la metodología utilizada y de la edad de la muestra.

Pomeranz (1981), Vertucci (1984), Gulabivala (2001), Ahmed (2007), Mannocci (2005), von Arx (2005) y Gu (2009) concuerdan en que los conductos accesorios invariablemente se originan en la hendidura subpulpal o istmo conectando los conductos principales. Pomeranz (1981) sugiere la siguiente clasificación para los conductos MM: **fin**, cuando permite libre movimiento entre los conductos principales; **independiente**, cuando presenta un orificio apical separado y **confluyente**, cuando se origina en un orificio separado de los conductos principales pero se une a alguno de ellos o a ambos en su trayecto hacia el foramen apical. Un estudio sistemático exhaustivo (meta análisis), basado en toda la literatura publicada sobre la anatomía y la morfología de los conductos de primeros molares inferiores permanentes que involucra 4535 raíces mesiales realizado por Oliver Valencia de Pablo y col. en 2010, revela que la incidencia de este tercer conducto alcanza el 2,3% de los casos y que de ellos, el 25% es completamente independiente en su recorrido.

Con respecto a las metodologías empleadas para su estudio, han sido numerosas y muy variadas; entre ellas se mencionan secciones macroscópicas (Green, 1955; Weine, 1969; Kerekes, 1977 a, b, c; Mauger, 1998); la inyección de resina plástica (Skidmore 1971), transparentación o diafanización de dientes con y sin inyección de tinta china una de las técnicas más utilizadas en los estudios de anatomía dental interna desde el punto de vista cualitativo (Okumura, 1927; Vertucci, 1984; Péccora, 1992; Gulabivala, 2001, Sert, 2004); secciones y escaneo con microscopía electrónica (SEM) (Sperber, 1998; Navarro, 2007), entre otros. Sin embargo, todas estas técnicas tienen la desventaja de introducir cambios irreversibles en la muestra.

Otro método muy empleado para el estudio del sistema de conductos es por medio de radiografías periapicales intraorales (Pineda, 1972). Desde el descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895, la radiografía ha sido la aliada principal en el diagnóstico por imágenes y puntualmente, en la clínica endodóntica, donde no sólo el diagnóstico sino el tratamiento y los posteriores controles de evolución, son guiados por imágenes radiográficas. Es el examen complementario más utilizado, básicamente por su practicidad y bajo costo. Sin embargo, si bien es una importante herramienta de diagnóstico para la evaluación de la morfología del conducto in vivo, no es un método seguro para los estudios científicos debido a sus inherentes limitaciones como son la distorsión y la superposición de las estructuras anatómicas al reproducir la anatomía tridimensional en imágenes bidimensionales (Manson-Hing, 1985; Passler, 1999; Freitas, 2000). Si bien numerosos autores indican que con el manejo de una correcta técnica radiográfica, variando la angulación horizontal de la exposición, (Passler, 1999; Freitas, 2000) esta superposición de estructuras se pueda superar e interpretar adecuadamente (Walton, 1973), ello también acarrea como contrapartida distorsiones geométricas alargando, acortando, ensanchando o afinando las imágenes de las estructuras en estudio. Marcelo Haas Villas-Bôas (2011) opina que las radiografías convencionales usadas durante los procedimientos clínicos, muestran detalles importantes tales como número de conductos radiculares, el grado de curvatura radicular o la presencia de calcificaciones, pero no proveen detalles suficientes sobre la anatomía interna comprometiendo la limpieza y conformación de los conductos, lo que disminuye el porcentaje de éxito a causa de infecciones características de la periodontitis periapical. Por esta razón son necesarios los estudios anatómicos, para guiar al clínico a alcanzar una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares. La radiovisiografía también ha sido utilizada en el campo de la investigación. En 1987 fue desarrollado por Trophy en Francia el primer sistema de radiografía digital en Odontología. Consiste en la representación de una imagen bidimensional mediante códigos binarios que permiten su almacenamiento, transferencia, impresión,

reproducción o procesamiento por medios electrónicos. Si bien aporta importantes ventajas a la radiografía convencional tales como: la disminución del tiempo de exposición a radiaciones ionizantes, la rapidez en el procesamiento de la imagen optimizando el tiempo de trabajo, una mejor capacidad diagnóstica al permitir la manipulación de la imagen obtenida con diferentes herramientas del software, no consigue mejorar el mayor problema que es la superposición de imágenes de cualquier radiografía, sumado al alto costo de inversión inicial y a las dificultades de posicionamiento y fragilidad del sensor (Patel, 2009).

Para superar los inconvenientes previamente planteados de las imágenes radiográficas bidimensionales se desarrollaron tecnologías que lograron reconstruir las tres dimensiones de los cuerpos u objetos en estudio. La tomografía computada multidetectora convencional (CT), ha sido ampliamente utilizada en medicina desde los años '70 y fue introducida en el campo odontológico en los '90 (Tachibana, 1990), pero esta técnica implicaba altas dosis de radiaciones para nuestros pacientes. Luego surgió la tomografía computada en espiral (SCT) (Sachdeva, 2008) y tomografía computada de cone beam (TCCB) (Matherne, 2008, Wang, 2010; Sung-Ho La 2010; de Toubes, 2012). Ésta última ha demostrado proveer al clínico la posibilidad de observar un área en tres diferentes planos y por ello adquirir información tridimensional y sin distorsión. La combinación de imágenes de tomografía computada cone beam sagitales, axiales y coronales eliminan la superposición de estructuras anatómicas (Cotton, 2007), a ello se llama "reconstrucción de imagen" a partir de "píxeles volumétricos", análogo al pixel 2D al que se le agrega la dimensión de profundidad y que se denominan "voxels". En odontología, rápidamente comienza a ser valiosa la tecnología 3D por los estudios dentomaxilofaciales requeridos para la colocación de implantes dentarios, ya que esta herramienta identifica estructuras anatómicas de importancia en relación al área en estudio, volúmenes óseos, lesiones periodontales, por lo que se está convirtiendo en una poderosa herramienta de diagnóstico, planificación, tratamiento y seguimiento. La tomografía computada de cone beam (TCCB) tiene limitaciones y la dosis de radiación a los pacientes debe ser siempre tomada en cuenta a la hora de seleccionar el método diagnóstico más adecuado a cada caso; es decir, su indicación debe estar siempre justificada y los beneficios deben superar los riesgos potenciales a la exposición a radiaciones ionizantes, principalmente en niños, que son especialmente sensibles a dichos efectos (Theodorakou, 2012). La dosis efectiva de radiación de la tomografía computada de cone beam es mayor que la de las radiografías periapicales y panorámicas pero menor que de la Multi TC (Ludlow y Ivanovic, 2008; Pauwels, 2012). Según lo investigado por Suomalainen en 2009 y Pauwels en 2012, las dosis de radiación varían entre los

equipos y depende de la región de la mandíbula a ser escaneada, el tamaño del campo a escanear (FOV), el tiempo de exposición, la corriente utilizada por el tubo(mA) y la energía potencial (KV). Una imagen siempre tiene cierto contenido de “ruido” que es una falsa escala de grises que puede influir en la calidad y por ende en el rendimiento diagnóstico de la imagen generada. Un miliamperaje demasiado bajo, causa “ruido” en la imagen y por el contrario un elevado miliamperaje (mA), aumenta la calidad de la imagen pero también la radiación recibida por el paciente (Workman y Brettle 1997). Como Scarfe y Farman pudieron comprobar en 2008, las restauraciones metálicas, los pernos metálicos, las obturaciones intrarradiculares y en cierto punto, los implantes dentales, causan artefacto en la imagen, lo cual debe tenerse en cuenta al considerar un escaneo ya que esto podría tener un impacto deletéreo al momento de reconstruir la imagen (Soğur, 2007; Bueno 2011). Otra de las limitaciones es el tiempo de escaneo, que puede ser de hasta 20 segundos. Los pequeños movimientos del paciente en dicho período se traducen en la reconstrucción de la imagen que podría resultar de mínima calidad diagnóstica. Por ello es importante tener en cuenta este detalle cuando se trata de pacientes niños, adultos mayores o con disturbios neurológicos como Parkinson. La más importante de las limitaciones para el campo de la endodoncia es, sin dudas según D’Adazzio y col. (2011), Patel (2013) y Brady y col. (2014), la del menor tamaño de voxel con buena resolución que el equipo pueda obtener y la reconstrucción algorítmica utilizada. La exigencia para el mismo, podría ser demasiado bajo para la identificación de pequeños objetos tales como instrumentos fracturados o problemas que representan verdaderos desafíos diagnóstico como fracturas incompletas. Al parecer, la precisión del TCCB está asociada al tamaño del voxel, a menor tamaño de voxel, la interpretación adquiere mayor confianza (Wenzel, 2009; Özer, 2011). Se ha sugerido que es el contenido del conducto (obturación, perno) la que debería guiar la selección del tamaño del voxel (Vizzotto, 2013).

Se han realizado numerosos estudios aplicando la tecnología de TCCB en la investigación endodóntica. Se estudió la detección de periodontitis periapicales, fracturas verticales, evaluación y seguimiento de tratamientos endodónticos, evaluación de la anatomía del conducto radicular, evaluación pre quirúrgica, diagnóstico y manejo de la reabsorción radicular.

Matherne y col. (2008) realizaron un estudio *ex vivo* para comparar el equipo de carga-cupla y la placa de fósforo fotoestimulada de los sistemas de radiografía digital con la TCCB para detectar conductos radiculares en 72 incisivos inferiores extraídos, primeros premolares y primeros molares superiores. Encontraron que sin

importar el sistema de radiografía digital utilizada y a pesar de tomar radiografías paralelas, los endodoncistas fallaron en identificar al menos 1 conducto en el 40% de los dientes en comparación con TCCB. Blattner y col. (2010) evaluaron primeros y segundos molares superiores extraídos para determinar la prevalencia del segundo conducto mesio-bucal (MB2); luego de escaneados los dientes, fueron axialmente seccionados para determinar el verdadero número de conductos presentes y encontraron una correlación del 80% entre TCCB y el resultado de las secciones. El acuerdo intra-examinadores con TCCB fue de 90% indicando un excelente nivel de confiabilidad. La forma radicular y la topografía ósea puede ser observada en 3D al igual que el número de conductos y si son convergentes o divergentes; conductos previamente indefinidos y no tratados pueden ser vistos usando cortes axiales (Lofthang-Hansen, 2007; Low, 2008). Filho y col.(2009) llegaron a la conclusión que el uso del microscopio operatorio y TCCB llevan a un incremento importante en las probabilidades de localizar los conductos al igual que se puede detectar la curvatura en sentido buco-lingual de los mismos, los que de otra manera, sólo pueden ser estimados durante la cateterización del sistema de conductos radiculares. Estrela y col.(2008) concluyeron que TCCB es una herramienta confiable y precisa para evaluar la severidad del radio de la curvatura del conducto radicular, lo cual es una información verdaderamente importante para minimizar accidentes de conformación o ruptura de instrumentos en dichas raíces. Además de la evaluación de la anatomía “normal” de los conductos, TCCB es útil también para analizar dientes de anatomía comprobadamente compleja como lo es el diente invaginado o dens in dente y los dientes fusionados (Durack y Patel, 2010; Patel 2010; Song, 2010). Cotton y col. en 2007 describen un número de casos donde la TCCB fue la herramienta diagnóstica definitiva utilizada en la resolución de los mismos. La morfología radicular puede ser así visualizada en tres dimensiones, al igual que el número de canales y su convergencia o divergencia. Siendo sus costos y dosis de radiación reducidos, puede ser considerada una alternativa a la tomografía computada en endodoncia. Estas imágenes permiten al clínico un entendimiento más profundo de la verdadera morfología del sistema de conductos. El Dr. Oliver Valencia de Pablo (2011) sostiene que “Dada la cantidad de información provista sin alterar las muestras, la tecnología TCCB es una gran ayuda para la evaluación *in-vitro* de la anatomía de los conductos de los primeros molares inferiores permanentes”. Michetti y col.(2010) compararon cortes tomograficos de TCCB con secciones histológicas para determinar la apariencia del conducto MB2 en molares superiores y no encontraron diferencias significativas entre los cortes comparados. Neelakantan y col.(2010) compararon el TCCB con cuatro diferentes métodos para el estudio de la morfología del sistema de conductos y

sus resultados fueron similares a los obtenidos al usar técnicas de transparentación que es la técnica considerada patrón estandar para este tipo de estudios. El Dr. Valencia de Pablo (2010) concluye finalmente, “De hecho la revisión de la literatura ha mostrado que TCCB es una muy valiosa y útil herramienta para obtener resultados satisfactorios en los tratamientos”.

Introducido más recientemente, la microtomografía computada (mCT) (Gu, 2009) permite la captación y reproducción de características anatómicas del sistema de conductos radiculares en tres dimensiones permitiendo realizar análisis cuali-cuantitativos con alta resolución, precisión y sin ocasionar daño o destrucción de la muestra (Versiani, 2011a; Versiani, 2011b; Versiani, 2012; Versiani, 2013; Sousa-Flamini, 2014) volviéndose una herramienta muy útil para la investigación exclusivamente de laboratorio. La microtomografía ofrece una base sobre la cual se desarrollan softwares para aplicaciones sobre imágenes obtenidas con técnicas de TCCB, posibilitando la evolución en el diagnóstico por imágenes en endodoncia. La certeza de conocer la anatomía interna del sistema de conductos radiculares a través de imágenes obtenidas por estos estudios complementarios de diagnóstico, evita numerosos accidentes y errores de procedimientos además de permitir la toma de decisiones clínicas más adecuadas.

Muchos avances tecnológicos en el campo de la visualización han sido probados en diversos ámbitos de la medicina con la intención de mejorar el diagnóstico y tratamiento de patologías diversas. De todas las especialidades odontológicas, la endodoncia probablemente sea la más afectada por limitaciones en la visualización e iluminación durante los procedimientos clínicos. La visión es uno de los sentidos más desarrollados y sin dudas, el sentido en el cuál más confiamos nuestro accionar. Un tratamiento endodóntico basado en la visión brinda al profesional mayor cantidad de información y detalles que amplían su capacidad de criterio además de permitir el desarrollo de tratamientos más conservadores de estructuras dentarias. En la actualidad existen sistemas que incrementan la visión en endodoncia y permiten la introducción de protocolos específicos que permiten obtener resultados de tratamientos más precisos. El efecto de la magnificación probablemente fue descubierto al observar los cambios de tamaño que sufrían los objetos al ser observados a través de gotas de agua debido al fenómeno de refracción de la luz al atravesar de un medio a otro (Zuolo, 2012). Este mismo fenómeno se logra al interponer lentes y prismas que son los componentes básicos de las lupas, las cuales son el medio de magnificación más difundido en odontología por su costo y practicidad en el uso, todas utilizan lentes convergentes para formar la imagen pudiendo

encontrarse lupas simples, compuestas o prismáticas (Shanelec, 1995; Millar, 1998; Mansueto, 2007). Las lupas simples se componen de un único lente que permiten una magnificación de hasta 2.0x, trabajan a una única distancia focal y comprometen la profundidad del campo visual. Las compuestas, presentan dos lentes separadas por un espacio y brindan una magnificación de hasta un 3.0x. Las lupas prismáticas están constituidas por múltiples superficies refractarias intercaladas por espacios permitiendo aumentos de hasta 6.0x. Ofrecen un campo visual más amplio, mayor profundidad de campo operatorio y distancia de trabajo (Millar, 1998). Al aumentar la profundidad de campo visual como contrapartida aumenta la necesidad de luz, por lo que una buena iluminación del campo operatorio se convierte en un accesorio importante para las lupas. Según Viohl (1979), la luz blanca con intensidad igual o mayor a 8000 lux es la indicada para la visualización intraoral. Con el objetivo de brindar una iluminación que incida directamente en el campo operatorio de calidad adecuada se introdujo la utilización de fotósforos, lámparas de cabeza o frontolux que pueden ser de luz halógena o luz xenón (que son más blancas que la anteriormente mencionada, de menor dispersión del haz de luz pero a la vez más costosas). La fuente de energía es fija y necesitan de un cable de fibra óptica que lleva la luz al frontolux lo cual limita el desplazamiento del operador. Actualmente existen en el mercado dispositivos más pequeños y portátiles compuestos por luces led que no producen calor pero disminuye también la calidad de la iluminación.

El uso del frotolux y lupas dentales (Shanelec, 1995) deriva en el desarrollo y utilización del microscopio operatorio, que posee innumerables ventajas sobre las lupas; las más destacables son la calidad óptica, la iluminación y niveles de magnificación superiores, permitiendo tratar casos que anteriormente hubiesen sido intratables o de pronóstico reservado (Carr, 1992; Mounce, 1993; Buhrley, 2002; Howard, 2002; Yoshioka, 2002; Rampado, 2004). Según relata Selden (2002), los primeros informes de procedimientos quirúrgicos realizados con la utilización de un microscopio monocular desarrollado por Carl Nylen para cirugía de oído son del año 1922, siendo comercializado el microscopio binocular por la empresa Carl Zeiss a partir de 1953, popularizando el uso del microscopio clínico en las ciencias médicas. Apotheker y Jako (1981ayb) comercializaron el microscopio operatorio o dentoscopio. Si bien se vieron claramente los beneficios que proporcionaría para perfeccionar las técnicas, no tuvo gran aceptación y discontinuaron su comercialización en 1986. A principio de los '90 todavía había muy pocas publicaciones científicas referentes a su uso. Fue en 1993 que se realizó el primer simposio de microcirugía periapical en la Universidad de Pensilvania donde finalmente el interés por el microscopio alcanzó relevancia entre los endodoncistas (Kim, 1997) y la gran difusión de conocimientos en

la endodoncia microscópica que logró el Dr. Gary Carr (1992) a partir de su centro de entrenamiento en microscopía operatoria en el Pacific Endodontic Research Foundation, San Diego, California. La magnificación que otorga el microscopio es resultado de la interacción de diversos sistemas ópticos localizados en el cabezal del equipo. Éstos son: lentes objetivo, binoculares, tambor de magnificación y microfocalizador. La “lente objetivo” es quien determina la distancia focal al campo operatorio; en endodoncia se utilizan las de 200mm pues permiten adecuar la distancia al paciente alrededor de los 20cm, espacio propicio para realizar movimientos operatorios libremente, sin interferencias ni posiciones forzadas de trabajo. Los “binoculares” constituyen la magnificación básica del microscopio, generalmente de 12,5x obtenidos a partir de los prismas y lentes contenidos en dos oculares que pueden estar posicionados de manera rígida a 45° o ser reclinables, pudiendo realizarse ajustes de 0 a 60°; también es posible calibrar distancia interpupilar, muy importante para evitar la visión doble del objeto observado y el ajuste de las dioptrías entre -5 y +5° para corregir distorciones de miopía, astigmatismo e hipermetropía. El “tambor de magnificación”, permite aumentos o disminuciones de la magnificación base del microscopio al interponer lentes obteniendo aumentos aproximados de 3x, 5x, 8x, 12,5x y 20x; y el “microfocalizador” realiza ajustes finos de focalización durante el trabajo clínico al propiciar movimientos sutiles y controlados de la cabeza del microscopio hacia arriba o abajo para adecuar la distancia focal. La principal diferencia y ventaja por la que el microscopio es ampliamente superior al compararlo con las lupas es el tipo de iluminación que provee: 1°) Al poseer un efecto estereoscópico, es decir, permite al operador observar el campo de trabajo en profundidad. La luz viaja por fibra óptica desde la fuente de luz al campo operatorio y es reflejada a través de los componentes ópticos alcanzando los ojos del operador como dos rayos de luz separados. 2°) La iluminación es coaxial a la línea de visión, sin sombras lo cual produce poca fatiga visual. 3°) La intensidad puede llegar a 80.000 lux propiciando que campos de 400 o 500 mm de diámetro estén iluminados. En cuanto a las posiciones de trabajo se puede realizar por visión directa o indirecta a través de espejos, con el paciente acostado a 180° o en posiciones específicas para cada grupo dental pero siempre requiere de colaboración por parte del paciente para evitar movimientos bruscos de cabeza y cuello que llevan de manera constante a la pérdida de foco y profundidad de campo, requiriendo de maniobras de refocalización en reiteradas oportunidades (Rubinstein, 1997). Otra de las grandes ventajas del microscopio respecto de las lupas es la posibilidad de documentar los trabajos realizados debido a la interposición de un divisor de luz entre el lente objetivo y el binocular. Está formado por prismas que captan la imagen del campo operatorio y la

dividen entre el sistema de segunda observación para la documentación y el sistema de visión binocular utilizado por el operador. De esta manera, las imágenes capturadas por estos sistemas pueden ser utilizadas en tiempo real a través de monitores con objetivos educativos, almacenadas en distintos tipos de dispositivos (cámaras fotográficas y filmadoras) o por otro observador asistente. Como desventaja se puede mencionar la necesidad de un entrenamiento específico inicial, el cual no se adquiere de manera sencilla y requiere de una larga curva de aprendizaje; entrenamiento del personal auxiliar; incorporación de nuevo equipamiento, instrumentos y materiales y altos costos son algunos de los motivos por los cuales el microscopio ha tenido una lenta incorporación a los consultorios endodónticos (Camargo, 2016).

El microscopio ha sido utilizado comprobando sus numerosas propiedades y ventajas en investigaciones de diversas características. Adham Azim (2015) lo utilizó en un estudio *in vivo* sobre 91 molares inferiores para determinar la prevalencia del conducto MM, utilizando una técnica de desgaste estandarizado y teniendo en cuenta la edad del paciente y concluyó que este conducto está presente en el 46,2% de los molares inferiores y la magnificación, la técnica de desgaste o eliminación de tejidos duros utilizada y la edad del paciente son factores determinantes para acceder a dichos conductos. Meric Karapinar-Kazandag (2010), lo utilizó en un estudio *in vitro* sobre molares inferiores extraídos buscando conductos accesorios y determinó que se encontraron más conductos accesorios y pudieron ser cateterizados satisfactoriamente con microscopio que con el uso de lupas. Deepalakshmi y col. en 2012 utilizaron el microscopio en el reporte de 4 casos de conductos MM independientes y confluentes en primeros molares inferiores. Kontakiotis y col. (2010) compararon la detección de istmos en raíces mesiales de primeros molares superiores e inferiores en cortes realizados a 3 y 5 mm del inicio de ápice mediante observación macroscópica y microscópica, concluyeron que el microscopio incrementa la precisión diagnóstica de istmos en ambos niveles resecaados y en ambos tipos de raíces molares. Kênia Maria Pereyra Soares de Toubes y col. (2012) realizó un estudio *in vitro* comparando cuatro métodos diagnósticos (TCCB, radiografía digital, inspección clínica y microscopio operatorio) para identificar conductos MM en primeros molares inferiores y encontró diferencias significativas entre los cuatro métodos, siendo TCCB y microscopio los que obtuvieron los mejores resultados. Carvalho y Zuolo (2000) afirman que cuando se explora el surco subpulpal con el microscopio operatorio se detecta un conducto MM en el 17% de los primeros molares inferiores y en un 5% de los segundos molares contra un 0% si no se usa magnificación alguna. Maj R. Srinivasan y P. Ravishanker (2015) reportan dos casos de manejo exitoso no quirúrgico de conductos MM en primeros molares inferiores con el uso del microscopio.

Otro avance tecnológico que ha mejorado la práctica endodóntica es el desarrollo del ultrasonido (US), fenómeno asociado a la vibración de cuerpos materiales que producen ondas acústicas de frecuencia superior a 20 KHz. Su aplicación en odontología fue propuesta inicialmente para las preparaciones cavitarias en operatoria dental en el año 1953 por Catuna, pero nunca llegó a ser muy popular pues tuvo que competir con la pieza de mano de alta velocidad mucho más conveniente y efectiva. Se encontró una aplicación diferente para el US en 1955 cuando Zinner reportó su utilización para la remoción de depósitos sobre la superficie dentaria. Fue Richman quien en 1957 lo utilizó en endodoncia para la instrumentación de los conductos, pero sólo después que Martin y col. en 1976 demostraron la habilidad de la lima K activada por US para cortar dentina, su utilización fue difundida en la especialidad. Martin y Cunningham en 1984 acuñaron el término “Endosonic” para definir al sistema ultrasónico y sinérgico de instrumentación y desinfección del conducto radicular. Su objetivo principal era mejorar la limpieza y conformación del conducto reduciendo el tiempo de trabajo en comparación con la lima manual. Posteriormente numerosos estudios demostraron que no sólo no pudo superar a la técnica manual, sino que su utilización provocaba desgastes excesivos en la dentina acarreando accidentes de conformación como deformación y transporte del conducto (principalmente en los curvos y estrechos), perforaciones, escalones y separación de instrumentos (Chenail, 1985; Pericord, 1986; Kielt, 1987; Calhoun, 1988; Chenail, 1988). Actualmente el consenso en la literatura señala que la preparación de conductos con US no es una técnica clínicamente viable (Plotino, 2007). Sin embargo, se ha demostrado que puede mejorar la capacidad de limpieza y desinfección de la solución irrigante ya que asociado a la vibración ultrasónica, se genera un movimiento continuo en el líquido haciendo que llegue a zonas más irregulares como istmos (Ahmad, 1987; Krell, 1988; Walker, 1991; Buchanan, 2002; Clark, 2004;). Graffney en 1981 diversificó su utilidad en endodoncia al aplicar la vibración para remover objetos sólidos del interior del conducto (conos de plata, pernos, cementos) logrando gran eficacia y máxima conservación de la estructura dentaria. Actualmente los equipos de US han sido rediseñados e innovados para la utilización de puntas o insertos de diversos materiales (puntas lisas de acero inoxidable, puntas lisas de titanio, puntas diamantadas, puntas de plástico recubiertas de diamante y puntas con proyecciones metálicas) y angulaciones que permiten trabajar con precisión y seguridad al brindar mayores posibilidades de visualización durante su utilización en el conducto, especialmente cuando su uso va asociado al microscopio. A partir de allí se descubrieron gran diversidad de utilidades para el US (Bahcall, 2007), siendo sus principales aplicaciones clínicas: 1) refinamiento del acceso radicular, creando

accesos a conductos calcificados y eliminando calcificaciones pulpaes; 2) remoción de obstrucciones del interior del conducto (instrumentos separados, pernos, conos de plata, cementos); 3) desobturación de conductos (gutapercha y cementos); 4) activación de sustancias irrigantes; 5) condensación de gutapercha durante la obturación; 6) colocación de agregado de trióxido mineral (MTA); 7) endodoncia quirúrgica (preparación y obturación retrógradas).

Existen dos formas básicas de producir US. La “magnetotricción” convierte la energía magnética en mecánica. Al someter tiras metálicas de níquel a un campo magnético alternado, se crean vibraciones (energía mecánica), energía sonora (onda acústica) y genera calor. Esto se transmite a las limas endodónticas acopladas a la pieza de mano. La otra forma, es mediante el principio “piezoeléctrico” donde un cristal de cuarzo sometido a cargas eléctricas sufre cambios dimensionales y esta deformación se traduce en oscilación mecánica sin producción de calor. Éstos últimos poseen ventajas sobre los anteriores: son más potentes pues generan más ciclos por segundo (40 KHz); el movimiento que generan en las puntas o insertos es lineal (adelante y atrás) mientras el otro es elíptico; la amplitud de la vibración de la punta puede incrementarse con la potencia del aparato; genera poco calor durante la vibración pudiendo ser utilizada con o sin refrigeración. Es por todo ello que las unidades de US fabricadas en la actualidad operan con el sistema piezoeléctrico otorgando a los insertos movimientos vibratorios que se traducen en un sistema no rotatorio de corte de tejidos duros (Iqbal, 2004). Permiten la remoción de pequeñas cantidades de dentina de manera precisa y segura al otorgar un mayor control de corte particularmente en los casos donde los conductos han sido ocluidos por dentina secundaria luego de pulpotomías o colocación profunda de materiales de restauración. Cada preparación para el acceso implica riesgo de perforación bajo dichas condiciones. Es conveniente utilizar las puntas diamantadas de mayor tamaño en la fase inicial de la remoción de la calcificación pues incrementan el control mientras se trabaja en la cámara pulpar y son más resistentes a la fractura. A medida que se profundiza en las hendiduras de istmos y conductos deberían utilizarse puntas más delicadas y largas para facilitar el trabajo en zonas más profundas e inaccesibles, ya que transmiten la oscilación más eficientemente, resultando en una acción de corte más agresiva y manteniendo visión clara del campo operatorio. Numerosos autores recomiendan la utilización de puntas de ultrasonido cuando realizan modificaciones en los accesos coronario en búsqueda de conductos accesorios o acceder a istmos y se trabaja en zonas de riesgo donde los espesores de dentina son verdaderamente delgados (Vertucci, 2005; Karapinar-Kazandag, 2010; Heilborn, 2011).

Con respecto a la irrigación ultrasónica pasiva (IUP), es definida por Weller y col. (1980) como la transmisión de energía acústica a través de la oscilación de un instrumento no cortante (lima o inserto) hacia la solución irrigante. Numerosos estudios *in vitro* y estudios clínicos en humanos han demostrado que tiene la capacidad de incrementar la acción química y mecánica del irrigante al poner en íntimo contacto la solución con diferentes estructuras dentro de los conductos, generando un movimiento continuo en el líquido hacia áreas inaccesibles para los instrumentos (Haidet, 1989; Lee, 2004; Gutarts, 2005; Carver, 2007). Los mecanismos por los cuales la IUP mejora las características y capacidades del irrigante son 1) por efecto de la cavitación (formación de burbujas submicroscópicas por la disrupción del medio líquido causada por la alternación de las ondas sonoras). Las burbujas implosionan generando ondas de choque que penetran en las irregularidades del conducto. 2) por flujo acústico que es el movimiento de un líquido alrededor de un objeto en vibración. Existe un patrón de nodos y antinodos a lo largo de la lima que impulsa el líquido en dirección cervical del conducto otorgándole velocidad e intensidad. Ahmad y col.(1987 ayb) afirman que este mecanismo produce suficientes fuerzas de cizallamiento para desalojar los detritus de manera más eficiente que la irrigación convencional. van der Sluis (2007) sostiene en su artículo de revisión que la IUP es más efectivo que la irrigación tradicional con jeringa y que sería un excelente auxiliar en la limpieza del sistema de conductos radiculares.

El propósito de este estudio es determinar si la utilización conjunta de la tecnología actual, como microscopio y ultrasonido, permite incrementar el número de conductos accesorios identificados y cateterizados en las raíces mesiales de primeros y segundos molares inferiores *ex vivo*.

## **Hipótesis de Trabajo**

El empleo de nueva tecnología (ultrasonido y microscopio operatorio) permite la detección y localización de conductos *ex vivo* que pueden pasar inadvertidos a los ojos del operador.

## Objetivos

### Objetivo General:

- Realizar un estudio anatómico *ex vivo* de la raíz mesial de primeros y segundos molares inferiores pertenecientes a dos grupos etarios (20 a 40 años y de 41 a 70 años) para determinar, si la eliminación de tejidos mediante el uso del ultrasonido y la magnificación incrementan la capacidad del operador para detectar y canalizar mayor número de conductos accesorios e istmos presentes.

### Objetivos Específicos:

- Determinar después de la preparación de un acceso adecuado, el número de conductos localizados y cateterizados por medio de un explorador curvo y limas tipo K.
- Registrar en los mismos dientes, el número de conductos localizados y cateterizados empleando el microscopio operatorio, un explorador curvo y limas tipo k.
- Evaluar el número de conductos localizados en dichos dientes luego de la utilización del ultrasonido por medio de un explorador curvo y limas tipo K.
- Registrar los conductos localizados y cateterizados en los mismos dientes al emplear microscopio operatorio nuevamente, un explorador curvo y limas tipo K.
- Diferenciar los conductos accesorios de los istmos.
- Evaluar la posibilidad de permeabilización de los conductos mesial medio.
- Corroborar, por medio de tomografía computada (Cone beam) la anatomía interna de estas piezas.
- Corroborar, por medio de cortes transversales y el uso de lupa estereoscópica, los hallazgos de este estudio.
- Evaluar la influencia de la edad en la anatomía interna de primeros y segundos molares inferiores.
- Clasificar los conductos e istmos hallados según su localización y configuración.

## **Materiales y Métodos**

Para la realización de este trabajo *ex vivo*, luego de su aprobación por el Consejo de Evaluación Ética de Investigaciones en Salud (COIES) de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C), se utilizaron 140 dientes humanos extraídos por diversos motivos, que fueron donados a un banco de dientes de la Fundación CREO (Centro de Reahabilitación Estética y Oral). Los dientes presentaban perfecto estado de conservación y se respetaron los requisitos de bioseguridad de manera adecuada. Primero se lavaron con abundante agua corriente y repetidos pasajes por soluciones detergentes eliminando restos de tejidos blandos. Luego con el fin de profundizar la limpieza y el blanqueamiento, los dientes se mantuvieron en una solución de hipoclorito de sodio al 1% por un lapso de dos horas y luego en agua oxigenada 10 vol. por otro período igual. Por último, con un cavitador se eliminaron adherencias que pudieran haber persistido (restos óseos, tártaro, etc). Se guardaron clasificados por edades y grupos dentarios en recipientes debidamente rotulados para su reconocimiento, con formol 10% pH neutro, medio en el que se mantuvieron reservados hasta el momento de su utilización en este estudio.

### **Criterios de inclusión:**

- Primeros y segundos molares inferiores maduros extraídos por caries o enfermedad periodontal.
- Dientes pertenecientes a pacientes con edad comprendida entre 20 y 70 años.

### **Criterios de exclusión:**

- Molares que presentasen ápices abiertos.
- Dientes pertenecientes a pacientes menores de 20 años y mayores de 70 años.
- Dientes con raíces fusionadas.
- Dientes con tratamiento endodóntico previo.

No se tuvo en consideración para este estudio el sexo, el grupo étnico ni el estado pulpar.

## **GRUPOS DE ESTUDIO**

### **Grupo 1: Primer Molar Inferior n=70**

- Subgrupo 1- A) De 20 a 40 años. n= 35
- Subgrupo 1- B) De 41 a 70 años. n= 35

### **Grupo2: Segundo Molar Inferior n=70**

- Subgrupo 2- A) De 20 a 40 años. n= 35
- Subgrupo 2- B) De 41 a 70 años. n= 35

La totalidad del trabajo pre-clínico fue realizado por el mismo operador para minimizar las discrepancias de criterios y habilidades.

### PROCESAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA

Con el fin de individualizar los dientes participantes en el estudio se utilizó un marcador de tinta indeleble negra punta fina, con el cual se registró en la cara mesial de la raíz mesial de los molares el grupo al que pertenecía (1 si se trataba de un primer molar inferior o 2 si era un segundo molar) y el subgrupo (A si eran menores de 40 años y B si eran mayores de 40 años). Dentro de cada subgrupo los dientes se numeraron del 1 al 35, quedando de esta manera completamente identificados.

Se utilizó un disco diamantado para porcelana (ultrafino) con el que se marcó un surco longitudinal de escasa profundidad sobre el ángulo vestíbulo-mesial de la raíz mesial de cada uno los molares para identificar el lado al que correspondía en la arcada dentaria.

Con el objetivo de recrear la situación clínica se utilizó un simulador especial (fig. 1y2) en el cual se montaron los dientes de la muestra en su posición en la arcada dentaria. Para ello se utilizó cera rosa con el doble fin de fijar los dientes y simular encía.



Fig. 1.- Simulador con 1er molar inferior montado en cera rosa en su posición en la arcada dentaria.



Fig. 2.-Molar aislado.

En los dientes seleccionados para este estudio, se realizó la eliminación de caries y obturaciones con fresas esféricas # 4, 5 ó 6 para baja y alta velocidad, dependiendo la elección de la misma del diente en cuestión. Posteriormente se realizó el aislamiento absoluto con goma dique (Goma Dique Super- Madeitex- Ind Brasileña

de 12,5 cm de alto por 12,5cm de ancho) arco de Young, y clamps 56, 56S y 14 acorde al diente a tratar (Hu-Friedy).

El acceso coronario se realizó luego de eliminar la caries con fresa esférica para contraángulo #4 y #6 según el caso, se procedió a eliminar el techo de la cámara pulpar y con fresa Endo Z (Maillefer- Suiza), se rectificaron las paredes de la misma. Se irrigó la cámara pulpar con solución de hipoclorito de sodio al 2,5%. Dicha irrigación se llevó a cabo con jeringa (Luer Slip-Plastipak sin aguja) de 5 ml y aguja descartable (Precision Glide 0.5 × 15mm-25G×5/8”).

La síntesis del procedimiento empleado fue la siguiente:

**1-PRIMERA ETAPA:** Valoración del número de conductos encontrados por diferentes métodos (estudio pre clínico).

- 1°.- Inspección macroscópica (visualización sin la ayuda de magnificación o iluminación extra alguna).
- 2°.- Registro fotográfico
- 3°.- PRIMERA Observación con Microscopio Operatorio.
- 4°.- Uso del ultrasonido e inspección macroscópica.
- 5°.- Registro fotográfico
- 6°.- SEGUNDA Observación con Microscopio Operatorio.
- 7°.- Análisis Estadístico.

**2- SEGUNDA ETAPA:** Valoración del número de conductos presentes por diferentes métodos (laboratorio).

- A.- Método Radiográfico.
- B.- Método Tomográfico (Cone-Beam).
- C.- Método Anatómico. Secciones transversales por Desgaste y Lupa Estereoscópica (10x).
- D.- Análisis Estadístico.

**1-PRIMERA ETAPA: Valoración del número de conductos encontrados por diferentes métodos.**

**1°.- Inspección macroscópica** (visualización sin la ayuda de magnificación alguna).

En los molares montados en el simulador previamente descrito, se localizaron los conductos con explorador curvo. La punta del explorador debía sentirse atrapada en la entrada del conducto para ser considerado como tal. Con limas K número 10 (Dentsply Maillefer-Suiza) se verificó la permeabilidad de los mismos.

Se tabularon los conductos localizados (principales y accesorios) a visión macroscópica, indicando la ubicación de los mismos, proximidad entre ellos y longitud,

comenzando por el diente número 1 del grupo 1A hasta terminar de analizar todos los dientes de ese grupo.

## **2°.- Registro fotográfico**

Con el fin de observar el remodelado realizado por la utilización de ultrasonido, se tomaron fotografías oclusales previo y posteriormente al uso del mismo. Se empleó una cámara digital Canon EOS Rebel T5i, con una lente macro Canon EF 100mm f/2.8 USM, flash circular MR-14 EX TTL (macro ringlight flash).

Debido a que la profundidad de la preparación de acceso a la entrada de los conductos imposibilita tener todo el volumen en foco al mismo tiempo, se debió confeccionar un escenario fotográfico que inmovilizara la muestra en la posición adecuada y que a la vez, garantizara poder repetir esta posición posteriormente para registrar los cambios ocasionados por el uso del ultrasonido. Para ello se fabricó una mesa de madera de base rectangular de 44cm x33cm x5cm en la que se colocaron dos varillas roscadas de 1cm de diámetro por 1m de alto cada una, de manera que quedaran perpendiculares a la base de madera y paralelas entre sí a una distancia de 30cm una de otra. Dichas varillas estaban unidas entre sí por una barra transversal metálica de 30cm de largo que se sujetó a las barras roscadas a través de un sistema de tuercas, arandelas y contratuercas a una distancia de 70 cm de la base de madera. A dicha barra metálica se le fijó una platina milimetrada Manffrotto vertical a la que se fijó el cuerpo de la cámara fotográfica por medio de un tornillo en su base, quedando suspendida verticalmente y permitiendo un movimiento vertical controlado del cuerpo de la cámara acercándola o alejándola de la base de la mesa (Fig.3).

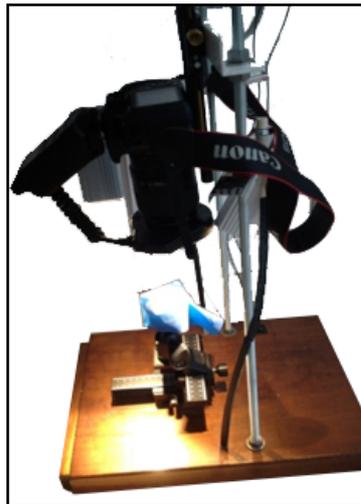


Fig.3.-Maquina Canon EOS Rebel T5i montada en escenario con iluminación bilateral

En la base de madera se fijó un doble sistema fotográfico calibrado para permitir movimientos en el plano horizontal en sentido de coordenadas x-y(Macro Rail

Double Focusing 4 Way) y el otro, un cabezal que permite desplazamientos giratorios en 365° y 180° (Manfrotto Micrometric Positioning Sliding Plate) donde se fija la muestra (maxilar inferior del simulador) a una platina que por medio de una traba de encastre exacto permite extraer la muestra y reposicionarla con sólo mover una palanca que destraba el encastre (Fig. 4 y 5).

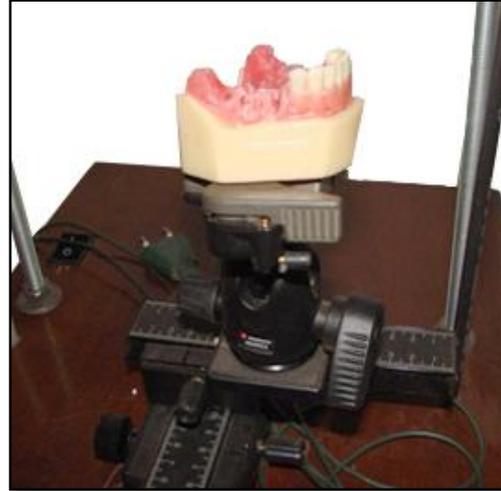


Fig. 4.-Micrometric Positioning Sliding Plate, Macro Rail Fig.5.-Maxilar inferior del simulador montado en platina.

de Manfrotto y platina desmontable

Se determinó que la distancia muestra-objetivo sería de 14cm medidos desde la entrada de los conductos mesiales a la superficie externa del anillo del flash circular, la cual se determinaba por la utilización de una varilla metálica de dicha longitud que se posicionó perpendicular al piso de la cámara pulpar tomando contacto con ambas superficies antes mencionadas.

Se programó la cámara fotográfica a una sensibilidad ISO 200; velocidad de obturación 200M; diafragma: 11; resolución "RAW L" y distancia focal mínima.

Se posicionó el maxilar inferior del simulador, se fijaron las coordenadas ajustando los tornillos de las rieleras, del cabezal giratorio y la platina desmontable, en la posición más adecuada para observar la entrada de los conductos mesiales. Se ajustó la distancia focal moviendo los tornillos milimetrados de la platina colgante y desde esta posición se realizaron diez disparos consecutivos dando un cuarto de vuelta a la rosca de la platina colgante entre disparo y disparo. Esto aumenta la distancia focal paulatinamente. Las fotografías se anotaron en el libro de registro fotográfico para su posterior reconocimiento mediante el nombre del grupo, subgrupo y unidad del diente al que pertenecían. De esta manera se obtuvieron fotografías donde se consiguió realizar foco a distintas alturas de la cavidad pulpar y posteriormente mediante un proceso de apilado fotográfico se obtuvieron imágenes con buena

definición y foco en cada uno de los puntos de toda la cavidad pulpar, del piso y de las paredes.

De esta manera quedó registrado el estado de la cámara pulpar al momento de la observación macroscópica (Fig. 6 y 7). Se volvió a posicionar el cuerpo de la cámara a la posición inicial de la primera fotografía tomada en sentido vertical y cuidadosamente se soltó la traba de la platina para liberar el maxilar inferior, el cual fue reposicionado en el simulador.

### 3°.- PRIMERA Observación con Microscopio Operatorio

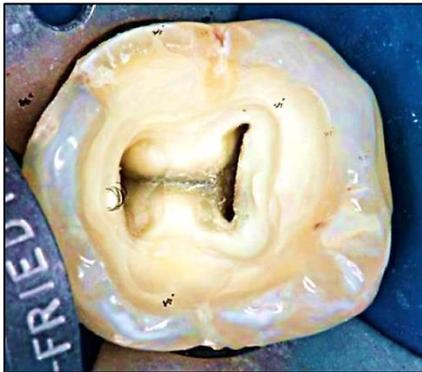


Fig.6.-Acceso previo al uso del ultrasonido.



Fig.7.- Visión magnificada 4X.

Nuevamente articulado el simulador, se llevó la muestra al microscopio operatorio Newton Mec XXI (Newton, Argentina) (Fig. 8,9 y 10), donde se utilizó el menor aumento disponible en el mismo (4x). Observando a través del microscopio, se trató de localizar con ayuda de explorador curvo conductos no hallados en el paso anterior. Con limas K # 10 (Dentsply-Maillefer-Suiza) se intentó cateterizar o avanzar en profundidad. Se tabularon los hallazgos (localización, número, profundidad en mm, ubicación).



Fig. 8.-Microscopio Operatorio Newton Mec XXI



Fig. 9.- Brazo y fuente de luz halógena.



Fig.10.- Cabezal

#### 4°.- Ultrasonido e inspección macroscópica

Con la finalidad de eliminar la dentina que se interpone entre los conductos principales avanzando en profundidad, se utilizó el ultrasonido Piezon Master 400 (EMS-Suiza)(Fig. 11) con las puntas de ultrasonido Woodpecker P4D y P3D (Fig. 12 y 13) en ese orden, alternando con el uso del explorador curvo y limas tipo K #10 (Dentsply Maillefer-Suiza) hasta lograr cateterizar con visión macroscópica, los conductos accesorios o encontrar una superficie plana no cateterizable. Los hallazgos fueron tabulados.



Fig.11.- Equipo de ultrasonido.



Fig. 12.-Punta de ultrasonido P4D



Fig. 13.- Punta de ultrasonido P3D

#### 5°- Registro fotográfico

En esta instancia se volvió a desarticular el maxilar inferior del simulador y se reposicionó en la mesa de fotografía en la posición previamente fijada en las fotografías anteriores, registrando otra serie de 10 fotografías con las mismas características antes mencionadas. De esta manera se registraron los cambios producidos por efecto del ultrasonido en la morfología del piso de la cámara pulpar y entrada de los conductos debido a la eliminación de tejido duro mediante el uso de puntas ultrasónicas. Las imágenes obtenidas fueron debidamente registradas (Fig. 14 y 15).



Fig. 14.- Vista oclusal de la entrada de los conductos previo al uso del ultrasonido



Fig. 15.- Vista oclusal de la entrada de los conductos posterior al uso del ultrasonido.

#### **6°.- SEGUNDA Observación con Microscópio Operatorio.**

Se volvió a retirar cuidadosamente el maxilar inferior de la mesa de fotografía para su reposicionamiento en el simulador e inspección al microscopio operatorio a un aumento 4x con la finalidad de descubrir nuevos conductos accesorios accesibles al explorador curvo o y/o al cateterismo con limas K# 10 ya mencionadas previamente. Los hallazgos fueron tabulados.

Luego de este primer estadio, el diente en estudio se desmontó de la cera del simulador y regresó a un frasco rotulado con formol al 10%.

Estos pasos se repitieron con cada uno de los 140 dientes pertenecientes a la muestra en estudio.

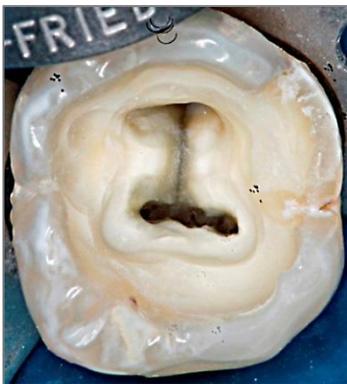


Fig. 16.-Fotografía de acceso cameral luego de la utilización del ultrasonido).



Fig.17.-Visión magnificada (4X).

#### **7°.- Análisis estadístico.**

Se contabilizó el número de conductos cateterizados con cada uno de los métodos estudiados (macroscópico, microscopio primera observación, ultrasonido y macroscopía y microscopio segunda observación) en ambos molares y ambos grupos etarios y se obtuvieron los porcentajes según grupo, subgrupo y categoría. Se compararon los datos obtenidos y se analizaron utilizando las pruebas estadísticas de Coeficiente de Concordancia de Kappa y Coeficiente de Correlación de Spearman fijando un p-valor<0.05 para indicar diferencias estadísticamente significativas.

## **2-SEGUNDA ETAPA: Laboratorio. Valoración del número de conductos presentes por diferentes métodos.**

### **PROCESAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA**

La preparación de los dientes para esta segunda etapa consistió en la eliminación de la raíz distal de los molares. Para ello se utilizó un disco de carborundum accionado por una pieza de mano y motor de laboratorio Marathon 4, escindiendo el molar en sentido vestíbulo-lingual a nivel del piso de la cámara pulpar en el espacio furcal.

Se midieron las raíces mesiales en su longitud desde el ápice al piso de la cámara pulpar utilizando un calibre de alta precisión y esa medida se dividió en cuatro partes equidistantes que se identificaron como proximidades del foramen (la sección más apical), nivel apical, nivel medio y nivel coronario (Fig. 18). Con marcador indeleble se registraron líneas perpendiculares al eje de la raíz siguiendo su curvatura, con el fin de realizar los desgastes hasta dicho nivel y en dirección perpendicular al conducto radicular comenzando por el nivel más apical (Fig. 19). Estos niveles sirvieron de referencia tanto para el estudio anatómico como tomográfico.



Fig.18.-Calibre midiendo longitud total de la raíz mesial desde el piso de la cámara pulpar al ápice radicular.



Fig. 19.-Trazado de líneas toques de desgaste perpendiculares al conducto radicular.

### **2A.- Método radiográfico**

A los efectos de analizar el recorrido de los conductos que lograron cateterizarse en la etapa anterior, se realizaron radiografías en sentido próximo-proximal de la raíz para de esta manera, determinar su configuración. Se insertaron limas K# 10 en los todos los conductos previamente cateterizados y se posicionaron las muestras de a pares, una al lado de la otra en el sentido horizontal de la película. Las raíces se fijaron por su cara mesial en contacto con la película radiográfica (Kodak E Speed film) por medio de cera roja Utility. El punto en sobre relieve de la radiografía se utilizó como referencia, posicionándolo en el ángulo superior izquierdo para indicar de esta manera cuál era el primer diente. Las raíces se posicionaron en la parte central de la película para evitar distorsiones con el ápice en dirección al borde inferior

de la misma. El aparato de rayos Stident (10mA; 60Kv y 220 V, Dental San Justo, Industria Argentina) se posicionó con el tubo perpendicular a la película apoyando el extremo del tubo de 15cm de longitud sobre la misma y realizando un disparo de 0,5 segundos de exposición.

Las películas fueron procesadas en caja de revelado manual utilizando líquidos de revelado Kodak en una proporción 1 en 3 a temperatura ambiente, dejando cada película 20 segundos en revelador, clarificando y luego 40 segundos en fijador. Se lavó con agua corriente el film durante un minuto y se lo dejó secar (Fig. 20).

Los líquidos se renovaron cada 10 películas reveladas.

Los datos obtenidos fueron tabulados para su posterior análisis estadístico. Las raíces volvieron a los frascos rotulados con formol al 10%.



Fig. 20.- Imágenes radiográficas próximo-proximales con limas posicionadas para demarcar el recorrido de los conductos cateterizados.

## **2B.- Método tomográfico (Cone-Beam)**

Con el objetivo de corroborar la anatomía interna de las raíces mesiales de molares inferiores observados en la etapa anterior de este estudio se utilizó el tomógrafo 9000 3DC con cefalostato Kodak (Dolphin-Francia) programado en 62Kv, 2,5mA y 76µm de resolución y el tiempo de escaneo de 5 segundos. Los cortes transversales así obtenidos tuvieron un espesor mínimo de 0,2mm. El campo de la tomografía (FOV) fue de 5cm x3cm por lo que se posicionaron las raíces en grupos de 10 unidades utilizando para ello cajas de acrílico transparente de 5,1cm x7,1cm x0,5cm sosteniendo las raíces por su cara oclusal con cera roja Utility en tres hileras de 3, 4 y 3 raíces respectivamente de derecha a izquierda y de adelante hacia atrás (Fig. 21).



Fig.21.-Posicionamiento de las raíces ser escaneadas.

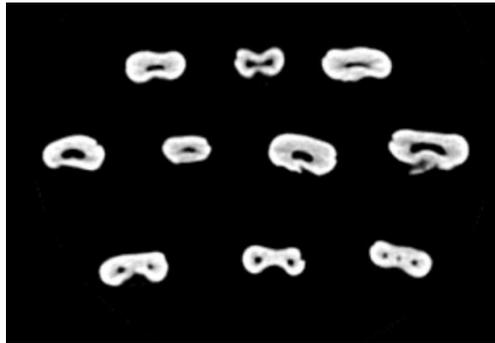


Fig. 22.- Imagen de corte transversal de tomografía de Cone-Beam de todo el campo o FOV.

Para obtener imágenes tomográficas comparables con las obtenidas en los desgastes, cada imagen radicular fue medida en su longitud desde el piso de la cámara pulpar al ápice y esta medida fue dividida en 4 secciones de igual espesor (de manera análoga a lo explicado anteriormente sobre la raíz real). Esta medida se obtuvo por medio de una herramienta del software utilizado para la lectura de los escaneos tomográficos llamado CS 3D Imaging Software (Fig.23, 24, 25 y 26).



Fig.23.- Herramienta del software de Cone-Beam que permite medir la longitud radicular y obtener 4 secciones equidistantes entre el piso cameral y el ápice radicular.

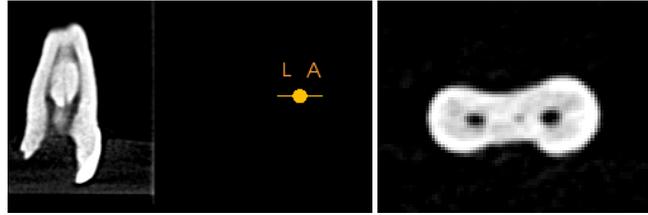


Fig.24.-Herramienta del software de Cone-Beam que indica la altura radicular seleccionada y que se observa en el corte horizontal o transversal de la raíz.

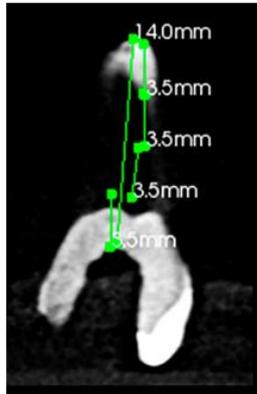


Fig. 25.-Marcación de altura de cortes tomográficos.



Fig. 26.- Cortes tomográficos en las cuatro alturas radiculares equidistantes.

Los datos obtenidos fueron guardados en cuatro CD's por cada grupo (tres con diez unidades y uno con cinco unidades). En total, 16 CD's.

Los conductos accesorios fueron considerados como tales cuando se encontraron completamente rodeados por tejido duro (radiopaco). Se contabilizaron el número de conductos e istmos observados en cada raíz en cada nivel y los datos obtenidos fueron tabulados para su posterior análisis estadístico descriptivo.

**2C.- Estudio Anatómico. Secciones transversales por desgaste y lupa estereoscópica.**

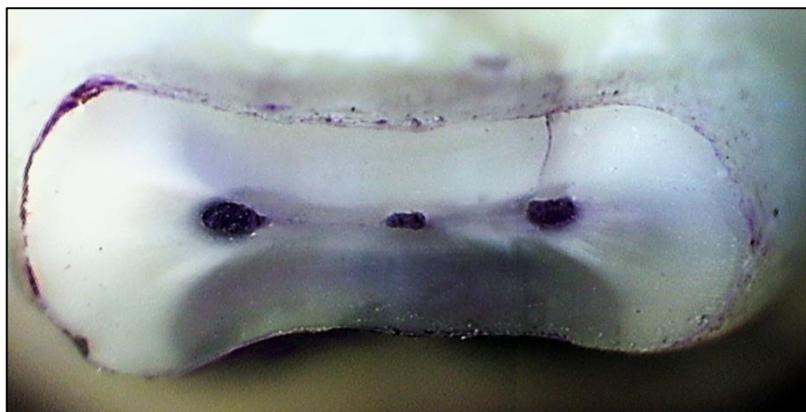


Fig. 27.-Sección transversal obtenida por desgaste (tercio medio), en la que se observa nítidamente un tercer conducto central.



Fig. 28.- Detalle ampliado.

La observación directa de la anatomía interna de los conductos hace que éste método sea tenido como referente de la "realidad anatómica" presente en cada caso. Los desgastes se realizaron con una pulidora Praxis con discos con dos granulometrías diferentes (300 y 1200) siguiendo los lineamientos previamente determinados por fibra indeleble en los cuatro niveles radiculares (próximo al forámen, nivel apical, nivel medio y nivel coronario), para obtener desgastes transversales siguiendo la curvatura radicular comenzando el desgaste por el extremo apical (Fig. 29).

Realizado el mismo se utilizó tinta violeta May Grünwald-Giensa para poner en evidencia los conductos e istmos involucrados.

En cada nivel se obtuvo una fotografía con lupa estereoscópica Olympus (Japón) a un aumento 10x siendo las imágenes digitalizadas por cámara Sony 55c-370P. Las imágenes digitales fueron analizadas y los datos obtenidos con respecto a los conductos e istmos observados en cada nivel, fueron tabulados para su posterior análisis estadístico descriptivo.



Fig.29.- Fotografía digital a 10X de secciones transversales obtenidas por desgastes del Nivel Próximo al foramen; Nivel Apical; Nivel Medio y Nivel Coronario de la raíz.

### **Criterios para la clasificación de conductos e istmos.**

Se consideró un conducto cuando se observó tejido pulpar sin tejido duro interpuesto, sin tener en cuenta la forma que adoptaba el mismo (oval, alargado achatado o arriñonado) (Fig. 30).



Fig. 30.-Ejemplos de desgastes transversales con un conducto con diversas formas.

Se consideraron dos conductos cuando se interpuso tejido duro (Fig. 31) y este mismo criterio se sostuvo para tres y cuatro conductos (Fig. 32).

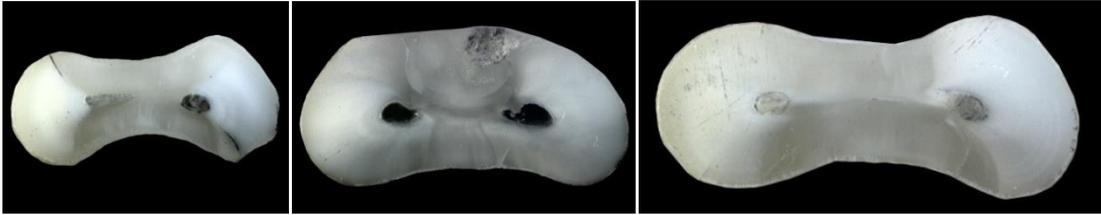


Fig. 31.-Imágenes de desgastes transversales de raíces con dos conductos.

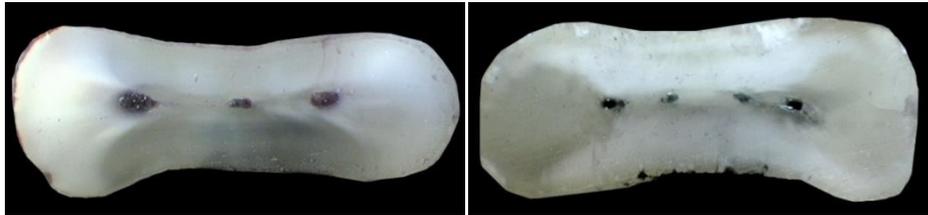


Fig. 32.-Imagen de desgastes transversales de raíces con tres y cuatro conductos.

Se realizó el recuento y porcentaje de casos según categoría de cantidad de conductos MM, grupo, subgrupo y nivel. Se aplicaron las pruebas estadísticas Z de diferencias de proporciones entre subgrupos con corrección de Bonferroni y pruebas de correlación de Spearman.

En cuanto a los istmos, se tuvieron en cuenta 4 categorías: completos, parciales, vestigios y sin istmo. Se consideraron completos cuando se observó tejido blando pulpar uniendo de manera continua las áreas más dilatadas del conducto (Fig. 33).

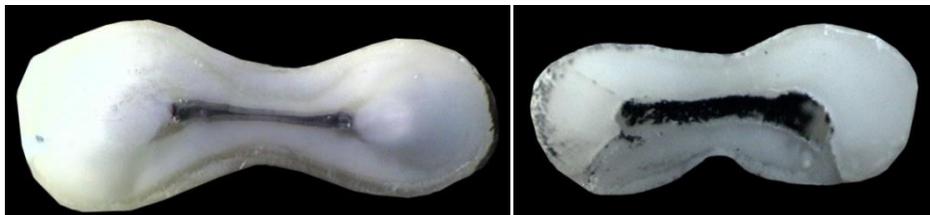


Fig.33.- Imágenes de desgastes transversales de raíces con istmo completo.

Los istmos parciales se identificaron por observarse proyecciones de tejido pulpar en forma de lágrima o gota interrumpido por tejido duro (Fig. 34).



Fig.34.-Istmos parciales.

Los vestigios se observaron como rastros de istmos o marcas cicatrizales (Fig. 35), mientras que la categoría “sin istmo” se observó como la ausencia de los mismos (Fig. 36).



Fig.35.- Vestigios.



Fig. 36.- Sin istmo.

Se realizó el recuento y porcentaje de casos según categoría de istmos (completo, parcial, vestigio y sin istmo) de cantidad de istmos, grupo, subgrupo y nivel. Los grupos se contrastaron mediante pruebas Z de proporciones por categoría, con corrección de Bonferroni.

## 2D.-Análisis comparativo de los métodos en estudio.



Fig. 37 .-Comparación de desgastes transversales anatómicos y tomográficos en los cuatro niveles.

Se contabilizó el número de conductos e istmos en cada uno de los cuatro niveles radiculares de ambos grupos y subgrupos molares en estudio tanto por el método tomográfico como anatómico y se compararon los resultados utilizando pruebas de  $\chi^2$  de Pearson, el Coeficiente de Kappa y Correlación de Spearman.

## Resultados

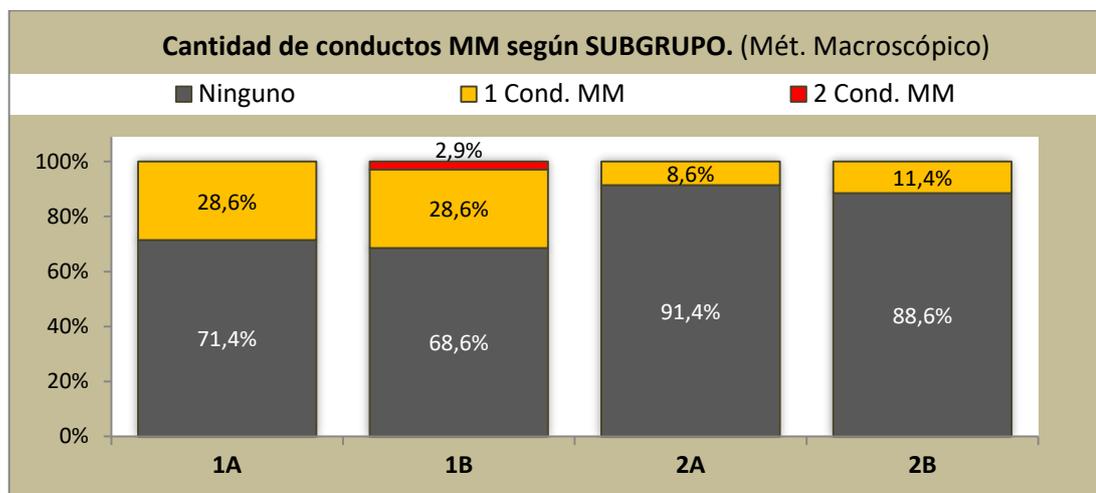
### CANTIDAD DE CONDUCTOS DETECTADOS MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS

- **Cantidad de conductos detectados mediante método macroscópico**

En el siguiente cuadro (tabla 1), se expresan los recuentos de casos según grupo etario y molar en función de la cantidad de conductos accesorios o mesial medio (MM) observados.

Subgrupo	Cantidad de conductos MM (método macroscópico)		
	Ninguno	1 Cond. MM	2 Cond. MM
1A (1MI; <40años)	25	10	0
1B (1MI; >40años)	24	10	1
2A (2MI; <40años)	32	3	0
2B (2MI; >40años)	31	4	0

**Tabla 1.- Casos con conductos MM detectados según subgrupo.**



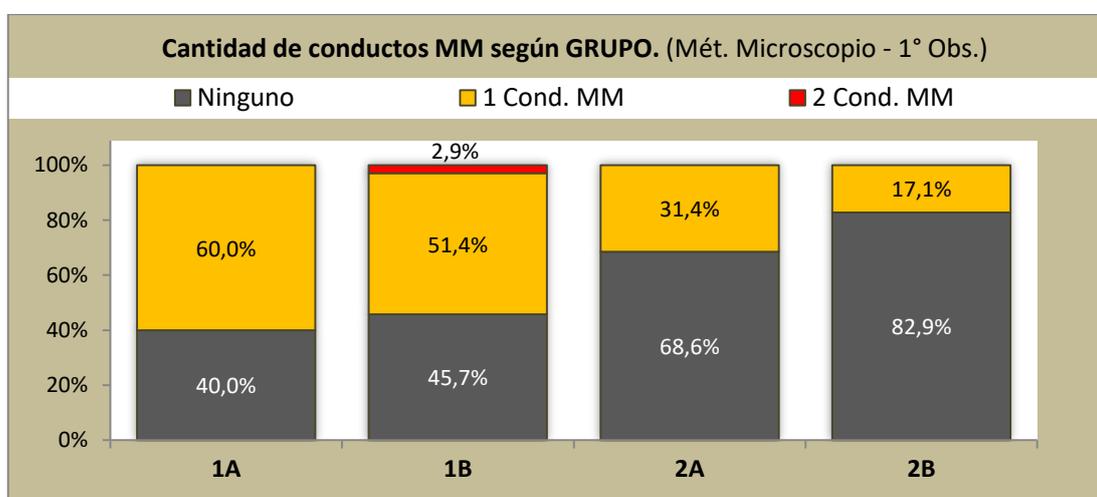
**Gráfico 1.- Porcentajes de cantidad de conductos MM observados según subgrupo mediante examen directo o macroscópico.**

En los subgrupos 1A y 1B, los cuales conforman el grupo 1 (Primer Molar Inferior), se hallaron mayor cantidad de conductos accesorios mesial medio (MM), (28,6% en ambos subgrupos), en contraste con los subgrupos 2A y 2B, correspondientes al grupo 2 (Segundo Molar Inferior) que registraron menor cantidad de casos con conductos MM (8,6% y 11,4% respectivamente).

- Cantidad de conductos detectados mediante método con microscopio operatorio (1° observación).

Subgrupo	Cantidad de conductos MM (Mét. Microscopio – 1° Obs.)		
	Ninguno	1 Cond. MM	2 Cond. MM
1A (1MI; <40años)	14	21	0
1B (1MI; >40años)	16	18	1
2A (2MI; <40años)	24	11	0
2B (2MI; >40años)	29	6	0

**Tabla 2.- Casos con conductos MM detectados según subgrupo.**



**Gráfico 2.- Porcentajes de categorías de cantidad de conductos MM observados según subgrupo.**

Se observa un incremento notorio en los porcentajes de conductos MM detectados en los subgrupos 1A y 1B, correspondientes a los primeros molares inferiores respecto a los detectados mediante el método convencional o macroscópico, siendo en este caso los porcentajes de conductos MM localizados de 60% y 54,3% para 1A y 1B respectivamente. Los otros subgrupos (2A y 2B), aunque también registraron incrementos en la cantidad de conductos MM detectados, éstos fueron menores, llegando a 31,4% para el subgrupo 2A y 17,1% para el subgrupo 2B.

## Comparación entre métodos:

### Observación macroscópica vs Microscopio operatorio (1ra. Observación)

Se realizó una tabulación cruzada (tabla 3), en la cual se observa un incremento en la cantidad de conductos MM detectados con microscopia operatoria (1ra. Observación).

Se resaltó en color verde la casilla en la cual se evidencia este incremento, cuyo valor fue 20,7% del total de la muestra (29 casos).

Las casillas en color gris muestran las coincidencias entre métodos respecto a la cantidad de conductos detectados. En términos generales, por observación macroscópica se localizaron 20,0% de conductos MM (28 casos) y mediante el uso de microscopio 40,7% (57 casos).

Cantidad de conductos MM observados según método		Cantidad de conductos MM (Microscopio 1° Obs.)			Totales (Método Macroscópico)	
		0	1	2		
Cantidad de conductos MM (Método Macroscópico)	0	83 59,3%	29 20,7%	0 0,0%	112	80,0%
	1	0 0,0%	27 19,3%	0 0,0%	27	19,3%
	2	0 0,0%	0 0,0%	1 0,7%	1	0,7%
Totales (Microscopio 1° Observación)		83 59,3%	56 40,0%	1 0,7%	140	100%
Coeficiente de concordancia Kappa=0,538; p=9,38x10 <sup>-16</sup> ; p<0,001						
Ordinal por ordinal (Correlación de Spearman): valor=0,612; p=1,44x10 <sup>-13</sup> ; p<0,001						

**Tabla 3.- Tabla de contingencia: Cantidad de conductos MM detectados mediante método macroscópico vs Cantidad de conductos MM detectados mediante microscopio operatorio (1° observación).**

Se evaluó la concordancia entre métodos, mediante el cálculo del coeficiente de concordancia o estadístico de Kappa<sup>1</sup> para medir el grado de acuerdo entre la inspección macroscópica y la observación con el microscopio, resultando la concordancia significativa al 95% (Coeficiente Kappa=0,538; p=9,38x10<sup>-16</sup>; p<0,001), es decir que hay un grado de acuerdo moderado pero significativo. Finalmente se calculó el nivel de correlación entre ambos métodos mediante prueba de medidas simétricas (ordinal por ordinal) resultando significativa la correlación (Corr. de Spearman: valor=0,612; p=1,44x10<sup>-13</sup>; p<0,001).

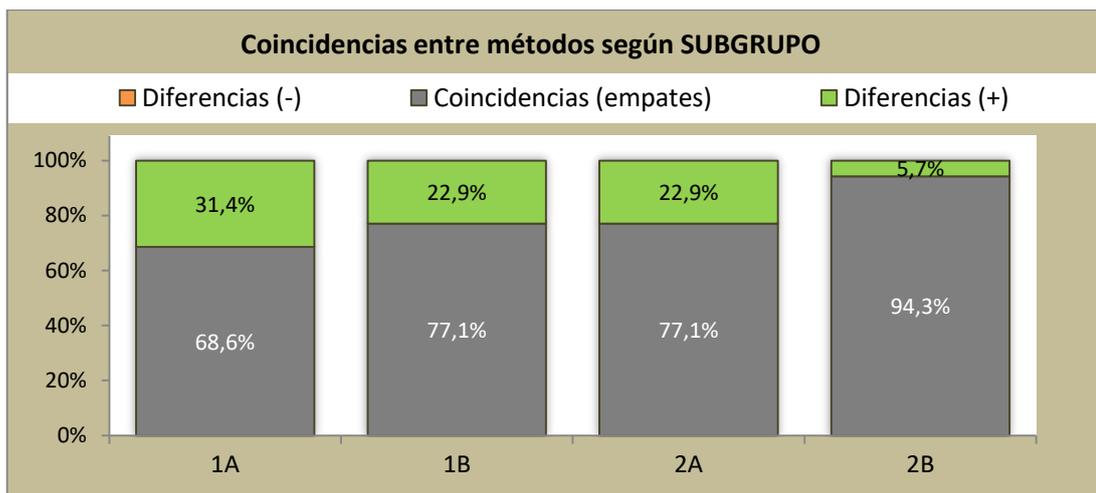
<sup>1</sup> Un valor igual a 1 indica un acuerdo perfecto. Un valor igual a 0 indica que el acuerdo no es mejor que el que se obtendría por azar. Entre 0 a 0,2 se considera muy bajo, 0,2 a 0,4 bajo, 0,4 a 0,6 Moderado, 0,6 a 0,8 alto y de 0,8 a 1 muy alto. (Everitt, 1992 y Ferrán, 1996).

En la tabla 4 y en el gráfico 3 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según subgrupo, destacándose el subgrupo 1A (1° MI; <41 años), con menor porcentaje de coincidencias, lo cual se explica por el hecho de que en este subgrupo se encontraron más cantidad de conductos accesorios mediante microscopía que en el resto de los subgrupos respecto a la cantidad de conductos MM localizados en primera instancia macroscópicamente. En el otro extremo, con 94,3% de coincidencias se ubicó el subgrupo 2B (2° MI; > 40 años), en el cual en el 5,7% (dos casos), se localizaron conductos accesorios que no habían sido localizados macroscópicamente.

Subgrupo	Coincidencias entre métodos(Macro vs Micro 1°)					Concordancia		
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	p-valor
1 <sup>a</sup>	24	68,6%	11	31,4%	0	0,0%	0,421	0,002
1B	27	77,1%	8	22,9%	0	0,0%	0,576	3,74x10 <sup>-5</sup>
2 <sup>a</sup>	27	77,1%	8	22,9%	0	0,0%	0,340	0,007
2B	33	94,3%	2	5,7%	0	0,0%	0,768	2,98x10 <sup>-6</sup>
General	111	79,3%	29	20,7%	0	0,0%	0,538	9,38x10 <sup>-16</sup>

**Tabla 4.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre métodos. Recuento y porcentajes según subgrupo.**

También en la tabla 4 se muestran los valores estadísticos de concordancia, el subgrupo 2B presentó el mayor grado de concordancia (0,768), y el subgrupo 2A el de menor concordancia (0,340), algo menor incluso al calculado para el subgrupo 1A, que presentó el menor porcentaje de coincidencias, este resultado se debe a que el cálculo del estadístico Kappa involucra otros parámetros además de las coincidencias, tales como la distribución de las mismas y distancia de las diferencias. Por tal motivo conviene tener en cuenta que si bien ambos métodos estadísticos (coincidencia y concordancia) evalúan aspectos similares no son iguales sino complementarios. Dicho esto, se puede interpretar que los dos subgrupos 1A y 2A conforman un subgrupo con características similares respecto a la concordancia y se debe mencionar que ambos subgrupos pertenecen al mismo grupo etario (de pacientes de 20 a 40 años).



**Gráfico 3.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y microscópico (1° Obs.) respecto a la cantidad de conductos MM observados según subgrupo.**

**Contraste entre métodos de observación (macroscópico vs microscópico 1° Obs.) según se trate de 1° o 2° molar.**

Al evaluar la influencia del molar estudiado (1°vs.2°) respecto a la detección adicional de conductos accesorios mediante microscopía, se encontró que los porcentajes fueron mayores en el grupo 1 (primeros molares inferiores).

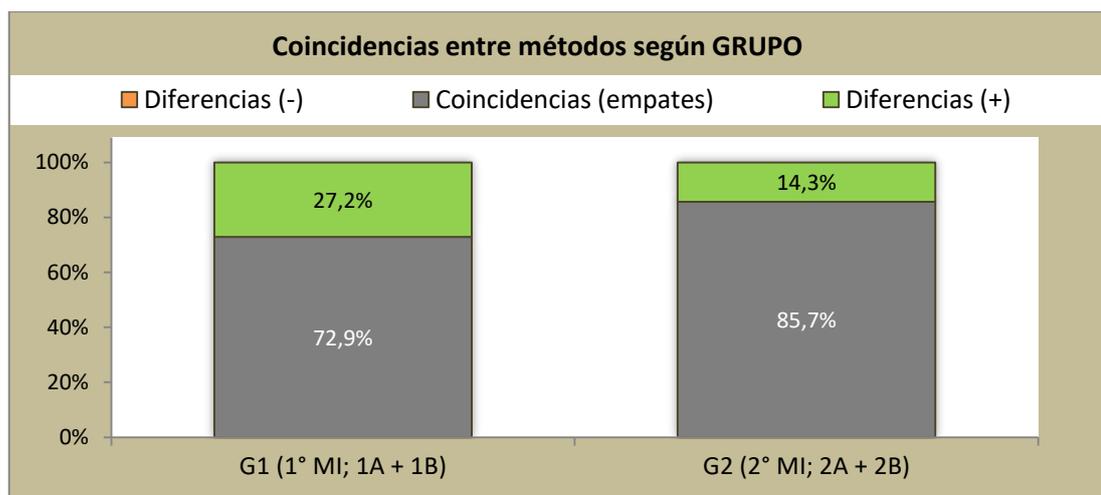
En la tabla 5 y en el gráfico 4 se expresan los porcentajes de coincidencias entre métodos según grupo. En ellas se observa el menor porcentaje de coincidencias dentro del grupo 1 (72,9%), resultado que significa que en el primer molar inferior se encontraron más cantidad de conductos accesorios mediante microscopía que no habían sido detectados por examen convencional, respecto al segundo molar inferior (85,7% de coincidencias).

Cabe aclarar que al calcular las diferencias se indicó si éstas fueron positivas o negativas, o sea por defecto o por exceso, tomando como referencia para el cálculo los valores de cantidad de conductos hallados por examen microscópico, por tal motivo la gran mayoría de las diferencias fueron positivas (+).

Grupo	Coincidencias entre métodos(Macro vs Micro 1°)				Concordancia		
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)	Coef. Kappa	p-valor
<b>G1 (1° MI)</b>	51	72,9%	19	27,1%	0 0,0%	0,498	<i>4,07x10<sup>-7</sup></i>
<b>G2 (2° MI)</b>	60	85,7%	10	14,3%	0 0,0%	0,515	<i>8,47x10<sup>-7</sup></i>

**Tabla 5.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre métodos. Recuento y porcentaje según grupo.**

El grado de concordancia fue algo mayor en el grupo de segundos molares inferiores (0,515), lo cual implica que en este grupo, el incremento en la detección de conductos accesorios mediante microscopía respecto a la observación macroscópica fue menor que en el grupo 1 de primeros molares inferiores, que obtuvo un nivel de concordancia Kappa igual a 0,498 (moderado). Las diferencias de concordancia entre grupos es escasa, aunque los porcentajes de coincidencias difieren en 12,8%. (Se recuerda que el grado de concordancia evalúa no sólo las coincidencias, sino también la distribución de las mismas y de las diferencias).



**Gráfico 4.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y microscópico (1° Obs.) respecto a la cantidad de conductos MM observados según grupo dentario.**

#### **Contraste entre métodos de observación (macroscópico vs microscópico 1° Obs.) según edad.**

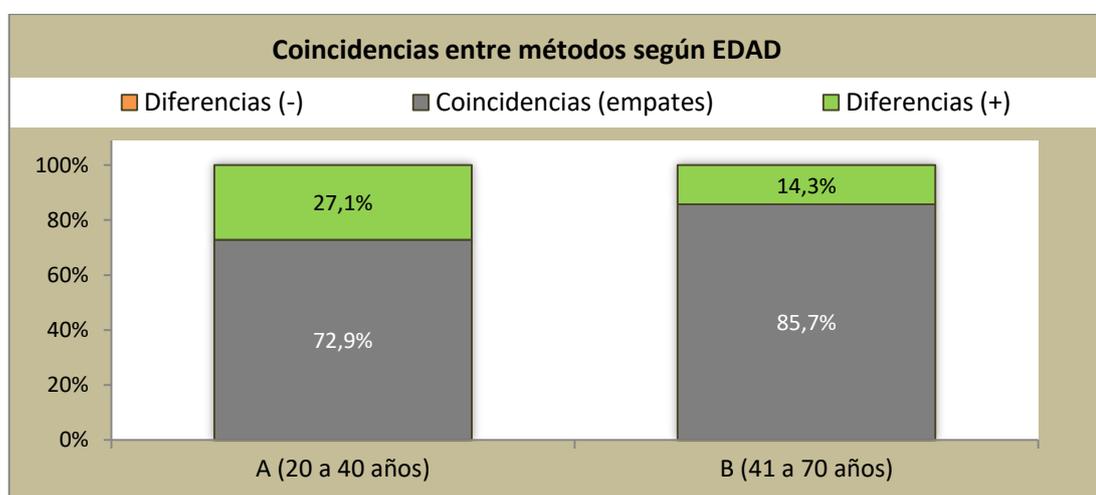
Al evaluar la influencia de la edad respecto a la detección adicional de conductos accesorios mediante microscopio, se encontró que los porcentajes de conductos MM detectados fueron mayores en el grupo etario de adultos jóvenes (A: 20 a 40 años).

En la tabla 6 y en el gráfico 5 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según grupos etarios. Se observa el menor porcentaje de coincidencias dentro del grupo etario A (72,9%), resultado que significa que en el grupo de molares de adultos jóvenes se encontraron más cantidad de conductos accesorios mediante microscopía que no habían sido detectados por examen convencional (27,1%-19 casos), en contraste con el grupo de molares pertenecientes a adultos mayores, que registró mayor porcentaje de coincidencias (85,7%). Las diferencias fueron de 14,3%.

Grupo etario	Coincidencias entre métodos(Macro vs Micro 1°)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	p-valor
A (20 a 40 años)	51	72,9%	19	27,1%	0	0,0%	0,426	$1,34 \times 10^{-5}$
B (41 a 70 años)	60	85,7%	10	14,3%	0	0,0%	0,665	$4,47 \times 10^{-10}$

**Tabla 6.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre métodos. Recuento y porcentaje según edad.**

El grado de concordancia fue “alto” en el grupo etario B o mayores de 40 años (0,665), en tanto que el grado de concordancia en molares de adultos jóvenes fue “moderado” (0,426). El resultado confirma el mayor incremento en la detección de conductos accesorios mediante microscopía respecto a la observación macroscópica dentro de este grupo etario.

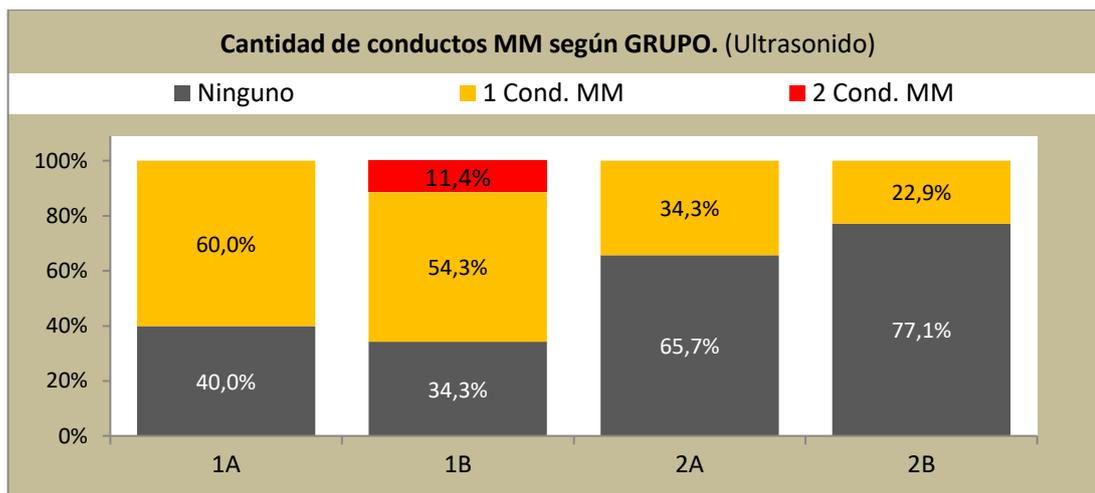


**Gráfico 5.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y microscópico (1° Obs.) respecto a la cantidad de conductos MM observados según grupo etario.**

- **Cantidad de conductos detectados luego del uso de ultrasonido**

Subgrupo	Cantidad de conductos MM (Microscopio – Ultrasonido)		
	Ninguno	1 Cond. MM	2 Cond. MM
1A (1MI; <40años)	14	21	0
1B (1MI; >40años)	12	19	4
2A (2MI; <40años)	23	12	0
2B (2MI; >40años)	27	8	0

**Tabla 7.- Casos con conductos MM detectados según subgrupo.**



**Gráfico 6.- Porcentajes de conductos MM observados según subgrupo.**

Se registraron escasos incrementos en los porcentajes de conductos MM detectados luego del uso del ultrasonido en comparación a los detectados mediante microscopía (1° Obs.), pero en términos generales se amplió la brecha respecto a los porcentajes de conductos MM localizados por macroscopía. Ésto se evidencia estadísticamente por la disminución del grado de concordancia (Kappa), calculados tanto para el total como para cada subgrupo en particular (tabla 9).

#### **Comparación entre métodos: Observación Macroscópica vs Ultrasonido**

Se procedió a contrastar los métodos siguiendo el mismo esquema planteado en la sección previa, mediante el cruzamiento de valores de cantidad de conductos localizados con el método macroscópico y luego de utilizar el ultrasonido (tabla 8).

Cantidad de conductos MM observados según método		Cantidad de conductos MM (Ultrasonido)				Totales (Método Macroscópico)			
		0		1				2	
Cantidad de conductos MM (Método Macroscópico)	0	73	52,1%	36	25,7%	3	2,1%	112	80,0%
	1	3	2,1%	24	17,1%	0	0,0%	27	19,3%
	2	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%	1	0,7%
Totales (Ultrasonido)		76	54,3%	60	42,9%	4	2,9%	<b>140</b>	<b>100%</b>
Coeficiente Kappa=0,379; $p=2,32 \times 10^{-8}$ ; $p < 0,001$									
Ordinal por ordinal (Correlación de Spearman): valor=0,427; $p=1,45 \times 10^{-7}$ ; $p < 0,001$									

**Tabla 8.- Tabla de contingencia: Cantidad de conductos MM detectados mediante observación directa (método macroscópico) vs Cantidad de conductos MM detectados mediante método por ultrasonido.**

Se observó un importante incremento con respecto a la cantidad de conductos MM detectados macroscópicamente. Se resaltaron en tonos de verde las casillas en las cuales se observó este incremento, que fue el 25,7% del total de la muestra (36 casos) que no se habían localizado en el primer examen (método macroscópico). Se

detectaron 3 casos (2,1% del total) en los que se localizaron 2 conductos MM cuando se usó el ultrasonido.

Es de destacar que con el método macroscópico se había ubicado solo un caso con dos conductos MM. Las casillas en color gris muestran las coincidencias entre métodos respecto a la cantidad de conductos detectados. En color rosado se resaltaron 3 casos en los cuales se visualizaron macroscópicamente conductos MM que luego del ultrasonido no fueron localizados.

En términos generales, por observación directa se localizaron conductos MM en 28 casos (20,0%) y mediante ultrasonido 64 casos (45,8%).

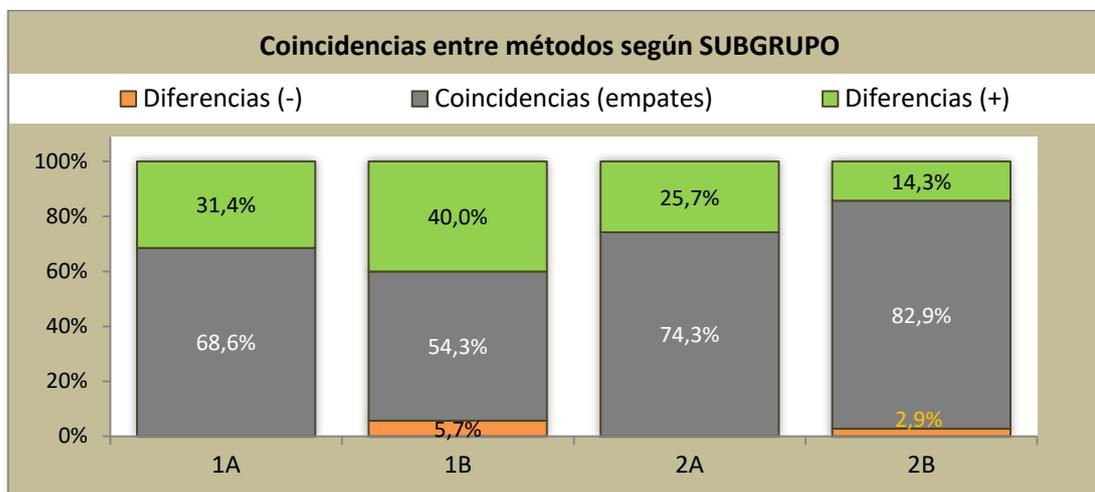
Complementariamente se evaluó la concordancia entre métodos, para medir el grado de acuerdo entre la inspección macroscópica y la observación post ultrasonido, resultando ésta significativa, (Coeficiente Kappa=0,379;  $p=2,32 \times 10^{-8}$ ;  $p < 0,001$ ), es decir que hay un bajo grado de acuerdo. Finalmente se calculó el nivel de correlación entre ambos métodos mediante prueba de medidas simétricas (ordinal por ordinal) resultando significativa la correlación (Correlación de Spearman: valor=0,434;  $p=1,45 \times 10^{-7}$ ;  $p < 0,001$ ).

Subgrupo	Coincidencias entre métodos(MacrovsUltra.)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	P-valor
1A	24	68,6%	11	31,4%	0	0,0%	0,421	0,002
1B	19	54,3%	14	40,0%	2	5,7%	0,246	0,036
2A	26	74,3%	9	25,7%	0	0,0%	0,305	0,012
2B	29	82,9%	5	14,3%	1	2,9%	0,410	0,008
General	98	70,0%	39	27,9%	3	2,1%	0,388	$2,32 \times 10^{-8}$

**Tabla 9.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre métodos macroscópico y ultrasónico. Recuento y porcentaje según subgrupo.**

En la tabla 9 y en el gráfico 7 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según subgrupo, destacándose ahora el subgrupo 1B (1° MI; >40 años), con el menor porcentaje de coincidencias (54,3%). Este valor surge por el hecho de haber registrado en el análisis estadístico los tres casos de dos conductos MM detectados por ultrasonido y dos casos de un conducto MM que se habían localizado con el método macroscópico y que no fueron encontrados luego del uso del ultrasonido (diferencias negativas).

En cuanto a los grados de concordancia, el subgrupo 1B presentó el menor valor o grado de acuerdo o concordancia (0,246) y el subgrupo 1A la mayor concordancia (0,421).



**Gráfico 7.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y ultrasónico, respecto a la cantidad de conductos MM observados según subgrupo.**

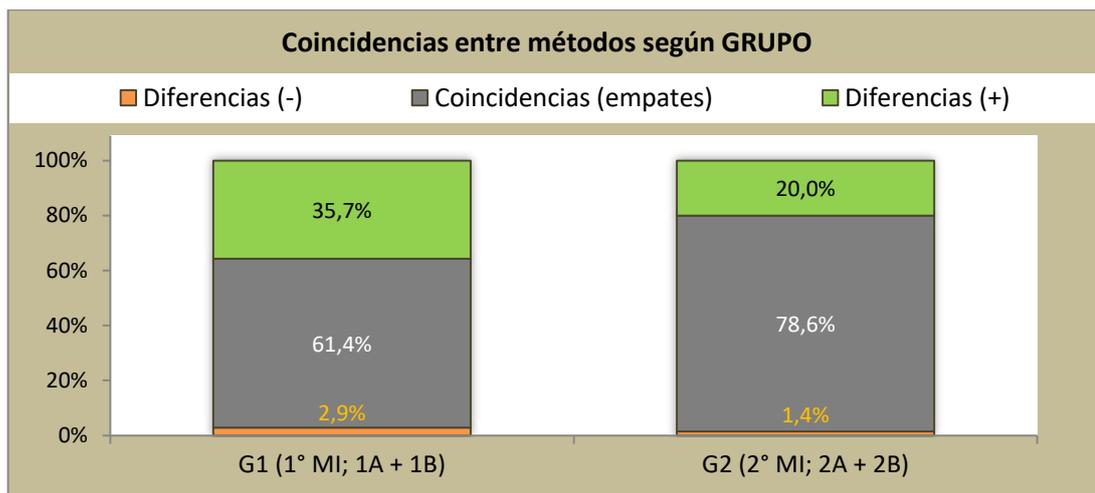
**Contraste entre métodos de observación (macroscópico vs ultrasónico) según molar.**

En la tabla 10 y en el gráfico 8 se expresan los porcentajes de coincidencias y de diferencias entre métodos según grupo molar.

Grupo	Coincidencias entre métodos(Macro vs Ultra.)				Concordancia			
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	p-valor
G1 (1° MI)	43	61,4%	25	35,7%	2	2,9%	0,330	$2,19 \times 10^{-4}$
G2 (2° MI)	54	78,6%	14	20,0%	1	1,4%	0,348	$4,19 \times 10^{-4}$

**Tabla 10.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre los métodos macroscópico y ultrasónico. Recuento y porcentaje según grupo.**

El grado de concordancia fue similar en ambos grupos de molares inferiores (0,330 para G1 y 0,348 para G2), pero el porcentaje de coincidencias fue mayor en el grupo 2 (78,6%) casi el 17% más que en el grupo 1, cuyo porcentaje de coincidencias fue de 61,4%. El incremento en la detección de conductos accesorios mediante ultrasonido respecto a la observación macroscópica fue mayor dentro del grupo de primeros molares (G1).



**Gráfico 8.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y ultrasónico, respecto a la cantidad de conductos MM observados según grupo.**

**Contraste entre métodos de observación (macroscópico vs ultrasónico) según edad.**

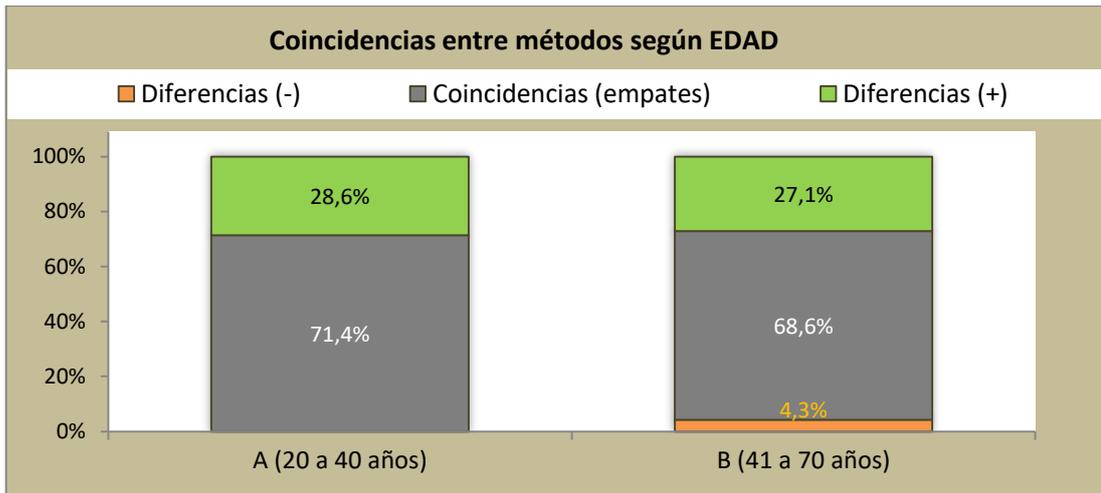
Al evaluar la influencia del factor edad respecto a la detección adicional de conductos accesorios mediante ultrasonido, se encontró que los porcentajes fueron mayores en el grupo etario de adultos jóvenes (A: 20 a 40 años).

En la tabla 11 y en el gráfico 9 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según grupos etarios. Los porcentajes de coincidencias según edad fueron similares, 71,4% de coincidencias en el grupo etario A y 68,6% de coincidencias en el grupo etario B, pero dentro de este grupo etario se registraron diferencias negativas, ya que se localizaron tres casos con conductos accesorios MM por método convencional que no fueron ratificados luego del ultrasonido.

Grupo etario	Coincidencias entre métodos (Macro vs Ultra.)					Concordancia		
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	p-valor
A (20 a 40 años)	50	71,4%	20	28,6%	0	0,0%	0,407	$2,33 \times 10^{-5}$
B (41 a 70 años)	48	68,6%	19	27,1%	3	4,3%	0,351	$2,24 \times 10^{-4}$

**Tabla 11.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre los métodos macroscópico y ultrasónico. Recuento y porcentaje según edad.**

El grado de concordancia fue más bajo en el grupo de adultos mayores (Kappa=0,351).

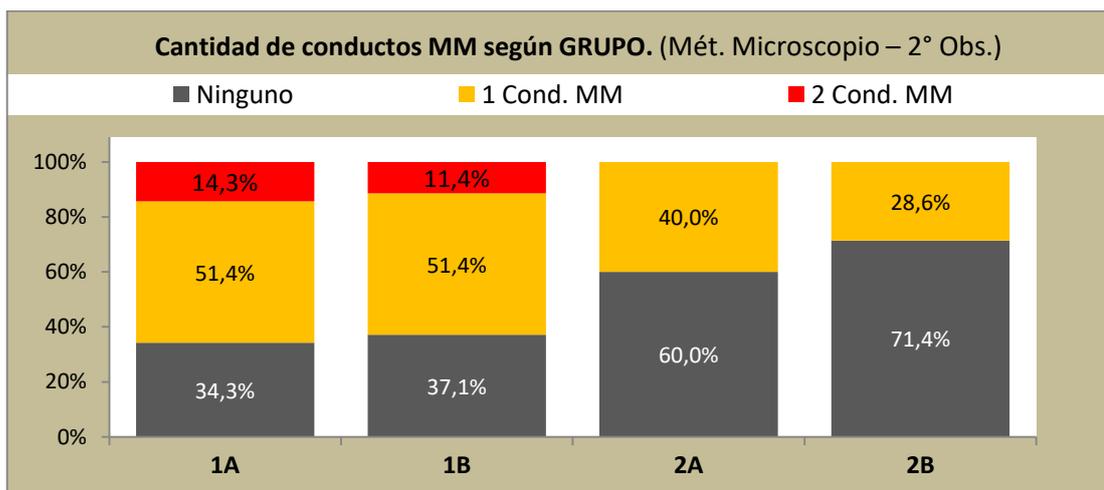


**Gráfico 9.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y ultrasónico, respecto a la cantidad de conductos MM observados según grupo etario.**

- **Cantidad de conductos detectados mediante método microscópico (2da. Observación)**

Subgrupo	Cantidad de conductos MM (Mét. Microscopio – 2° Obs.)		
	Ninguno	1 Cond. MM	2 Cond. MM
<b>1A</b> (1MI; <40años)	12	18	5
<b>1B</b> (1MI; >40años)	13	18	4
<b>2A</b> (2MI; <40años)	21	14	0
<b>2B</b> (2MI; >40años)	25	10	0

**Tabla 12.- Recuento de casos según subgrupo según cantidad de conductos mesial medio (MM).**



**Gráfico 10.- Porcentajes de categorías de cantidad de conductos MM observados según subgrupo.**

En esta segunda observación por microscopio se localizaron nuevos conductos accesorios MM, e incluso varios casos de dos conductos accesorios.

**Comparación entre métodos: Obs. macroscópica vs microscopio operatorio (2da. Obs.)**

Continuando de manera análoga a los contrastes anteriores, se procedió a comparar los métodos macroscópico y microscópico (2da Observación) (tabla 13). Se observa un incremento aún mayor que en el estudio precedente respecto a la cantidad de conductos MM detectados con ultrasonido que no se habían detectado macroscópicamente. Se resaltaron en colores verdes las casillas en las cuales se produjo tal incremento, que se dio en tres situaciones: **a)** en 38 casos (27,1% del total de la muestra), en los que no se había localizado ningún conducto MM en el primer examen (método macroscópico) pero que sí se detectó un conducto con microscopio (2da Obs.); **b)** 3 casos (2,1%) en los que se detectaron 2 conductos MM con microscopio y sólo 1 por análisis macroscópico y **c)** 6 casos (4,3%) en los que se detectaron 2 conductos MM con microscopio y ninguno por análisis macroscópico. Las casillas en color gris muestran las coincidencias entre métodos respecto a la cantidad de conductos detectados y en color rosado se resaltaron los casos en los cuales se habían considerado conductos MM macroscópicamente (1 ó 2) pero no ratificados luego por microscopio (4 casos en total). En términos generales, por observación macroscópica se localizaron conductos MM en 28 casos (20,0%) y mediante segunda observación microscópica 69 casos (49,3%).

Cantidad de conductos MM observados según método		Cantidad de conductos MM (Microscopio – 2° Obs.)			Totales (Método Macroscópico)	
		0	1	2		
Cantidad de conductos MM (Método Macroscópico)	0	68 48,6%	38 27,1%	6 4,3%	112	80,0%
	1	3 2,1%	21 15,0%	3 2,1%	27	19,3%
	2	0 0,0%	1 0,7%	0 0,0%	1	0,7%
Totales (Mét. Microscopio – 2° Obs.)		71 50,7%	60 42,9%	9 6,4%	140	100%
Coeficiente Kappa=0,287; p=5,42x10 <sup>-6</sup> ; p<0,001						
Ordinal por ordinal (Correlación de Spearman): valor=0,385; p=2,62x10 <sup>-6</sup> ; p<0,001						

**Tabla 13.- Tabla de contingencia: Cantidad de conductos MM detectados mediante observación directa (método macroscópico) vs Cantidad de conductos MM detectados mediante localización mediante microscopio (2da Obs.).**

Con la microscopía se pudieron localizar un 27,1% más de casos con un conducto MM y un 6,4% de casos con dos conductos MM. También se detectaron tres

casos en los cuales se había localizado macroscópicamente un conducto MM, pero no se ratificaron posteriormente con el uso de microscopio y un caso de dos conductos MM que resultó ser sólo uno.

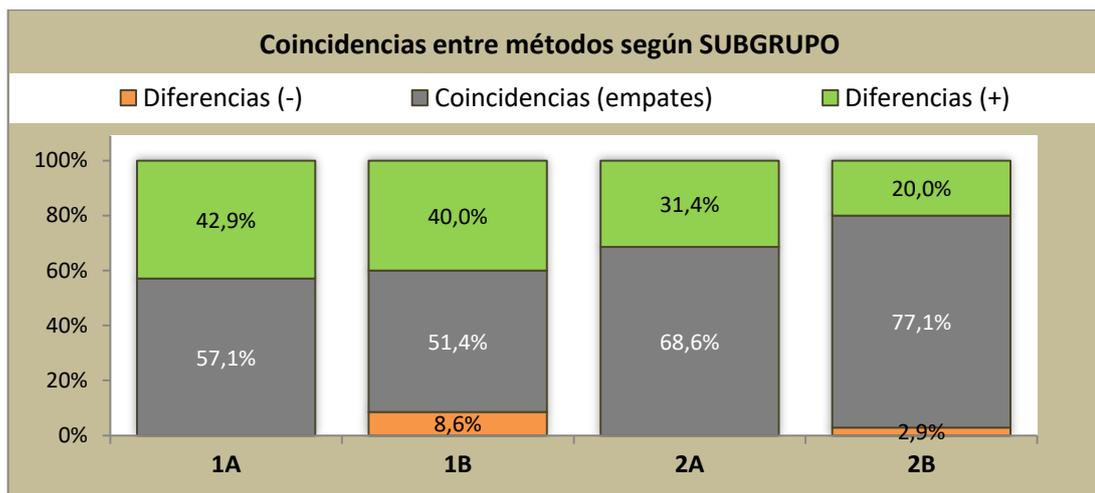
Complementariamente se evaluó el grado de concordancia entre métodos, para medir el acuerdo entre la inspección macroscópica y la segunda observación microscópica, mostrando un bajo acuerdo entre los métodos, resultando la diferencia entre los métodos significativa (Coeficiente Kappa=0,287;  $p=5,42 \times 10^{-6}$ ;  $p < 0,001$ ). Finalmente se calculó el nivel de correlación entre ambos métodos mediante prueba de medidas simétricas (ordinal por ordinal) resultando significativa la correlación (Correlación de Spearman: valor=0,385;  $p=2,62 \times 10^{-6}$ ;  $p < 0,001$ ).

En la tabla 14 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según subgrupo, destacándose ahora los subgrupos 1A y 1B con los menores porcentajes de coincidencias (57,1% y 51,4% respectivamente).

Subgrupo	Coincidencias entre métodos (Macro vs Micro 2°)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	P-valor
1A	20	57,1%	15	42,9%	0	0,0%	0,295	0,010
1B	18	51,4%	14	40,0%	3	8,6%	0,184	0,129
2A	24	68,6%	11	31,4%	0	0,0%	0,247	0,027
2B	27	77,1%	7	20,0%	1	2,9%	0,317	0,029
General	89	63,6%	47	33,6%	4	2,9%	0,287	$5,42 \times 10^{-6}$

**Tabla 14.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre métodos macroscópico y microscópico (2da. Observación). Recuento y porcentaje según subgrupo.**

En cuanto a los grados de concordancia, el subgrupo 1B presentó el menor grado de concordancia (0,184) y el subgrupo 2B la mayor concordancia (0,317), en tanto que los subgrupos 1A y 2A, que pertenecen al mismo rango etario registraron valores estadísticos de concordancia semejantes.



**Gráfico 11.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y microscopio (2da Obs.), respecto a la cantidad de conductos MM observados según subgrupo.**

**Contraste entre métodos de observación (macroscópico vs microscópico – 2da Obs.) según se trate de 1° o 2° molar.**

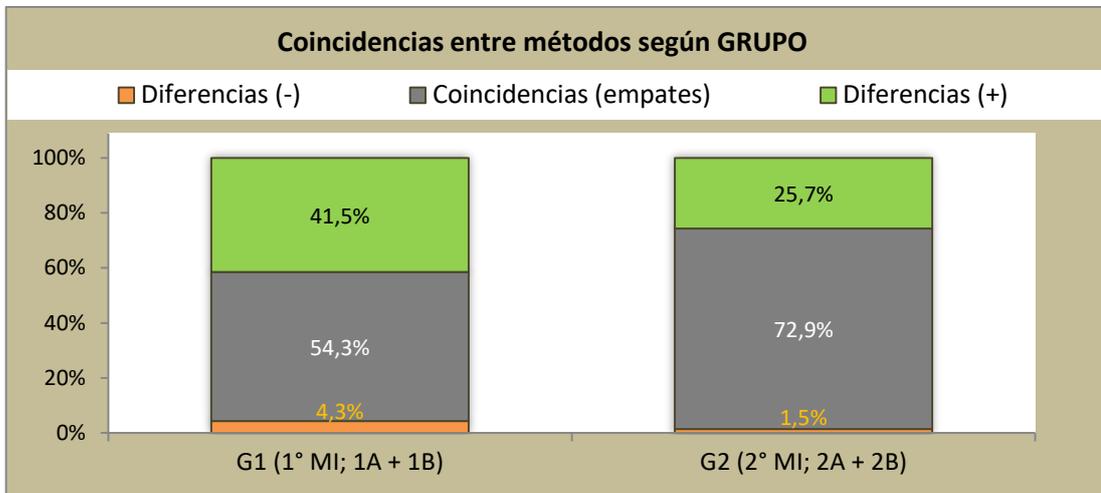
Al evaluar la influencia del factor molar respecto a la detección adicional de conductos accesorios por observación en microscopio operatorio (segunda observación), se obtuvieron porcentajes similares en ambos grupos. Si comparamos estos valores con los registrados inicialmente mediante la primera observación por microscopio, se aprecia un aumento mayor de porcentajes en el grupo 2. En la tabla 15 y en el gráfico 12 se expresan los porcentajes de coincidencias y de diferencias entre métodos según molar, con valores porcentuales muy parecidos en ambos grupos.

Grupo	Coincidencias entre métodos (Macro vs Micro 2°)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	P-valor
G1 (1° MI)	38	54,3%	29	41,5%	3	4,3%	0,240	0,004
G2 (2° MI)	51	72,9%	18	25,7%	1	1,5%	0,275	0,003

**Tabla 15.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre los métodos macroscópico y microscopio (2da Obs.). Recuento y porcentaje según molar o grupo.**

El grado de concordancia fue algo mayor en el grupo de segundos molares inferiores (0,275), lo cual implica que en este grupo, el incremento en la detección de conductos accesorios mediante microscopía (2da. Obs.) respecto a la observación macroscópica fue menor que en el grupo de primeros molares inferiores que obtuvo un nivel de concordancia Kappa igual a 0,240. Las discrepancias entre métodos en este punto son elevadas, los menores coeficientes de concordancia Kappa ratifican lo dicho

y la evidencia de un mayor número de casos en los cuales se detectaron conductos MM en una segunda observación por microscopio que no fueron localizados inicialmente.



**Gráfico 12.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y microscopio (2da Obs.), respecto a la cantidad de conductos MM observados según grupo.**

**Contraste entre métodos de observación (macroscópico vs microscópico – 2da Obs.) según edad.**

Al evaluar la influencia de la edad respecto a la detección de conductos accesorios mediante microscopía (con ultrasonido previo), se encontró que los porcentajes fueron mayores en el grupo etario de adultos jóvenes (A: 20 a 40 años).

En la tabla 16 y en el gráfico 13 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según grupos etarios, tanto los porcentajes de coincidencias como los grados de concordancia resultaron similares dentro ambos grupos etarios. Nuevamente se hace mención que dentro del grupo de adultos mayores se encontraron casos que inicialmente se habían considerado con conductos MM mediante observación macroscópica y luego, al ser evaluados con el método microscópico segunda observación no resultaron serlo.

Grupo etario	Coincidencias entre métodos(Macro vs Micro 2°)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Coef. Kappa	P-valor
A (20 a 40 años)	44	62,9%	26	37,2%	0	0,0%	0,298	0,0005
B (41 a 70 años)	45	64,3%	21	30,0%	4	5,8%	0,275	0,003

**Tabla 16.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre los métodos macroscópico y microscopio (2da Obs.). Recuento y porcentaje según edad.**

En grado de concordancia fue “bajo” en ambos grupos etarios ( $Kappa < 0,3$ ). En el grupo de adultos mayores se registraron los cuatro casos (5,8%), en los cuales se localizaron conductos accesorios MM mediante observación macroscópica pero luego no se ratificaron estos hallazgos mediante la segunda observación con microscopio.

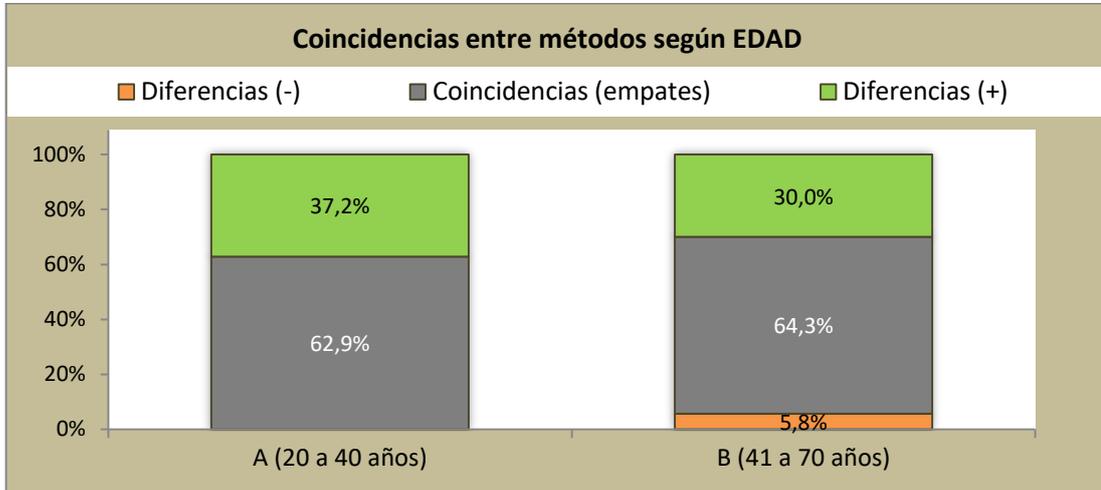


Gráfico 13.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos macroscópico y microscopio (2° Obs.), respecto a la cantidad de conductos MM observados según grupo etario.

**RESUMEN: Cantidad de conductos detectados según método.**

Cantidad de conductos MM	MÉTODO			
	Macroscópico	Micro. (1° Obs.)	Ultrasonido	Micro. (2° Obs.)
Sin conducto MM	112	83	76	71
1 Conducto MM	27	56	60	60
2 Conductos MM	1	1	4	9

Tabla 17.- Cantidad de conductos MM detectados según método.

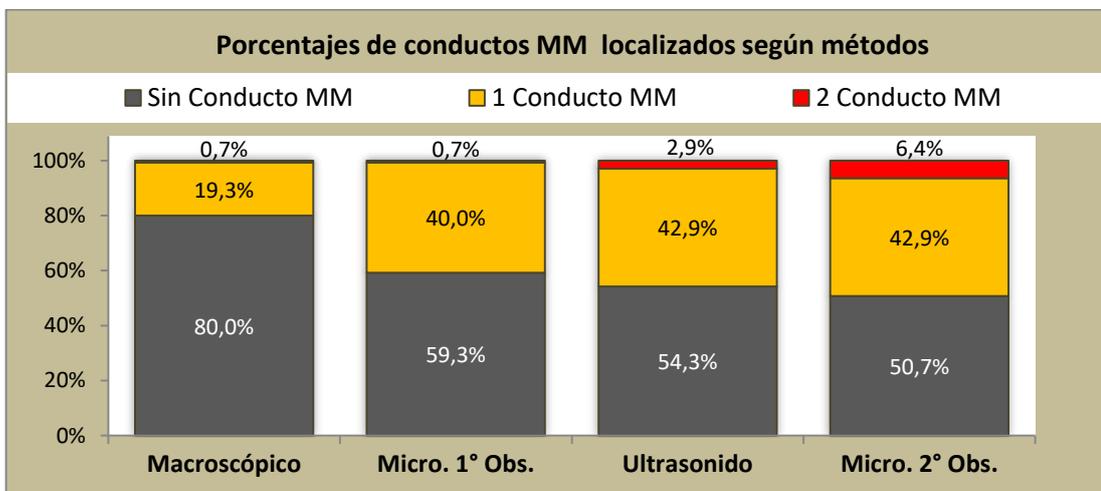


Gráfico 14.- Porcentajes de conductos accesorios MM detectados según método.

La cantidad de conductos accesorios MM detectados se fue incrementando de acuerdo a la secuencia de métodos evaluada: Macroscopía; Microscopio operatorio (1ra observación); Ultrasonido y Microscopio operatorio (2da observación).

El incremento resultó muy notorio y significativo con la primera observación microscópica, 20,7% más casos con conductos accesorios respecto a los observados macroscópicamente. Posteriormente con la ayuda de la técnica ultrasónica el porcentaje de casos en los que se localizó uno o dos conductos MM continuó aumentando (5,0%) y finalmente, en la segunda observación por microscopio operatorio el porcentaje de casos con uno o dos conductos MM aumentó nuevamente un 3,6%. El incremento total de localización de conductos MM con el método de microscopio operatorio (2da Observación) se aproximó al 30% (29,3% exactamente), respecto al porcentaje de casos obtenido mediante el método macroscópico.

## ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA DE LA RAÍZ MESIAL DE MOLARES INFERIORES

### • Método de desgastes transversales

Se realizó un análisis estadístico descriptivo y comparativo de la anatomía interna de los molares inferiores a partir de los datos obtenidos mediante el método por desgaste, considerando los cuatro subgrupos estudiados (1A; 1B; 2A y 2B) y los cuatro niveles radiculares.

### Cantidad de conductos MM según edad, molar y nivel

Nivel	Conductos MM	Subgrupo								Total	
		1A		1B		2A		2B			
Coronario	0 Cond. MM	27	77,1%	26	74,3%	28	80,0%	32	91,4%	113	81%
	1 Cond. MM	6	17,1%	9	25,7%	7	20,0%	3	8,6%	25	18%
	2 Cond. MM	2	5,7%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	1%
Medio	0 Cond. MM	26	74,3%	27	77,1%	33	94,3%	33	94,3%	119	85%
	1 Cond. MM	8	22,9%	6	17,1%	2	5,7%	2	5,7%	18	13%
	2 Cond. MM	1	2,9%	2	5,7%	0	0,0%	0	0,0%	3	2%
Apical	0 Cond. MM	30	85,7%	30	85,7%	33	94,3%	31	88,6%	124	89%
	1 Cond. MM	4	11,4%	5	14,3%	2	5,7%	4	11,4%	15	11%
	2 Cond. MM	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	1%
PF	0 Cond. MM	30	85,7%	33	94,3%	35	100,0%	34	97,1%	132	94%
	1 Cond. MM	5	14,3%	2	5,7%	0	0,0%	1	2,9%	8	6%
	2 Cond. MM	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0%

Tabla 18.- Recuento y porcentaje de casos según cantidad de conductos MM, subgrupo y nivel.

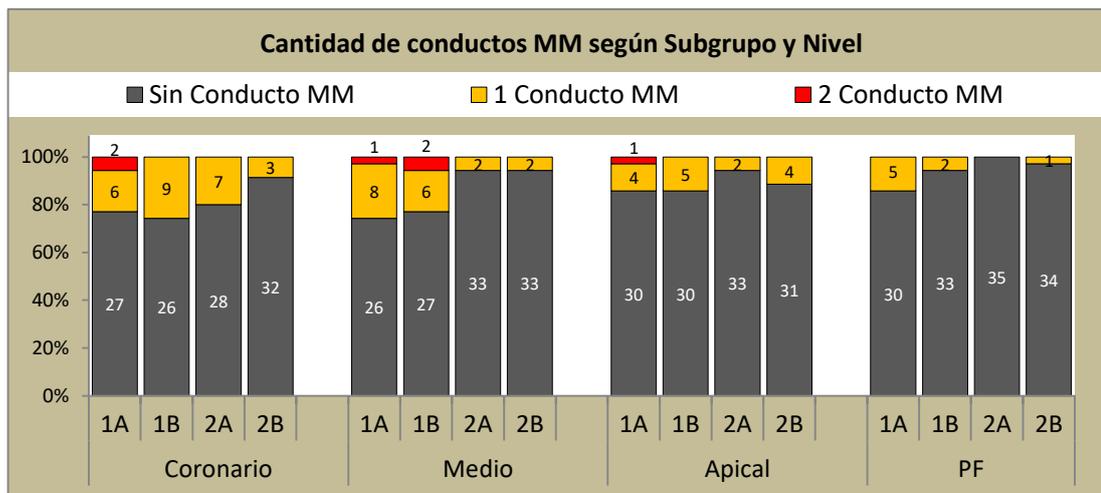


Gráfico 15.- Recuento de casos por categorías de cantidad de conductos MM según subgrupo y nivel.

Al considerar únicamente la presencia de conductos accesorios MM, se verificó un grado de correlación inversa significativa entre la cantidad de casos con conductos MM y los niveles. A mayor proximidad al foramen, menor la cantidad de conductos accesorios (Correlación de Spearman: valor -0,149;  $p=0,0004$ ;  $p<0,001$ ). En el nivel medio se observan las mayores diferencias entre primeros y segundos molares y sólo en este nivel los grupos se diferenciaron significativamente (pruebas Z de diferencias de proporciones entre subgrupos con corrección de Bonferroni:  $p<0,05$  (sólo entre G1 y G2 en el nivel medio). Si bien se observan ciertas diferencias entre grupos etarios, éstas no resultaron significativas.

### Dientes con 1 y 2 conductos MM en algún tramo o nivel del trayecto radicular.

Los valores expresados en la tabla 19 y grafico16 se obtuvieron considerando los 4 niveles evaluados en el estudio: Coronario, medio, apical y PF. Los recuentos son mutuamente excluyentes entre niveles, se contabilizó como 1 caso c/MM, aunque los mismos se verificaran en más de un nivel. En aquellos dientes en los que en un nivel se hallaron 2MM y en el mismo diente en otro nivel se presentó 1MM, se consideró diente con 2MM.

Subgrupo	1 Cto. MM (n, %)		2 Ctos. MM (n, %)	
1A	15	42,9%	3	8,6%
1B	11	31,4%	2	5,7%
2A	6	17,1%	0	0,0%
2B	4	11,4%	0	0,0%
TOTAL	36	25,7%	5	3,6%

Tabla 19.- Recuento y porcentaje según subgrupo.

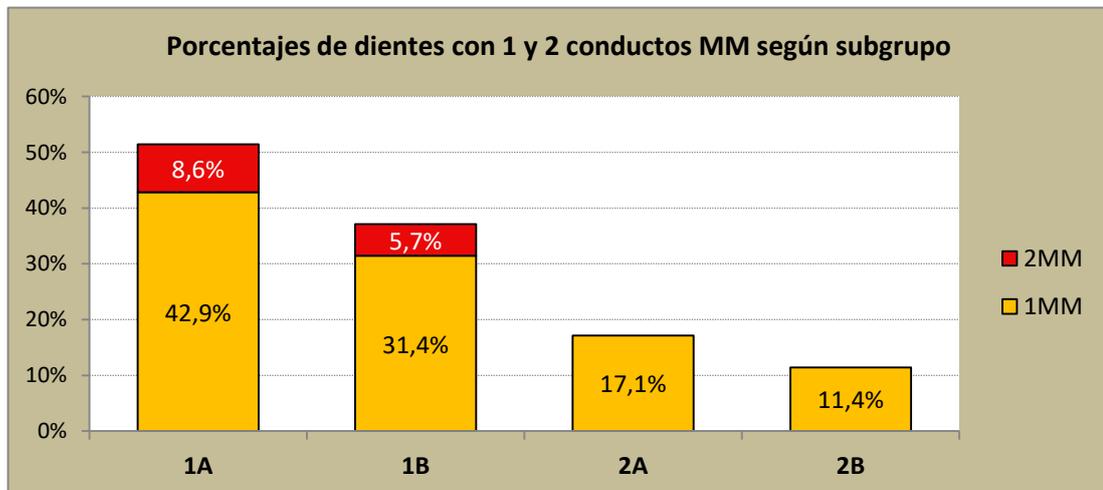
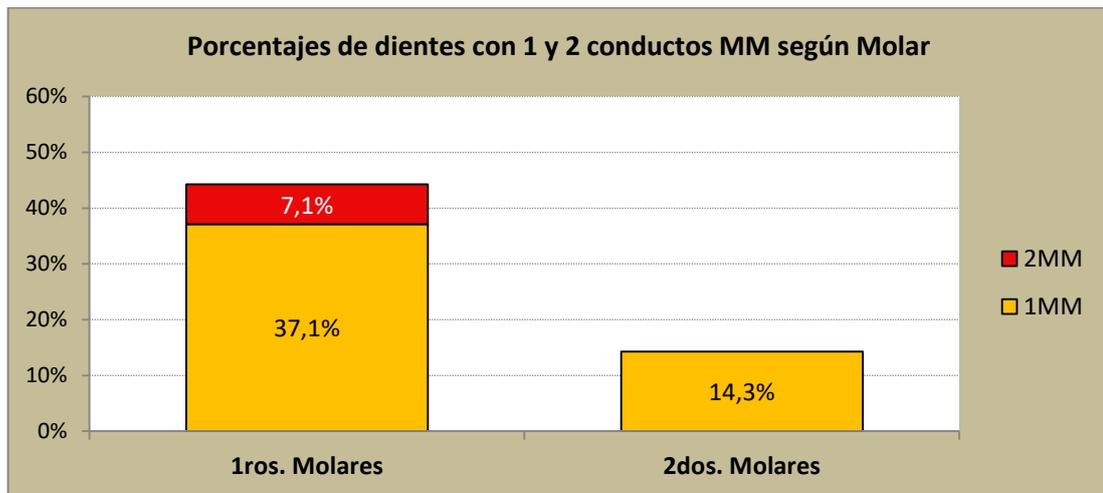


Gráfico 16.- Recuento y porcentaje según subgrupo.

La discrepancia de porcentajes entre cantidad de conductos MM a nivel coronario (18%) de 1MM y el calculado para el total (todos los niveles: 25,7%), se genera porque en varios casos se constataron conductos MM en niveles medio y/o apical y/o próximo al forámen pero no a nivel coronario.

Molar	1 Cto. MM (n, %)		2 Ctos. MM (n, %)	
<b>1ros. Molares</b>	26	37,1%	5	7,1%
<b>2dos. Molares</b>	10	14,3%	0	0,0%

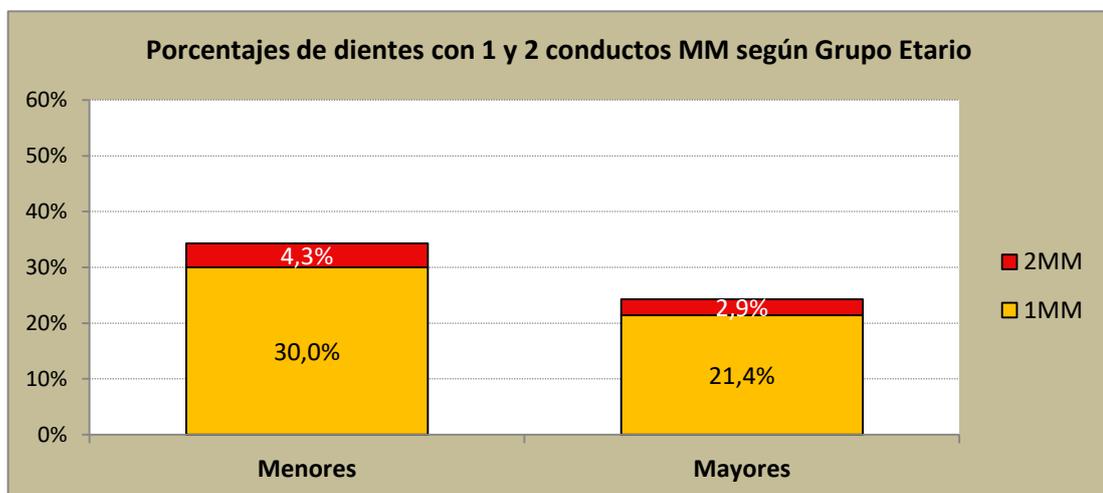
**Tabla 20.-** Recuento y porcentaje según Molar.



**Gráfico 17.-** Recuento y porcentaje según Molar.

G. Etario	1 Cto. MM (n, %)		2 Ctos. MM (n, %)	
<b>Menores (A)</b>	21	30,0%	3	4,3%
<b>Mayores (B)</b>	15	21,4%	2	2,9%

**Tabla 21.-** Recuento y porcentaje según Edad.



**Gráfico 18.-** Recuento y porcentaje según Edad.

Los valores mostrados en la tabla 20 (cantidad de conductos MM) indican que la anatomía de los molares (1ros.y 2dos.) es un factor relevante respecto al incremento en la detección de conductos MM con los métodos empleados, ya que existe una mayor probabilidad de hallar conductos MM en dientes con anatomías más complejas. En nuestro caso se verificaron 26 dientes con conductos MM con el método por desgastes en los 70 primeros molares y sólo 10 dientes con conductos MM con el mismo método en los 70 segundos molares inferiores.

Se verificaron diferencias significativas entre molares respecto a la cantidad de conductos MM ( $p < 0,05$ ), no así entre grupos etarios ( $p > 0,05$ ).

### CONTRASTES ESTADÍSTICOS

Tabla de contingencia Subgrupos * MM		MM			Total
		0	1	2	
Molar	1° Molar Inf.	39 55,7%	26 37,1%	5 7,1%	70 100,0%
	2° Molar Inf.	60 85,7%	10 14,3%	0 0,0%	70 100,0%
Total		99 70,7%	36 25,7%	5 3,6%	140 100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		Valor 16,566		Sig. (p-valor) <i>0,0003</i>	

Tabla de contingencia Edad * MM		MM			Total
		0	1	2	
Grupo etario	A (<40 años)	46 65,7%	21 30,0%	3 4,3%	70 100,0%
	B (>40 años)	53 75,7%	15 21,4%	2 2,9%	70 100,0%
Total		99 70,7%	36 25,7%	5 3,6%	140 100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		Valor 1,695		Sig. (p-valor) <i>0,428</i>	

## ISTMOS

Se evaluó el factor “istmo”, considerando cuatro categorías:

- Sin istmo
- Vestigio
- Istmo parcial
- Istmo completo

Considerando tanto lo visto para conductos accesorios MM y la categorización resumida de istmos, se construyen las siguientes categorías de “complejidad anatómica”:

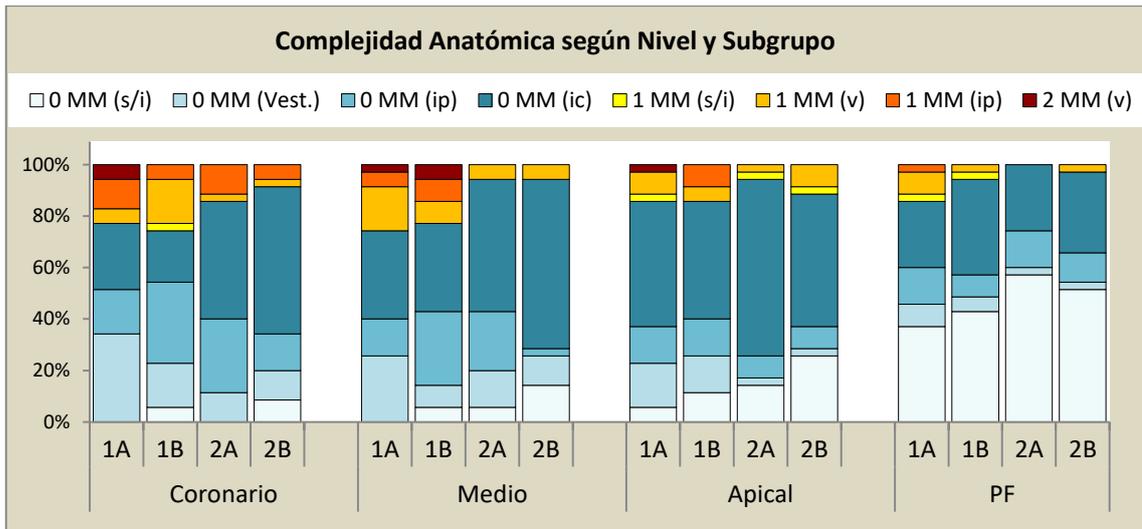
- Sin conducto MM y sin istmo: 0 MM (s/i)
- Sin conducto MM c/vestigio: 0 MM (v)
- Sin conducto MM c/ istmo parcial: 0 MM (ip)
- Sin conducto MM c/ istmo completo: 0 MM (ic)
- Un conducto MM sin istmo: 1 MM (s/i)
- Un conducto MM con vestigio: 1 MM (v)
- Un conducto MM c/ istmo parcial: 1 MM (ip)
- Dos conductos MM con vestigio: 2 MM (v)

## Complejidad anatómica según edad, molar y nivel

Nivel	Complejidad anatómica	Subgrupo				Total					
		1A	1B	2A	2B						
Coronario	0 MM (s/Istmo)	0	0,0%	2	5,7%	0	0,0%	3	8,6%	5	3,6%
	0 MM (Vestigio)	12	34,3%	6	17,1%	4	11,4%	4	11,4%	26	18,6%
	0 MM (ip)	6	17,1%	11	31,4%	10	28,6%	5	14,3%	32	22,9%
	0 MM (ic)	9	25,7%	7	20,0%	16	45,7%	20	57,1%	52	37,1%
	1 MM (s/Istmo)	0	0,0%	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%
	1 MM (vest.)	2	5,7%	6	17,1%	1	2,9%	1	2,9%	10	7,1%
	1 MM (ip)	4	11,4%	2	5,7%	4	11,4%	2	5,7%	12	8,6%
	2 MM (vest)	2	5,7%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	1,4%
Medio	0 MM (s/Istmo)	0	0,0%	2	5,7%	2	5,7%	5	14,3%	9	6,4%
	0 MM (Vestigio)	9	25,7%	3	8,6%	5	14,3%	4	11,4%	21	15,0%
	0 MM (ip)	5	14,3%	10	28,6%	8	22,9%	1	2,9%	24	17,1%
	0 MM (ic)	12	34,3%	12	34,3%	18	51,4%	23	65,7%	65	46,4%
	1 MM (s/Istmo)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	1 MM (vest.)	6	17,1%	3	8,6%	2	5,7%	2	5,7%	13	9,3%
	1 MM (ip)	2	5,7%	3	8,6%	0	0,0%	0	0,0%	5	3,6%
	2 MM (vest)	1	2,9%	2	5,7%	0	0,0%	0	0,0%	3	2,1%
Apical	0 MM (s/Istmo)	2	5,7%	4	11,4%	5	14,3%	9	25,7%	20	14,3%
	0 MM (Vestigio)	6	17,1%	5	14,3%	1	2,9%	1	2,9%	13	9,3%
	0 MM (ip)	5	14,3%	5	14,3%	3	8,6%	3	8,6%	16	11,4%
	0 MM (ic)	17	48,6%	16	45,7%	24	68,6%	18	51,4%	75	53,6%
	1 MM (s/Istmo)	1	2,9%	0	0,0%	1	2,9%	1	2,9%	3	2,1%
	1 MM (vest.)	3	8,6%	2	5,7%	1	2,9%	3	8,6%	9	6,4%
	1 MM (ip)	0	0,0%	3	8,6%	0	0,0%	0	0,0%	3	2,1%
	2 MM (vest)	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%
PF	0 MM (s/Istmo)	13	37,1%	15	42,9%	20	57,1%	18	51,4%	66	47,1%
	0 MM (Vestigio)	3	8,6%	2	5,7%	1	2,9%	1	2,9%	7	5,0%
	0 MM (ip)	5	14,3%	3	8,6%	5	14,3%	4	11,4%	17	12,1%
	0 MM (ic)	9	25,7%	13	37,1%	9	25,7%	11	31,4%	42	30,0%
	1 MM (s/Istmo)	1	2,9%	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	2	1,4%
	1 MM (vest.)	3	8,6%	1	2,9%	0	0,0%	1	2,9%	5	3,6%
	1 MM (ip)	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%
	2 MM (vest)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Tabla 22.- Recuento y porcentaje de casos según categoría de complejidad anatómica, subgrupo y nivel.

En la tabla 22 se resaltaron en color arena los casos de istmo completo sin conducto MM en los niveles coronario y medio de los subgrupos 2A y 2B, debido a que los porcentajes registrados difieren notablemente de los correspondientes al grupo 1 en estos niveles, dando cuenta de una de las diferencias anatómicas entre molares.

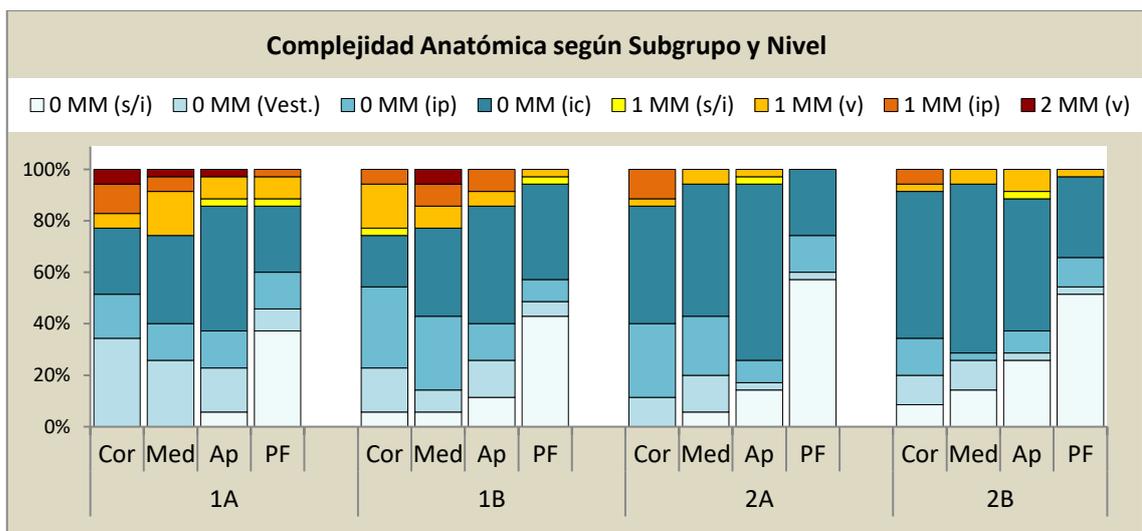


**Gráfico 19.- Porcentajes de categorías de complejidad anatómica según Nivel y Subgrupo.**

En el gráfico 19 pueden observarse las distintas configuraciones de complejidad anatómica de los primeros y segundos molares inferiores.

Si consideramos sólo los casos con istmo completo, queda en evidencia la mayor frecuencia dentro del grupo 2 (segundos molares inferiores), particularmente en los niveles superiores. La otra gran diferencia entre molares se concentra en el nivel medio, en donde fueron infrecuentes los casos con conductos MM dentro del grupo de segundos molares inferiores (G2).

Para visualizar mejor la complejidad según subgrupo, se presenta la misma información pero agrupándola primero por subgrupo (Gráfico 20).



**Gráfico 20.- Porcentajes de categorías de complejidad anatómica según Subgrupo y Nivel.**

## Comparación entre métodos: Microscopio operatorio(2da. Obs.) vs. Secciones por desgaste

En función de lo analizado hasta el momento, se propone ensayar un contraste entre el método por desgaste y el de observación magnificada con microscopio, considerando conjuntamente las categorías propuestas en el método de cortes por desgastes, sólo en el nivel que se pueden contrastar (nivel coronario) (tabla 23).

Las casillas que muestran coincidencias “parciales” se resaltaron en color gris, y totalizaron un 60,1%, y aquí cabe aclarar que las coincidencias totales fueron escasas, por ejemplo 0MM (s/istmo) del método por desgaste coincide con cero (0) conducto MM del método por microscopio sólo en 3 casos (2,1%), pero se consideraron coincidencias parciales los casos con igual número de conductos MM con cualquiera de las variantes morfológicas asociadas al método de cortes transversales: vestigios e istmos (parciales o completos).

Las casillas coloreadas en tonos de verde, muestran los casos en los cuáles no hubo coincidencias, pero que en su mayoría pueden explicarse, por ejemplo los 19 casos considerados con 1 conducto MM por microscopía y que en los cortes por desgaste eran istmos completos, o los 11 casos que en realidad eran vestigios, etc.

Cantidad de conductos MM observados según método		Cantidad de conductos MM (Microscopio – 2° Obs.)				Totales (Método Desgaste)			
		0		1				2	
Complejidad anatómica (Desgastes)	0 MM (s/Istmo)	3	2,1%	0	0,0%	0	0,0%	3	2,1%
	0 MM (Vestigio)	17	12,1%	11	7,9%	0	0,0%	28	20,0%
	0 MM (ip)	18	12,9%	12	8,6%	2	1,4%	32	22,9%
	0 MM (ic)	29	20,7%	19	13,6%	4	2,9%	52	37,1%
	1 MM (s/Istmo)	0	0,0%	1	0,7%	0	0,0%	1	0,7%
	1 MM (vest.)	1	0,7%	8	5,7%	1	0,7%	10	7,1%
	1 MM (ip)	3	2,1%	8	5,7%	1	0,7%	12	8,6%
	2 MM (vest)	0	0,0%	1	0,7%	1	0,7%	2	1,4%
<i>Totales (Mét. Microscopio – 2° Obs.)</i>		71	50,7%	60	42,9%	9	6,4%	<b>140</b>	<b>100%</b>

Chi<sup>2</sup> de Pearson: valor= 23,071; p=0,059; p>0,05

**Tabla 23.- Tabla de contingencia: Cantidad de conductos MM detectados mediante microscopio (2da Obs.) vs Complejidad anatómica determinada por observación de cortes transversales coronarios.**

Se realizó la prueba de Chi-cuadrado para contrastar las proporciones de categorías de complejidad anatómica observadas por desgaste según la cantidad de conducto MM determinados por el método de microscopio operatorio (Chi<sup>2</sup> de Pearson: valor=23,071; p=0,059; p>0,05), resultando estadísticamente **no** significativas las diferencias.

### Tomografía Computada Cone-Beam

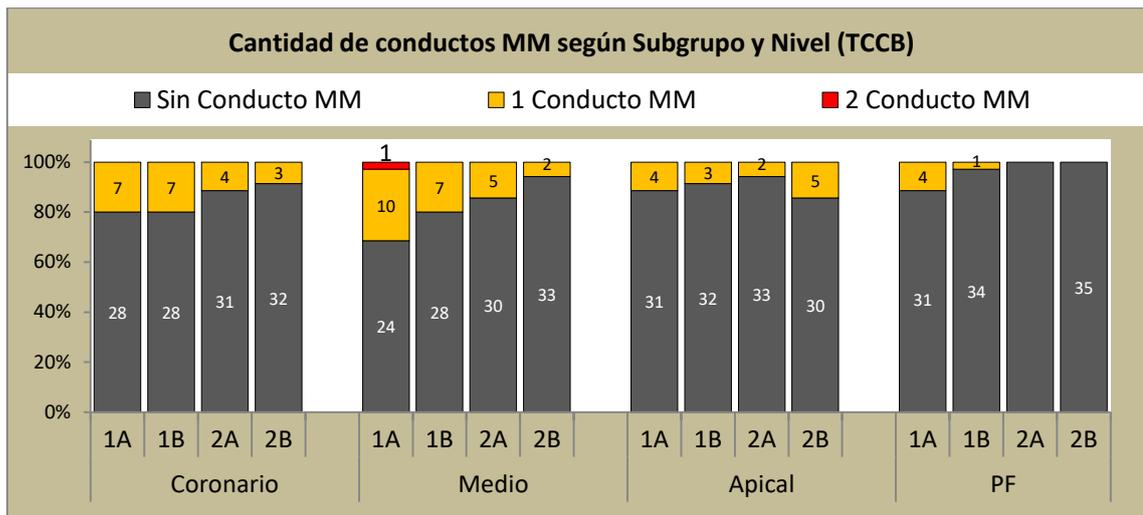
De acuerdo a lo planteado en los objetivos específicos, se pretende por medio de esta técnica tomográfica, estudiar la anatomía interna de estas piezas dentarias y comparar con la información recabada con el método por desgastes.

Continuando con el mismo esquema de análisis, se procedió inicialmente a evaluar la cantidad de conductos MM y posteriormente ampliar el análisis incluyendo las variantes anatómicas más complejas (vestigios e istmos) observadas en cada subgrupo, y nivel.

### Cantidad de conductos MM según edad, molar y nivel (Método Tomográfico)

Nivel	Conductos MM	Subgrupo				Total
		1A	1B	2A	2B	
Coronario	0 Cond. MM	28 80,0%	28 80,0%	31 88,6%	32 91,4%	119 85,0%
	1 Cond. MM	7 20,0%	7 20,0%	4 11,4%	3 8,6%	21 15,0%
	2 Cond. MM	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%
Medio	0 Cond. MM	24 68,6%	28 80,0%	30 85,7%	33 94,3%	115 82,1%
	1 Cond. MM	10 28,6%	7 20,0%	5 14,3%	2 5,7%	24 17,1%
	2 Cond. MM	1 2,9%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,7%
Apical	0 Cond. MM	31 88,6%	32 91,4%	33 94,3%	30 85,7%	126 90,0%
	1 Cond. MM	4 11,4%	3 8,6%	2 5,7%	5 14,3%	14 10,0%
	2 Cond. MM	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%
PF	0 Cond. MM	31 88,6%	34 97,1%	34 100,0%	35 100,0%	134 96,4%
	1 Cond. MM	4 11,4%	1 2,9%	0 0,0%	0 0,0%	5 3,6%
	2 Cond. MM	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%

Tabla 24.- Recuento y porcentaje de casos según cantidad de conductos MM, subgrupo y nivel (TCCB).



**Gráfico21.- Recuento de conductos MM según subgrupo y nivel (TCCB).**

La situación fue muy parecida a la observada en los desgastes transversales al considerar únicamente la presencia de conductos accesorios MM. Se verificó un grado de correlación inversa significativa entre la cantidad de casos con conductos MM y los niveles. A mayor proximidad al foramen, menor la cantidad de conductos accesorios (Correlación de Spearman: valor  $-0,141$ ;  $p < 0,001$ ). En el nivel medio se observan las mayores diferencias entre primeros y segundos molares y sólo en este nivel los grupos se diferenciaron significativamente (pruebas Z de diferencias de proporciones entre subgrupos con corrección de Bonferroni:  $p < 0,05$  (sólo entre 1A y 2B en el nivel medio). Si bien se observan ciertas diferencias entre grupos etarios, éstas no resultaron significativas.

Se evaluó la información correspondiente a los sistemas de istmos, que complementa lo visto para conductos accesorios MM. Se utilizó la misma categorización resumida de istmos y conductos considerada en el método por desgaste, con categorías de “complejidad anatómica”:

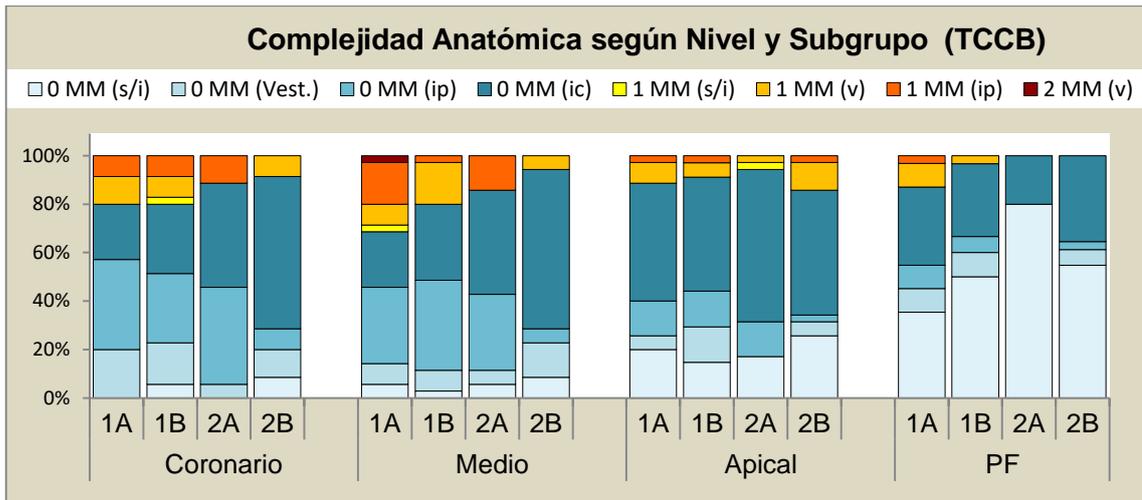
- Sin conducto MM y sin istmo: 0 MM (s/i)
- Sin conducto MM c/vestigio: 0 MM (v)
- Sin conducto MM c/ istmo parcial: 0 MM (ip)
- Sin conducto MM c/ istmo completo: 0 MM (ic)
- Un conducto MM sin istmo: 1 MM (s/i)
- Un conducto MM con vestigio: 1 MM (v)
- Un conducto MM c/ istmo parcial: 1 MM (ip)
- Dos conductos MM con vestigio: 2 MM (v)

## Complejidad anatómica seguridad, molar nivel (TCCB)

Nivel	Complejidad anatómica	Subgrupo									
		1A		1B		2A		2B		Total	
Coronario	0 MM (s/Istmo)	0	0,0%	2	5,7%	0	0,0%	3	8,6%	5	3,6%
	0 MM (Vestigio)	7	20,0%	6	17,1%	2	5,7%	4	11,4%	19	13,6%
	0 MM (ip)	13	37,1%	10	28,6%	14	40,0%	3	8,6%	40	28,6%
	0 MM (ic)	8	22,9%	10	28,6%	15	42,9%	22	62,9%	55	39,3%
	1 MM (s/Istmo)	0	0,0%	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%
	1 MM (vest.)	4	11,4%	3	8,6%	0	0,0%	3	8,6%	10	7,1%
	1 MM (ip)	3	8,6%	3	8,6%	4	11,4%	0	0,0%	10	7,1%
	2 MM (vest)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Medio	0 MM (s/Istmo)	2	5,7%	1	2,9%	2	5,7%	3	8,6%	8	5,7%
	0 MM (Vestigio)	3	8,6%	3	8,6%	2	5,7%	5	14,3%	13	9,3%
	0 MM (ip)	11	31,4%	13	37,1%	11	31,4%	2	5,7%	37	26,4%
	0 MM (ic)	8	22,9%	11	31,4%	15	42,9%	23	65,7%	57	40,7%
	1 MM (s/Istmo)	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%
	1 MM (vest.)	3	8,6%	6	17,1%	0	0,0%	2	5,7%	11	7,9%
	1 MM (ip)	6	17,1%	1	2,9%	5	14,3%	0	0,0%	12	8,6%
	2 MM (vest)	1	2,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,7%
Apical	0 MM (s/Istmo)	7	20,0%	5	14,7%	6	17,1%	9	25,7%	27	19,4%
	0 MM (Vestigio)	2	5,7%	5	14,7%	0	0,0%	2	5,7%	9	6,5%
	0 MM (ip)	5	14,3%	5	14,7%	5	14,3%	1	2,9%	16	11,5%
	0 MM (ic)	17	48,6%	16	47,1%	22	62,9%	18	51,4%	73	52,5%
	1 MM (s/Istmo)	0	0,0%	0	0,0%	1	2,9%	0	0,0%	1	0,7%
	1 MM (vest.)	3	8,6%	2	5,9%	1	2,9%	4	11,4%	10	7,2%
	1 MM (ip)	1	2,9%	1	2,9%	0	0,0%	1	2,9%	3	2,2%
	2 MM (vest)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
PF	0 MM (s/Istmo)	11	35,5%	15	50,0%	20	80,0%	17	54,8%	63	53,8%
	0 MM (Vestigio)	3	9,7%	3	10,0%	0	0,0%	2	6,5%	8	6,8%
	0 MM (ip)	3	9,7%	2	6,7%	0	0,0%	1	3,2%	6	5,1%
	0 MM (ic)	10	32,3%	9	30,0%	5	20,0%	11	35,5%	35	29,9%
	1 MM (s/Istmo)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	1 MM (vest.)	3	9,7%	1	3,3%	0	0,0%	0	0,0%	4	3,4%
	1 MM (ip)	1	3,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,9%
	2 MM (vest)	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

**Tabla 25.- Recuento y porcentaje de casos según categoría de complejidad anatómica, subgrupo y nivel.**

En la tabla 25 se resaltaron en color arena los casos de istmo completo sin conducto MM en los niveles coronario y medio de los subgrupos 2A y 2B, debido a que los porcentajes registrados difieren notablemente de los correspondientes al grupo 1 en estos niveles, dando cuenta de una de las diferencias anatómicas entre molares, estas diferencias son similares a lo visto en el análisis del método por desgastes.

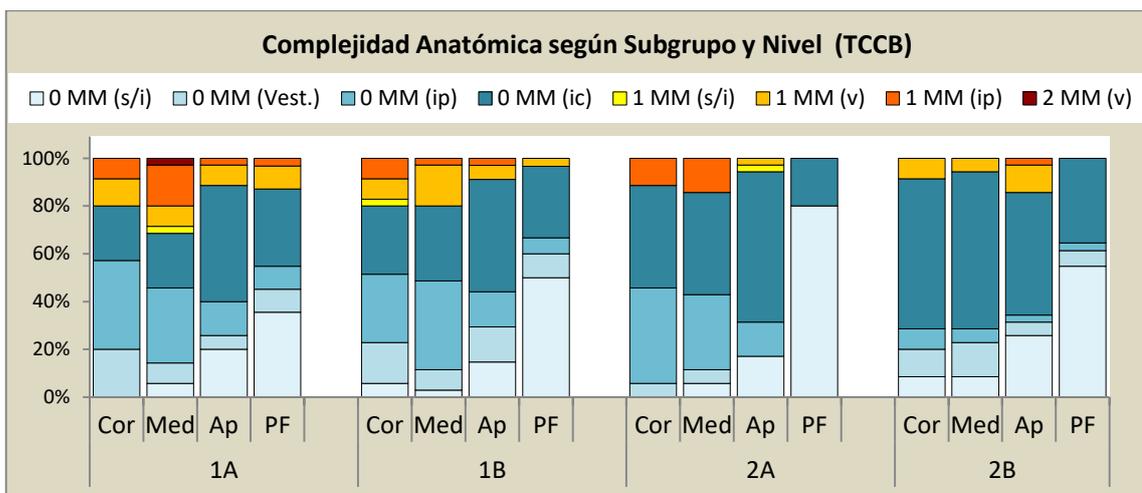


**Gráfico 22.-** Porcentajes de categorías de complejidad anatómica según Nivel y Subgrupo (TCCB).

En el gráfico 22 pueden observarse las distintas configuraciones de complejidad anatómica de los primeros y segundos molares inferiores con mucha más información que la presentada anteriormente, cuando se consideró únicamente la presencia de conductos accesorios MM.

Si consideramos sólo los casos con istmo completo, queda en evidencia la mayor frecuencia dentro del subgrupo 2B (segundos molares inferiores), particularmente en los niveles coronario y medio.

Para visualizar con mayor comodidad la complejidad según subgrupo, se presenta la misma información pero agrupándola primero por subgrupo (Gráfico23).



**Gráfico 23.-** Porcentajes de categorías de complejidad anatómica según Subgrupo y nivel (TCCB).

La capacidad de determinar la configuración anatómica a nivel apical y en proximidad al foramen mediante el método tomográfico, depende de la resolución del equipo y de las dimensiones de los conductos e istmos, por tal motivo un porcentaje próximo al 16% de los dientes, no pudo ser evaluado a nivel PF (23 de 140). Aclarado este punto, se procedió a contrastar los valores de complejidad anatómica de los métodos por desgaste y tomográfico.

### **Comparación entre métodos: Tomografía Computada Cone-Beam vs Secciones por desgaste**

Se compararon los métodos, cruzando los datos correspondientes a las categorías de complejidad anatómica determinados por el método por desgastes con los obtenidos mediante la observación tomográfica (TCCB) (tabla 26).

Las casillas que muestran coincidencias “totales” se resaltaron en color gris oscuro. Las mismas están ubicadas en la diagonal principal y totalizaron el 70,0% de la muestra. Cabe destacar que en la muestra se consideraron 560 cortes, valor que surge de multiplicar el número de casos (140) por los cuatro niveles estudiados. No obstante, el recuento de casos resultó igual a 534, ya que 24 casos (23 de ellos en el nivel PF y 1 en nivel apical) no se pudieron evaluar mediante cortes tomográficos porque la resolución fue insuficiente para discernir conductos muy pequeños.

Respecto a las coincidencias “parciales” (casillas en gris claro), éstas totalizaron un 21,6% del total de cortes evaluados. En estos casos, la cantidad de conductos MM detectados, fueron idénticos para ambos métodos, pero difirieron en cuanto a las demás características (vestigios e istmos).

Las casillas coloreadas en rosado muestran los casos en los cuáles no hubo coincidencias respecto al número de conductos accesorios. Se detectaron más conductos MM por tomografía.

Las casillas coloreadas en verde muestran los casos en los cuáles tampoco hubo coincidencias respecto al número de conductos accesorios, pero en este caso se detectaron más conductos MM por el método de desgastes. En verde oscuro se resaltó la situación un caso en el nivel coronario del grupo 1A, porque la diferencia entre métodos fue mayor.

Complejidad Anatómica según método		Complejidad anatómica (Desgastes)								Totales (Método Desgaste)
		0 MM				1 MM			2 MM	
		s/i	v	ip	ic	s/i	v	ip	v	
Complejidad anatómica (TC-CB)	0 MM (s/i)	14,2%	2,2%	0,9%	1,7%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	19,2%
	0 MM (v)	2,6%	4,3%	0,7%	0,4%	0,0%	0,9%	0,2%	0,0%	9,1%
	0 MM (ip)	0,2%	4,5%	9,5%	2,2%	0,0%	0,7%	1,1%	0,2%	18,5%
	0 MM (ic)	1,1%	0,2%	2,4%	36,6%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	41,0%
	1 MM (s/i)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,2%	0,0%	0,0%	0,6%
	1 MM (v)	0,2%	0,6%	0,0%	0,0%	0,6%	3,9%	0,6%	0,7%	6,5%
	1 MM (ip)	0,0%	0,4%	1,5%	0,6%	0,0%	1,1%	1,3%	0,0%	4,9%
	2 MM (v)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%
Totales (Mét. TCCB)		18,3%	12,1%	15,1%	41,4%	1,1%	6,9%	3,9%	1,1%	100%

Chi<sup>2</sup> de Pearson: valor=1130,2; p=1,5x10<sup>-204</sup>; p<<0,001

Coeficiente Kappa=0,604;p=6,34x10<sup>-164</sup>;p<<0,001

Ordinal por ordinal (Correlación de Spearman): valor=0,721;p=5,01x10<sup>-87</sup>;p<<0,001

**Tabla 26.- Tabla de contingencia: Cantidad de conductos MM detectados mediante tomografía (TCCB) vs. Complejidad anatómica determinada por observación de cortes transversales coronarios.**

Se realizó la prueba de Chi-cuadrado para contrastar las proporciones de categorías de complejidad anatómica observada por desgaste según la complejidad anatómica observada por el método tomográfico (Chi<sup>2</sup> de Pearson: valor=1130,2;p=1,5x10<sup>-204</sup>; p<<0,001), resultando significativas las diferencias, resultado que se complementa con los resultados también significativos de concordancia y de correlación entre métodos (Coeficiente Kappa=0,604; p=6,34x10<sup>-164</sup>; p<<0,001), es decir que hay un grado de acuerdo alto entre métodos y correlación de Spearman(valor=0,721;p=5,01x10<sup>-87</sup>; p<<0,001).

En la tabla 27 y en el gráfico 24 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según subgrupo, destacándose el subgrupo **1A** (1° MI; <40 años), con el menor porcentaje de coincidencias (58,8%). El subgrupo **1B** mostró un nivel de coincidencias intermedio (66,4%) y los subgrupos 2 las más altas coincidencias (77,7% **2A** y 78,7% **2B**). En términos generales, el nivel de coincidencias fue del 70,3%.

Subgrupo	Coincidencias entre métodos(DesgastevsTCCB)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Kappa	p-valor
1A	80	58,8%	26	19,1%	30	22,1%	0,490	$6,10 \times 10^{-36}$
1B	89	66,4%	26	19,4%	19	14,2%	0,572	$1,06 \times 10^{-41}$
2B	101	77,7%	16	12,3%	13	10,0%	0,684	$3,81 \times 10^{-43}$
2B	107	78,7%	18	13,2%	11	8,1%	0,668	$9,64 \times 10^{-38}$
General	375	70,3%	86	16,0%	73	13,6%	0,601	$8,51 \times 10^{-163}$

Tabla 27.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre métodos por desgaste y tomográfico. Recuento y porcentaje según subgrupo.

En cuanto a los grados de concordancia, el subgrupo 1A presentó el menor valor o grado de acuerdo o concordancia (0,490) y los subgrupos 2A y 2B los mayores niveles de concordancia (0,684 y 0,668 respectivamente).

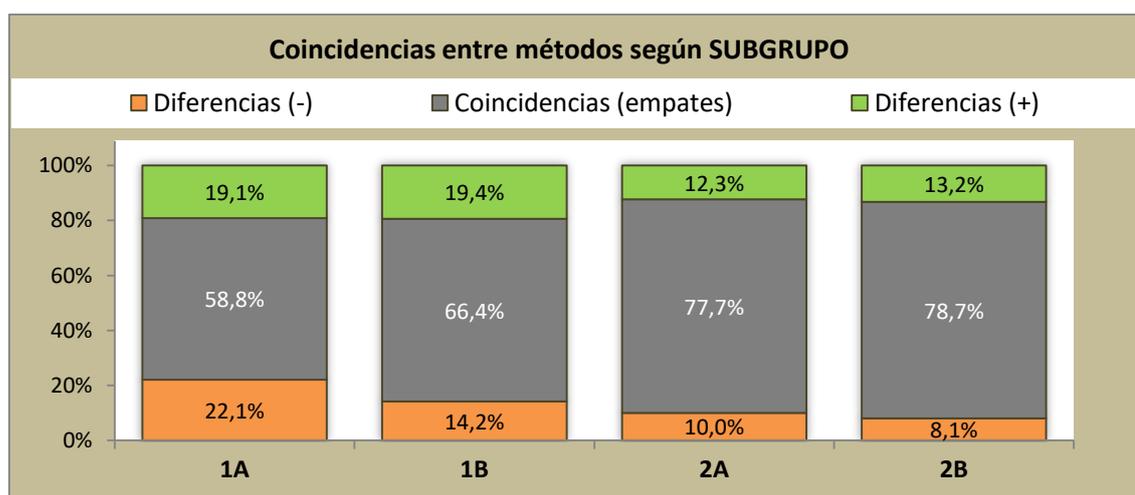


Gráfico 24.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos por desgaste y tomográfico, respecto a la cantidad de conductos MM observados según subgrupo.

#### Contraste entre métodos de observación (TCCB vs Desgaste) según molar.

Se verificó que el grado de acuerdo entre métodos respecto a la detección de conductos accesorios fue mayor en el grupo 2 (segundos molares inferiores), con un 78,2% de coincidencias y un coeficiente de concordancia alto (Kappa=0,679). En tanto en el grupo 1 (primeros molares inferiores), el porcentaje de coincidencia fue menor (62,6%) con un grado de concordancia moderado (Kappa=0,530). En la tabla 28 y en el gráfico 25 se expresan los porcentajes de coincidencias y de diferencias entre métodos según grupo o molar.

Grupo	Coincidencias entre métodos(DesgastevsTCCB)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Kappa	p-valor
G1 (1° MI)	169	62,6%	52	19,3%	49	18,1%	0,530	$3,01 \times 10^{-75}$
G2 (2° MI)	208	78,2%	34	12,8%	24	9,0%	0,679	$2,82 \times 10^{-82}$

Tabla 28.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre los métodos por desgaste y tomográfico. Recuento y porcentaje según grupo.

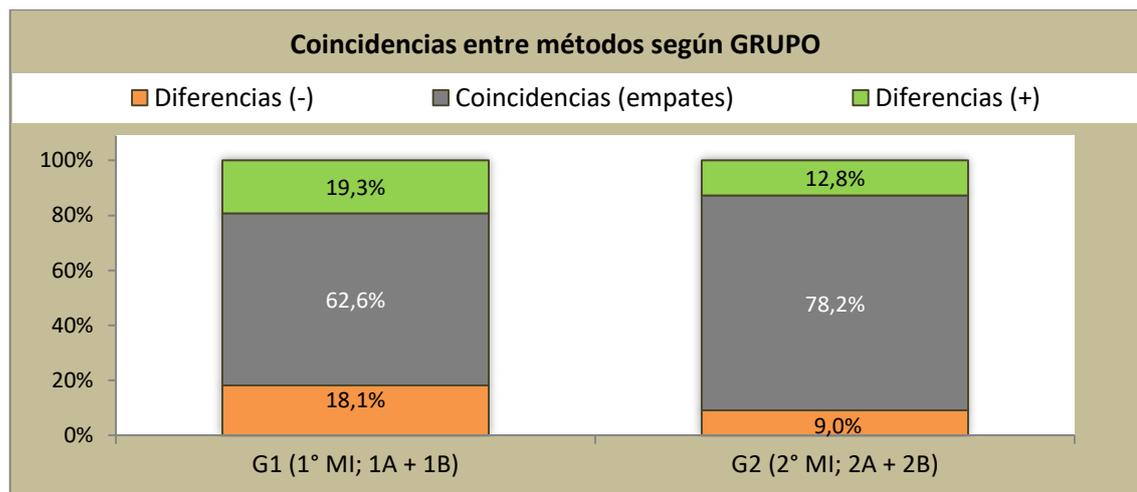


Gráfico 25.- Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos por desgaste y TCCB.

### Contraste entre métodos de observación (TCCB vs Desgaste) según edad.

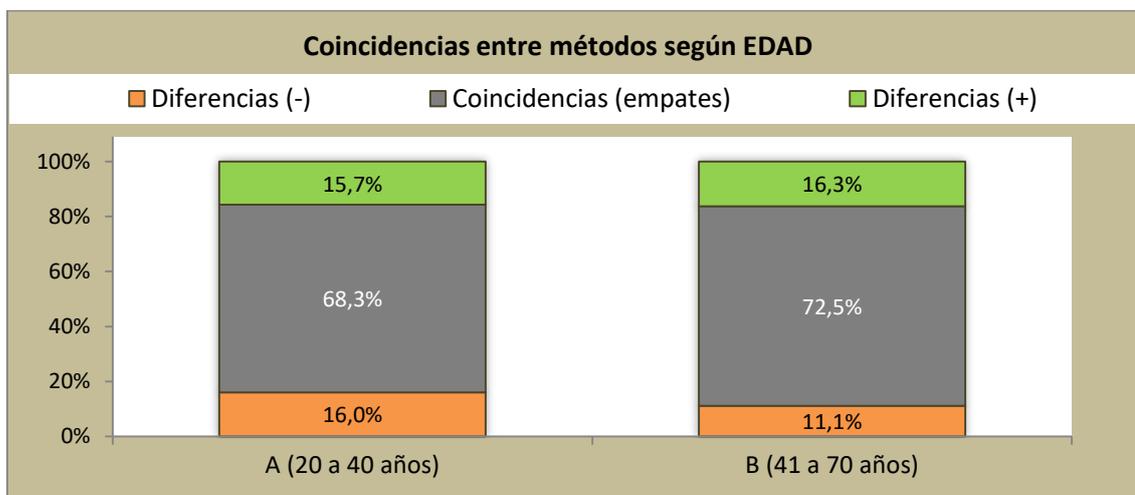
En la tabla 29 y en el gráfico 26 se expresan los porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos según grupos etarios. Los porcentajes de coincidencias según edad fueron similares, 68,3% de coincidencias en el grupo etario A y 72,5% de coincidencias en el grupo etario B, con sólo 4,2% de diferencias entre ellos.

Desde el punto de vista de la concordancia entre métodos, en el grupo etario de adultos mayores (grupo B), se registró un grado mayor que el grupo A.

Grupo etario	Coincidencias entre métodos (TCCB vs Desgaste)						Concordancia	
	Coincidencias		Diferencias (+)		Diferencias (-)		Kappa	P-valor
A (20 a 40 años)	181	68,3%	42	15,7%	43	16,0%	0,584	$8,72 \times 10^{-83}$
B (41 a 70 años)	196	72,5%	44	16,3%	30	11,1%	0,625	$9,14 \times 10^{-84}$

Tabla 29.- Cuadro de coincidencias y concordancia entre los métodos por desgaste y tomográfico. Recuento y porcentaje según edad.

En ambos grupos el porcentaje de diferencias positivas fue similar (próximo a 16%), y algo menor en diferencias negativas.



**Gráfico 26.-** Porcentajes de coincidencias y diferencias entre métodos por desgaste y TCCB.

## ESTUDIO RADIOGRÁFICO

### Evaluación radiográfica de las características anatómicas de los sistemas de conductos de cada subgrupo.

Se evaluaron radiográficamente todos los dientes de la muestra y se describieron las características y las configuraciones de los casos que presentaron conductos accesorios o mesial medio según subgrupos.

Se calcularon los porcentajes de casos con conductos MM observados radiográficamente según subgrupo y cantidad de conductos MM cateterizados. Además, se clasificaron los conductos MM según su recorrido en la radiografía en cateterismo parcial o total.

SUBGRUPO	<b>Casos</b> (n y %)con conductos MM		Cantidad de <b>conductos</b> MM cateterizados				
			Cateterismo Parcial*		Catet.Total**	MM	
<b>1A</b>	23	65,7%	1MM (18)	12	10,6 ± 3,2 mm	16 (57,1%)	<b>28</b>
			2MM (5)				
<b>1B</b>	22	62,8%	1MM (18)	10	9,8 ± 3,0 mm	16 (61,5%)	<b>26</b>
			2MM (4)				
<b>2A</b>	14	40,0%	1MM (14)	2	9,5 ± 0,7 mm	12 (85,7%)	<b>14</b>
			2MM -				
<b>2B</b>	10	28,6%	1MM (10)	3	11 ± 8,5 mm	7(70,0%)	<b>10</b>
			2MM -				
Totales	69	49,2%	1MM (60)	27	10,1 ± 3,7 mm	51(65,4%)	<b>78</b>
			2MM (9)				

**Tabla 30.- Evaluación radiográfica según subgrupos. Cantidad y porcentaje de casos con conductos accesorios MM y cantidad de conductos MM según cateterismo. \*Cateterismo parcial: recuento y profundidad (media± desviación estándar en mm).\*\*Cateterismo total: recuento y porcentaje (n, %).**

De acuerdo a los resultados expresados en la tabla 30, por observación radiográfica, los primeros molares presentan la mayor cantidad de conductos MM y además, sólo en este grupo se presentaron casos de dos conductos accesorios cateterizados (9 casos). En tanto que en el grupo 2B el porcentaje de casos con MM fue el más bajo (28,6%). Al evaluar la cantidad de conductos MM, las diferencias entre grupos de molares se acentúa. En cuanto al cateterismo logrado (parcial o total), los mayores porcentajes de cateterismo total correspondieron a los segundos molares. Respecto a los conductos con cateterismo parcial, se calculó la profundidad media de cateterización, que fue similar para todos los subgrupos, con una media global de 10,1 ± 3,9mm.

**Clasificación de los conductos MM según el tercio radicular hasta donde el conducto llega de forma independiente.**

En la tabla 31 se expresan los recuentos y porcentajes de conductos MM según el tercio radicular hasta donde llegaron de manera independiente (coronario, medio, apical o proximidades al foramen) según subgrupos y en general. Las diferencias más significativas desde el punto de vista de profundidad de cateterización se observaron en el nivel apical y PF, en donde la frecuencia de casos fue mayor en los grupos 1A (17,9% en el nivel apical + 7,1% en PF) y 2A (50% en el nivel apical) ambos subgrupos correspondientes a adultos jóvenes, en contraste con los subgrupos 1B (8% a nivel apical) y 2B (0% a nivel apical y PF) pertenecientes al grupo etario de mayor edad.

SUBGRUPO	Conducto MM independientes hasta:							
	Nivel Coronario		Nivel Medio		Nivel Apical		Nivel PF	
<b>1A</b>	15	53,6%	6	21,4%	5	17,9%	2	7,1%
<b>1B</b>	13	52,0%	10	40,0%	2	8,0%	0	0,0%
<b>2A</b>	4	28,6%	3	21,4%	7	50,0%	0	0,0%
<b>2B</b>	6	60,0%	4	40,0%	0	0,0%	0	0,0%
Total	38	49,4%	23	29,9%	14	18,2%	2	2,6

**Tabla 31.- Recuento y porcentaje de conductos MM según su independencia radiográfica.**

Es de destacar que si bien escasos conductos MM llegaron de manera independientes hasta PF, ninguno de ellos desemboca de manera independiente y siempre confluye al mesiovestibular (MV), al mesiolingual (ML) o con ambos a la vez.

**Clasificación de los conductos MM según su confluencia.**

En la tabla 32 se expresan los recuentos y porcentajes de conductos MM según confluyan con los conductos: Lingual; Vestibular; confluyen todos (L, V y MM desembocando en un foramen único) según subgrupos y en general. Las diferencias no fueron notorias en este aspecto.

SUBGRUPO	Conducto MM independientes hasta:					
	Lingual		Vestibular		Ambos	
<b>1A</b>	10	35,7%	5	17,9%	3	12,5%
<b>1B</b>	10	40,0%	6	24,0%	1	4,0%
<b>2A</b>	5	35,7%	5	35,7%	2	14,3%
<b>2B</b>	4	40,0%	3	30,0%	1	10,0%
Total	29	37,7%	19	24,7%	7	9,1%

**Tabla 32.- Recuento y porcentaje de conductos MM según su confluencia.**

### Configuración de sistema de conductos

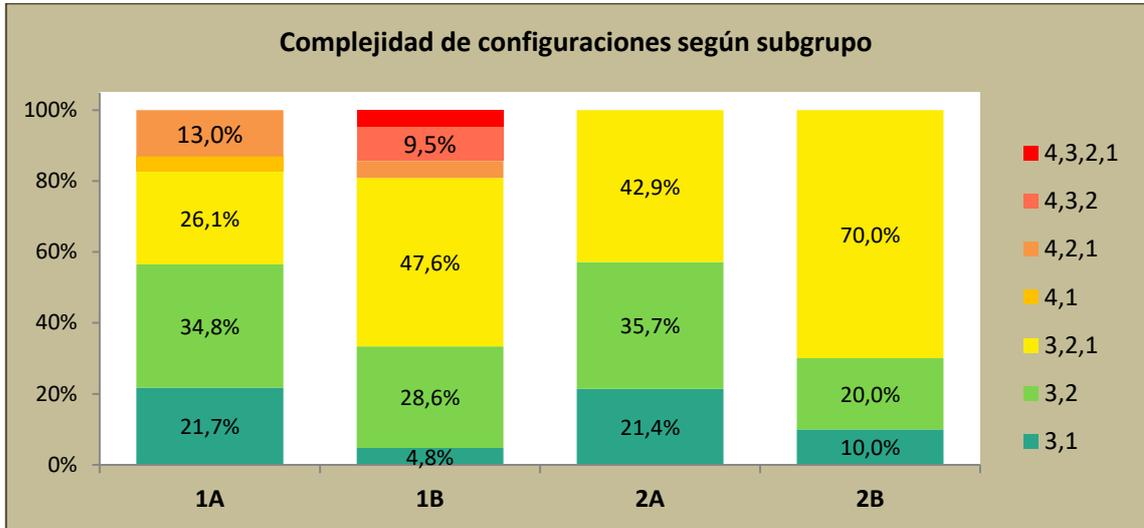
*							
Subgrupo	3.1	3.2	3.2.1	4.1	4.2.1	4.3.2	4.3.2.1
<b>1<sup>a</sup></b>	5	8	6	1	3	0	0
<b>1B</b>	1	6	10	0	1	2	1
<b>2A</b>	3	5	6	0	0	0	0
<b>2B</b>	1	2	7	0	0	0	0
<b>Total</b>	10	21	29	1	4	2	1

**Tabla 33.- Configuraciones de anatomía interna de conductos según subgrupo. (\*Diseño esquemático de Oliver Valencia de Pablo, 2011)**

En la tabla 33 se muestran los esquemas simplificados de los diferentes tipos de configuraciones. Las configuraciones más frecuentes en términos globales fueron (3.2) y (3.2.1), 21 y 29 casos respectivamente.

Tomando como base los datos expresados en la tabla 33 se generó un gráfico de barras apiladas al 100% (Gráfico27). En el mismo se expresan las proporciones de las diferentes configuraciones según subgrupo. El subgrupo 1B presentó la mayor variedad y el mayor grado de complejidad, seguido por el subgrupo 1A. Los subgrupos 2A y 2B, además de registrar menor cantidad de casos con MM, la complejidad y

variedad de las configuraciones fueron menores que las observadas en los primeros molares inferiores.



**Gráfico 27.- Configuraciones agrupadas de anatomía interna de conductos según subgrupo.**

### Conclusión

En base a los resultados obtenidos, se sugiere aceptar como válida la hipótesis planteada en esta tesis **“El empleo de la tecnología (ultrasonido y microscopio) permiten la detección y localización de conductos ex vivo que pueden pasar inadvertidos al operador.”**

## Discusión

Las variaciones anatómicas de molares inferiores están bien documentadas en la literatura, sin embargo no son frecuentemente reconocidas por muchos profesionales durante su desempeño clínico. Gani (2010) afirma que las raíces de molares inferiores de personas jóvenes, en general poseen conductos únicos, amplios y de forma acintada. Diversos factores como el envejecimiento fisiológico, alteraciones patológicas y la oclusión van modelando su forma y tamaño por la producción de dentina secundaria, terciaria y cemento (Vertucci, 2005). No obstante, el depósito de dentina secundaria fisiológica resulta en la formación de divisiones dando como resultado el desarrollo de conductos separados y sistemas de conexiones transversas (istmos) (Hess 1925). Este hecho sucede comúnmente en raíces planas o que tienen hendiduras externas dando origen a la aparición de conductos accesorios como por ejemplo el conducto mesial medio (MM) que nos propusimos estudiar. Está comprobado que aún en cortos períodos de tiempo se producen grandes modificaciones en la anatomía interna y esto se da aún en épocas tempranas de la dentición mixta tanto en dientes deciduos como permanentes (Suto, 2002; Peiris 2008). Este hecho ha determinado que varios autores tuviesen en cuenta diversos rangos de edad para sus trabajos de investigación. Dichos rangos varían entre 6 y 55 años (Hess, 1925; Peiris, 2008; Gani, 2010; Gani, 2014). Oi (2004) afirma que se dan mayores cambios volumétricos entre los 20 y 40 años en comparación con los observados entre los 40 y los 60 años ya que la velocidad de formación de dentina normal disminuye con la edad. Soares y Goldberg (2002), señalan que las alteraciones degenerativas adquiridas en edades avanzadas, en especial de vasos, al igual que la reducción del tenor de células disminuyen la capacidad metabólica de los tejidos. Es por ello que en nuestro estudio se analizaron 140 dientes divididos en dos grupos etarios: adultos jóvenes (entre 20 y 40) y adultos mayores (de 41 a 70 años).

En lo que respecta a la incidencia con la que se ha encontrado conductos MM en la literatura, el porcentaje oscila entre 0,26%(Kim, Woo y Kim, 2013) y 46,2%(Azim, 2015). Esta amplia variedad en los datos tiene su explicación en los criterios que se tuvieron en cuenta para realizar el estudio: la diversidad y el tamaño de la muestra (grupos dentarios, edad, número de casos, grupos étnicos, factores raciales, sexo), diseño del estudio (*ex vivo*, *in vivo*, prospectivos, retrospectivos) y los recursos tecnológicos empleados, lo cual resulta imprescindible discernir a la hora de obtener datos comparables.

Si bien algunos autores (Forner Navarro, 2007; Versiani, 2015; Ricucci, 1997; Gani, 2010; Gani, 2014; Heilborn, 2011; Valencia de Pablo, 2010, Vertucci y Williams,

1974; Baugh y Wallace, 2004) consideran sólo las variantes anatómicas de la raíz mesial del primer molar inferior, en nuestro estudio se realizó el análisis tanto en primeros molares inferiores como en segundos, coincidiendo con los trabajos de Meric Karapinar-Kazandag y col. en 2010; Peiris, 2008; Pomeranz, 1981; Caliskan, 1995; de Carvalho, 2000; Adham Azim, 2015.

En cuanto a la metodología empleada en la investigación de estos conductos accesorios, han sido más frecuentemente utilizadas las técnicas de clareamiento o transparentación (Vertucci 1984; Caliskan, 1995; Gulabivala 2001 y 2002, Sert, 2004; Ahmed, 2007, Gani, 2014) y las técnicas radiográficas (Pineda, 1972; Pomeranz, 1981; Fabra Campos, 1989; Goel, 1991; Azim, 2015, Gani, 2010). Otras, como la microtomografía computada (Navarro, 2007), tomografía computada de cone beam, microscopía electrónica de barrido (Navarro, 2007), microscopio operatorio están adquiriendo auge en los últimos tiempos.

En nuestro estudio se evaluó la incidencia de conductos MM encontrados con diversos métodos (macroscópicamente, con el microscopio operatorio y con el ultrasonido). Se consideró el aporte que hacen estas tecnologías en la detección de conductos accesorios “potenciales”. El objetivo fue cotejar estos hallazgos obtenidos sobre dientes *ex vivo* pero mediante el empleo de recursos clínicos (explorador, limas, ultrasonido, microscopio operatorio), con lo observado en cortes transversales por desgaste y tomográficos de cone beam (TCCB) en cuatro niveles radiculares. La intención de lo anteriormente mencionado fue determinar si los conductos MM “potenciales” eran tales o formaban parte de una complejidad anatómica mayor. No hemos encontrado otro estudio en la literatura que haya evaluado las raíces mesiales de molares inferiores con esta metodología.

Con respecto a la utilización del microscopio operatorio como método de investigación de conductos MM, Karapinar-Kazandag y col. en 2010 realizaron un estudio *ex vivo* sobre 96 primeros y segundos molares inferiores. Evaluaron la influencia de la magnificación en la localización de conductos mesiales accesorios, comparando lupas con microscopio operatorio y concluyeron que el uso del microscopio incrementó los porcentajes de conductos detectados en un promedio del 20% para primeros y segundos molares con respecto a las lupas. No obstante, de Carvalho y Zuolo (2000) estudiaron los mismos grupos dentarios y evaluaron si el microscopio operatorio incrementaba el número de conductos localizados en molares inferiores en relación a la visión directa. Comprobaron un incremento de un 7,8% en el total de conductos localizados con microscopio operatorio. Al igual que Karapinar-Kazandag(2010), Azim(2015) registró una tendencia a localizar mayor cantidad de MM

en segundos molares (60%) que en primeros molares (37,5%) aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. En discrepancia con estos autores y en concordancia con los resultados de Carvalho y Zuolo(2000), nosotros obtuvimos mayor porcentaje de conductos MM detectados en primeros molares que en el grupo de los segundos molares (65,21% y 34,78% respectivamente). Este mayor porcentaje podría explicarse porque al comparar los resultados obtenidos por observación con microscopio operatorio con los desgastes transversales y tomografía computada de cone beam, se constató que en nuestra muestra, únicamente el 18% en promedio pertenecían a conductos MM (21,42% de los primeros molares y 14,28% de los segundos molares). El porcentaje excedente se debería a la anatomía accesoria que acompaña a dichos conductos, que pudo ser cateterizada pero que en realidad no se trataba de conductos propiamente dichos sino de istmos en sus distintas variables (total, parcial o vestigio). Por otra parte, efectivamente los primeros molares tienen mayor diversidad anatómica que los segundos molares comprobado por los desgastes.

Kênia Maria Pereira Soares de Toubes y col. (2011), compararon la tomografía computada de cone beam, el microscopio operatorio, la radiología digital y la inspección clínica. Como resultados obtuvieron 27% de conductos detectados por tomografía computada de cone beam; 30% por microscopio operatorio y 34% de potenciales MM por inspección clínica (indicando que muchos surcos subpulpares sugerentes de albergar MM resultaron ser simples espacios luego de la instrumentación). Al igual que en nuestro estudio, el criterio para considerar un MM como conducto fue que éste debía estar completamente rodeado por tejido duro al observar los cortes tomográficos. Finalmente concluyeron que microscopio operatorio y tomografía computada de cone beam fueron los métodos más compatibles entre sí y más competentes en la detección de conductos MM. Ningún conducto pudo ser detectado por radiología digital a pesar de haberse tomado tres radiografías por cada diente (mesial, ortorradial y distal). Si bien la radiología digital no fue un método eficiente para la identificación de conductos accesorios, coincidimos con el autor que el valor de la radiografía no debe ser subestimado. Es destacable la importancia que en este estudio se le da al hecho de instrumentar los conductos ya que en esta investigación 4 (cuatro) conductos accesorios fueron encontrados durante la conformación. A diferencia de ellos, nosotros sólo cateterizamos los conductos que se encontraron pero no fueron instrumentados.

Obtuvimos una incidencia de conductos MM detectados por microscopio operatorio superior a los trabajos de de Toubes anteriormente mencionado.

Macroscópicamente encontramos 20% de conductos MM. El incremento de MM detectados con microscopio operatorio respecto al método macroscópico fue marcadamente superior (20% macroscópicamente a 40,71%microscopio operatorio). Posteriormente, con la utilización del ultrasonido y la observación por segunda vez con microscopio operatorio este valor alcanzó un 49,28% para ambos molares (primeros y segundos) y ambos grupos etarios. Al comparar los resultados obtenidos por microscopio operatorio con los desgastes transversales (nuestro patrón estándar) a nivel coronario de la raíz, las coincidencias parciales alcanzaron un 60,71%. Es decir que, con la utilización del microscopio y el ultrasonido logramos encontrar 20 de los 25 conductos MM observados en los desgastes transversales presentes en el total de la muestra. En un 35,71% de los casos no hubo coincidencias respecto de los conductos accesorios encontrados, pues por microscopio operatorio se había considerado la presencia de uno o dos conductos MM en cada caso pero los desgastes comprobaron que se trataba de algún tipo de istmo asociado a los conductos principales. Hubo un 3,5% de casos, donde existían conductos MM comprobados en los desgastes (5 casos) que no fueron encontrados por el uso de la tecnología evaluada.

Otro criterio evaluado fue la modificación del acceso al área entre los conductos principales de la raíz mesial. Coincidimos con Pomeranz (1981) y Azim (2015) en que la eliminación de tejidos duros interpuestos entre los conductos mesiales principales, ayuda a la detección de mayor número de conductos MM. Si bien ellos utilizaron fresas de cuello largo a baja velocidad para dicho fin, nosotros usamos puntas de ultrasonido que permiten eliminar el tejido calcificado de manera más precisa, controlada y segura que el desgaste que provocan las fresas de cuello largo. El impacto que tuvo dicha modificación permitió incrementar en un 5% los conductos MM, cifra similar a la obtenida por Pomeranz (6%).

En lo que respecta a los istmos son considerados estrechas conexiones entre conductos de una misma raíz con contenido pulpar (Hsu y Kim, 1997). Su importancia radica que tanto en la práctica clínica convencional como en la quirúrgica pueden ser el factor causal del fracaso del tratamiento ya que su intrincada anatomía es muy difícil de conformar (Forner Navarro, 2007), limpiar y obturar. En nuestro estudio, los clasificamos en 4 categorías: sin istmo, vestigio, istmo parcial o istmo completo y a ello lo relacionamos con los conductos accesorios teniendo en cuenta que no tratamos entidades separadas (istmos, conductos) sino una complejidad anatómica. Si bien, al igual que Mannocci (2005), encontramos istmos relacionados a conductos en todos los niveles estudiados, acordamos con von Arx (2005), Texeira (2003) y Hsu y Kim (1997) que los istmos se localizan más frecuentemente entre los 3 y 5 mm del ápice (nivel

apical y medio). En dichos niveles observamos fundamentalmente istmos completos con un 53,6% y 46,4% respectivamente. Según la investigación llevada a cabo por von Arx en 2005, en el 29% de los fracasos endodónticos se encontraron istmos completos. Dicho autor realizó un estudio *in vivo* examinando raíces de primeros molares endoscópicamente durante la cirugía apical. En una muestra de 52 raíces mesiales de primeros molares inferiores encontró: 17% de casos sin istmo y 83% con istmo. Si bien existen diferencias en el diseño experimental de nuestros trabajos (nosotros estudiamos molares *in vitro* analizando desgastes transversales a diferentes niveles radiculares), si tenemos en cuenta sólo el grupo de primeros molares (n 70), a nivel apical (nivel en el cual se realiza el corte para la cirugía apical) encontramos casos sin istmo en el 8,57% y en relación a istmos en el 77,1%. Coincidimos con los trabajos de Gulabivala 2001 y Gulabivala 2002 quienes señalan que son los segundos molares inferiores los que presentan mayor cantidad de istmos. En nuestro estudio fue llamativa la presencia principalmente de istmos completos en los niveles coronario y medio de segundos molares, mientras que los primeros molares presentan una distribución más homogénea. Se destaca como dato interesante que en los grupos adultos jóvenes tanto de primero como segundo molar, en el nivel coronario, todos los casos presentaron algún nivel de complejidad relacionado a sus conductos principales. Esto podría deberse al estadio de desarrollo y calcificación de los conductos que comienza por dicho nivel reflejando su grado de inmadurez e indefinición. Estos hallazgos coinciden con los resultados de estudios previos realizados por Peiris y col. (2008) quienes afirman que hasta los 20 años de edad en primeros molares y entre 16 y 30 años de edad en los segundos molares inferiores, estos dientes poseen patrones mixtos de morfología de sus conductos radiculares por lo que es un período de transición para su definición.

Con respecto a la edad, algunos autores (Pomeranz, 1981; Fabra Campos, 1989; Nosrat, 2014) sostienen que los conductos MM son más fácilmente localizados en pacientes jóvenes y que con la edad, este hecho se vuelve más dificultoso. Ellos en general estudiaron una población cuyas edades oscilaban entre 9 y 40 años. No obstante Gani (2010) y Azim (2015) consideraron también una población con pacientes de mayor edad (hasta 50 y 71 años respectivamente). Nosotros también encontramos que del total de conductos MM detectados por el uso del microscopio operatorio y ultrasonido, 54% pertenecían al grupo de jóvenes y 46% al de mayores. Cuando observamos los desgastes transversales y cortes de tomografía computada de cone beam también encontramos que un 9,3% del grupo adultos jóvenes poseen MM contra un 8,6% de los adultos mayores. Si bien se demuestra una tendencia, la

diferencia entre los grupos etarios no es significativa. Esto puede deberse a que en nuestra población no tenemos casos de pacientes menores de 20 años, que sí están presentes en todos los estudios previamente citados. Como hemos aclarado previamente, la maduración y diferenciación del sistema de conductos radiculares se completa entre los 30-40 años de edad, por lo cual es razonable que las diferencias en este aspecto sean menos significativas que en los otros estudios. Además, la mayoría de los dientes de nuestra muestra fueron extraídos por presentar extensas lesiones de caries, restauraciones defectuosas no reparables, cúspides fracturadas y signos evidentes de bruxismo crónico, todos ellos factores que aumentan la aposición de dentina en el interior de los conductos de manera significativa creando subdivisiones. Al respecto, Peter Murray y col.(2002) realizaron estudios odontométricos de cambios en dientes humanos relacionados con la edad. Concluyeron que dichos cambios están basados en marcadores biológicos de la edad. López Nicolás (1993) indicó que los dientes reflejan la edad del individuo, biológica o fisiológica y que las variaciones causadas por factores genéticos y hábitos masticatorios pueden influenciar su anatomía. La velocidad de secreción de dentina es sensible al trauma y efectos ambientales (Stanley HR, 1983). Los daños dentinopulpares provocados por enfermedad o preparaciones cavitarias y restauraciones pueden causar dentinogénesis terciaria, la cual es secretada por los odontoblastos a un ritmo tres veces superior al de la dentina secundaria (Stanley HR, 1966).

En cuanto a la configuración, en general los autores (Pomeranz y col., 1981; Gu, 2010; Valencia de Pablo, 2010; de Toubes, 2011; Azim, 2015; Versiani, 2015) coinciden en encontrar escasos conductos accesorios totalmente independientes. Acordamos con Karapinar-Kazandag (2011) que todos los conductos accesorios encontrados por nosotros confluyen con los principales (37,7% con el ML; 24,7% con el MV y 9,1% con ambos). Cabe aquí aclarar que 27 de los conductos accesorios encontrados durante las maniobras clínicas, pudieron ser cateterizados parcialmente por lo que no fueron contabilizados en la clasificación anterior. Consideramos que cuando un instrumento puede pasar libremente de un lado a otro estamos en presencia de un conducto único, a lo sumo un conducto principal con istmo parcial y no de un conducto MM. Nuestro criterio clínico para considerar un conducto como tal, es que debe “sentirse” el instrumento “atrapado” por las paredes de dentina que lo contienen. Es de destacar que no se observaron en nuestro estudio conductos MM totalmente independientes con orificios foraminales separados.

Los conductos parcialmente cateterizados fueron 27 (35,6%). El grupo de primeros molares presentó el mayor número de “cateterismos parciales” consecuencia razonable por ser el grupo con mayor cantidad de conductos en general. Estos cateterismos parciales no se unieron con conductos principales y tampoco salieron a periodonto. Simplemente se detuvo el avance de la lima de cateterismo en alguna parte del trayecto radicular. Se calculó la profundidad media de cateterización, que fue similar para todos los subgrupos, con una media global de  $10,1 \pm 3,9$ mm.

Es importante destacar que el mayor porcentaje de “cateterismos totales” o “cateterismos completos” se encuentra en el grupo de segundos molares y de ellos en el subgrupo de adultos jóvenes, lo cual no implica que sean los dientes con mayor cantidad de “conductos cateterizados”. Su explicación radica en que los segundos molares son los dientes que han sido reportados en la literatura con menor frecuencia de conductos mesiales accesorios (de Carvalho, 2000; Vertucci, 1984; Caliskan, 1995; Gulabivala, 2001; Gulabivala, 2002; Sert, 2004; Ahmed, 2007) y mayor frecuencia de istmos (Gulabivala, 2001; Gulabivala, 2002) que en los primeros molares. Nuestro trabajo confirma dichos reportes tanto en los hallazgos con el microscopio como en los desgastes transversales y cortes tomográficos. Su implicancia clínica está dada en el hecho que estos istmos son cateterizables, principalmente en los más jóvenes debido al menor depósito de dentina secundaria, dando la sensación de lima “atrapada” entre paredes dentinarias, lo cual clínica y radiográficamente puede interpretarse como conductos MM.

El nivel radicular en la cual los conductos accesorios cateterizados conflúan con los principales, también fue valorada en nuestro estudio por medio de radiografías proximales. Según lo observado por Deepalakshmi(2013), en la mayoría de los reportes de casos clínicos, el conducto MM se une a los principales en el tercio apical. Nuestros hallazgos no coinciden con dichas observaciones. Casi la mitad de los conductos accesorios se unieron a los principales en el nivel coronario (49,4%), el 30% a nivel medio de la raíz, un 18 % en nivel apical y solo un 2,6% llegaban independientes hasta las proximidades del forámen pero se unieron a los principales antes de emerger por el/los forámenes. Estos valores son compatibles con los resultados obtenidos por de Toubes y col. en su análisis previamente citado. Si bien ellos estudiaron tercios radiculares, coincidimos en porcentajes de confluencia mayor a nivel cervical (54%) para ir decreciendo a nivel medio (38%) y apical (8%).

Finalmente, con respecto al último método evaluado en nuestro estudio, tomografía computada de cone beam, coincidimos con el autor Oliver Valencia de Pablo (2011) que una de sus ventajas es que no es necesario acceder a los conductos

para poder seguirlos en toda su trayectoria radicular. Otra de las ventajas de este método tomográfico es que su utilización no introduce modificaciones en la muestra estudiada. Lofthang-Hansen (2007) y Low (2008) indicaron que la tomografía computada de cone beam permite conocer la anatomía interna de los conductos radiculares a través de imágenes tridimensionales previamente al tratamiento endodóntico, lo que de otra manera, sólo podría ser estimado durante el cateterismo de los mismos. Los autores Michetti y col.(2010) no encontraron diferencias significativas cuando compararon cortes tomográficos con secciones histológicas para determinar la presencia de segundos conductos mesiobucales (MB2) en molares superiores, es más, encontraron una correlación alta a muy alta entre los cortes histológicos y las reconstrucciones tomográficas. Neelakantan y col.(2010) compararon tomografía computada de cone beam con cuatro métodos diferentes para estudiar la morfología del sistema de conductos radiculares. Sus resultados de tomografía computada de cone beam fueron similares a aquellos obtenidos por las técnicas de transparentación las cuales son consideradas el patrón estándar para este tipo de estudios. Blattner y col.(2010) evaluaron primeros y segundos molares superiores extraídos para determinar la prevalencia del segundo conducto mesio-bucal (MB2); luego de escaneados los dientes, fueron axialmente seccionados para determinar el verdadero número de conductos presentes y encontraron una correlación del 80% entre tomografía computada de cone beam y el resultado de las secciones. Los resultados de nuestro trabajo coinciden con los obtenidos por Michetti y col.(2010) a pesar que a diferencia de nosotros, ellos compararon tomografías con cortes histológicos. Cuando comparamos los resultados obtenidos por medio de la tomografía computada de cone beam con los desgastes transversales, obtuvimos un alto grado de acuerdo entre los métodos. Si bien coincidimos con Nance y col.(2000) cuando afirman que no todos los conductos pueden ser identificados con tomografías computadas, en nuestro estudio, el valor de coincidencias absolutas entre los métodos alcanzó el 70,3% considerando todos los niveles radiculares estudiados y todas las categorías analizadas (MM e istmos), a pesar que 23 dientes de la muestra no pudieron ser evaluados a nivel PF. Aquí cabe destacar que la más importante de las limitaciones para el campo de la endodoncia con este método, es sin dudas la resolución que el equipo pueda obtener (tamaño del voxel) y la reconstrucción algorítmica utilizada para la identificación de pequeños objetos (D'Adazzio y col. 2011, Brady y col. 2014 y Patel 2013). La interpretación adquiere mayor confianza a mayor nitidez de imágenes obtenidas (Wenzel, 2009; Özer, 2011) por lo que Nance y col.(2000) indican que la tomografía computada de cone beam debería ser usada como

método auxiliar de diagnóstico en vez de reemplazar un minucioso y exhaustivo exámen clínico y radiográfico.

Sintetizando, se ha observado que los estudios *in vivo* arrojan resultados de prevalencia del conducto MM entre un 1 a un 25%(Baugh, 2004) y aún más (Azim 46,2%) mientras que los trabajos *ex vivo* obtienen porcentajes menores (1 a 18%). Al respecto Gani (2010) sostiene que dichos conductos se describen con frecuencia en estudios clínicos y sólo ocasionalmente en trabajos de laboratorio. Según Mortman (2003), no se trataría de un conducto extra, sino de una consecuencia de instrumentar el istmo entre los conductos mesiovestibular y mesiolingual. Peiris (2008) indica que las limitaciones de las herramientas convencionales utilizadas para el estudio de ciertas características de los conductos no permiten unir los datos de los estudios *ex vivo* con los datos clínicos y son proclives a permitir un amplio rango de interpretaciones.

## CONCLUSIONES

1. Macroscópicamente, en el grupo 1 (Primer Molar Inferior), se hallaron mayor cantidad de conductos accesorios mesial medio (MM), que en el grupo 2 (Segundo Molar Inferior).
2. Con el microscopio operatorio (primera observación), se obtuvo un incremento notorio en los porcentajes de conductos MM detectados en el grupo 1, correspondientes a los primeros molares. En el grupo 2, aunque también registraron incrementos en la cantidad de conductos MM, éstos fueron menores.
3. Luego del uso del ultrasonido los porcentajes de conductos MM detectados en ambos grupos, registraron escasos incrementos en comparación a los detectados mediante microscopía (primera observación), pero se amplió la brecha respecto a los porcentajes de conductos MM localizados por macroscopía.
4. En la segunda observación por microscopio operatorio se localizaron nuevos conductos MM, e incluso casos de dos conductos accesorios que se observaron sólo en el grupo de primeros molares.
5. Con cada método estudiado (microscopio operatorio, ultrasonido, 2da observación con microscopio operatorio), el valor de los conductos encontrados fue aumentando.
6. Se verificaron mayor cantidad de conductos MM en primeros molares que en los segundos, resultando las diferencias significativas.
7. Con respecto a la edad, si bien hubo una incidencia mayor de conductos MM en los molares pertenecientes a adultos jóvenes, la diferencia no fue estadísticamente significativa.
8. Del total de conductos encontrados clínicamente, un tercio de ellos se cateterizó parcialmente. Los mayores porcentajes de conductos MM totalmente cateterizados se observaron en segundos molares.
9. El porcentaje de conductos encontrados clínicamente con cualquiera de los métodos estudiados fue mayor que los valores observados en los desgastes transversales y cortes tomográficos. Esto demuestra que conductos encontrados y/o cateterizados clínicamente pertenecían a istmos y no a conductos propiamente dichos. Los istmos encontrados fueron en su mayoría completos en todos los niveles radiculares, especialmente en los niveles coronarios y medios de segundos molares inferiores.

10. La tomografía computada brindó información compatible con los desgastes transversales.
11. Radiográficamente, la mitad de los conductos MM confluyeron con los principales a nivel coronario. Los conductos MM encontrados se unieron con mayor frecuencia al conducto mesiolingual.
12. En la muestra analizada, no se encontraron conductos mesial-medio independientes en todo su recorrido. En la totalidad de los casos confluían con alguno de los principales antes de su desembocadura.

De acuerdo con el presente trabajo es claro que el tratamiento de los molares inferiores constituye un verdadero desafío terapéutico por sus particulares características anatómicas y que aún queda mucho por seguir investigando al respecto. No obstante, nuestro hallazgo indica que el aporte realizado por la utilización de la tecnología mejora significativamente las posibilidades de acceder en mayor medida a esa intrincada anatomía previamente mencionada.

## Referencias Bibliograficas

1. Abella F, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Roig M (2011). Managing severe curvature of radix entomolaris: three-dimensional analysis with Cone Beam Computed Tomography. *Int Endod J* 44:876-85.
2. Aboshi H, Takahashi T, Tominaga M, Komuro T (2001). Age estimation on lower first premolars based on the ratio between width of root and pulp using a digital X-ray system- consideration on the bias in image geometry. *Nihon Univ Dent J* 75:533-9.
3. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA (1987). Ultrasonic debridement in root canals: An insight into the mechanisms involved. *J Endod* 13:93-101.
4. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA (1987). Ultrasonic debridement in root canals: Acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 13:490-99.
5. Ahmed HA, Abu-bakr NH, Yahia NA, et al (2007). Root and canal morphology of permanent mandibular molars in a Sudanese population. *Int Endod J* 40:766-71.
6. Apotheker H (1981). The applications of dental microscope: Preliminary report. *J Microsug* 3:103-6.
7. Apotheker H and Jako GJ (1981). A microscope for use in dentistry. *J Microsurg* 3:7-10.
8. Artal N, Gani O (2000). Endodontic anatomy of the root canals of lower incisors. *Acta Odontol Latinoam* 13: 39-49.
9. Azim A, Deutsch A, Solomon C (2015). Prevalence of middle mesial canals in mandibular molars after guided troughing under high magnification: an *in vivo* investigation. *J Endod* 41:162-8.
10. Bahcall JK, Olsen FK (2007). Integrating ultrasonic tips into the endodontic treatment armamentarium. *Dent Today* 26:120-23.
11. Barker, BCW, Parsons, KC, Mills, PR, Williams, GL (1974). Anatomy of root Canals. III. Permanent mandibular molars. *Aust Dent J* 19:408-13.
12. Baugh D, Wallace J (2004). Middle mesial canal of the mandibular first molar: a case report and literature review. *J Endod* 30:185–186.
13. Beatty RG, Krell K (1987). Mandibular molars with five canals: report of two cases. *JADA* 114:802–804.

14. Berkovitz BK, Holland GR, Moxham BJ. Tooth morphology. In: "Oral anatomy, histology and embryology". Eds BKB4th ed. London, 1992, pp. 24-43.
15. Blattner TC, Goerge N, Lee CC, Kumar V, Yelton CDJ (2010). Efficacies of CBCT as a modality of accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. *J Endod* 36:867-70.
16. Brady E, Mannocci F, Wilson R, Brown J, Patel S (2014). A comparison of CBCT and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in non-endodontically treated teeth. *Int Endod J* 47:735-46.
17. Buchanan LS (2002). Innovations in endodontics instruments and techniques: how they simplify treatment. *DentToday* 21:52– 61.
18. Bueno MR, Estrela C, Figueiredo JAP, Azevedo BC (2011). Map-reading strategy to dignose root perforations near metllic intracanal posts by using conebeam computed tomography. *J Endod* 37:85-90.
19. Buhrlay LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS (2002). Effect of magnification in locating the MB2 canal in maxillary molars. *J Endod* 28:324-27.
20. Burke FM, Samarawickrama DY (1995). Progressive changes in the pulpo-dentinal complex and their clinical consequences. *Gerod* 12:57-66.
21. Calhoum G, Montgomery S (1988). The effect of four instrumentation technique on root canal shape. *J Endod*14:273-77.
22. Çalışkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SŞ (1995). Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endod* 21:200–204.
23. Camargo M. Estudio de la anatomía radicular externa e interna de la dentición permanente humana. En: "Endodoncia Clínica a la luz de la microscopía operatoria. Visión, precisión y previsibilidad". Ed. Napoleão, Nova Odessa-SP-Brasil,2016, pp.34-77.
24. Carr GB (1992). Microscopes in endodontics. *J Calif Dent Assoc* 20:55-61.
25. Carver K, Nusstein J, Reader A (2007). An in vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 33:1038-43.
26. Castelucci A. Endodontic instruments. En: "Endodontics" Vol II. Ed Odontoiatriche il Tridente 2da ed. Florencia, Italia, 2004, pp. 297-298.
27. Catuna MC (1953). Ultrasonic energy: a posible dental application. Preliminary report of an ultrasonic cutting method. *Ann Dent* 12:256-60.
28. Chenail BL, Teplitsky PE (1985). Endosonic in curved root canals. *J Endod* 11:369-74.

29. Chenail BL, Teplitsky PE (1988). Endosonic in curved root canals-Part II. *J Endod* 14:214-17.
30. Cimilli H, Mumcu G, Cimilli T, Kartal N, Wesselink P (2006). The correlation between root canal patterns and interorifical distance in mandibular first molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 102:16-21.
31. Clark D (2004). The operating microscope and ultrasonics: a perfect marriage. *Dent Today* 23:74–81.
32. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC (2007). The root and root canal morphology of the human mandibular second premolar: a literatura review. *J Endod* 33:1031-7.
33. Cohen S, Hargreaves K. Endodoncia geriátrica. En: “Vías de la pulpa”10° ed. Ed Campus Elsevier, España, 2011, pp 928-42.
34. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 33:1121-32.
35. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schuartz SA, Schindler WG (2001). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 9:1121-32.
36. D’Addazio PS, Campos CN, Öscan M, Teixeira HGC, Passoni RM, Carvalho ACP (2011). A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *Int Endod J* 44:218-24.
37. de Carvalho MC, Zuolo ML (2000). Orifice locating with a microscope. *J Endod* 26:532-4.
38. de Deus QD. *Endodontia* 4ta ed. Ed Médica e Científica. Río de Janeiro 1986.
39. de Toubes KM, Côrtes MI, Valadares MA, Fonseca LC, Nunes E, Silveira FF (2012). Comparative analysis of accessory mesial canal identification in mandibular first molars by using four different diagnostic methods. *J Endod* 38:436-41.
40. Deepalakshmi M, Anupama R, Sulthan IRK, Kumar KS (2013). The Mandibular First Molar with Three Canals in the Mesial Root- A Case Report. *J Clin Diagn Res* 7: 601–603.
41. Deepalakshmi M, Karumaran CS, Miglani R, Indira R (2012). Independent and confluent middle mesial root canals in mandibular first molars: a report of four cases. *Case Rep Dent* 103125.
42. DeGroot ME, Cunningham CJ (1997). Mandibular molar with 5 canals: report of a case. *J Endod* 23:60–62.

43. Diamond M. Anatomía dental con la anatomía de la cabeza y cuello. 2da edición. Unión tipográfica. Ed. Hispano Americana. México, 1962, pp. 102-103.
44. Dowker SE, Davis GR, Elliott JC (1997). X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 83:510-6.
45. Durack C, Patel S (2010). The use of cone beam computed tomography in the conservative management of dens invaginatus: a case report. *Int Endod J* 43:707-13.
46. Estrela C, Reis Bueno M, Alencar AHG et al (2009). Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone-beam computed tomography. *J Endod* 35:1491-7.
47. Everett FG, Kramer GM (1972). The disto-lingual Groove in the maxillary lateral incisors: a periodontal hazard. *J Periodontol* 43:352-61.
48. Fabra-Campos H (1985). Unusual root anatomy of mandibular first molars. *J Endod* 11:568-72.
49. Fabra-Campos H (1989). Three Canals in the mesial root of mandibular first permanent molars: a clinical study. *Int Endod J* 22:38-43.
50. Fan B CG, Fan M, Gutmann JL, Bian Z (2004). C-shaped canal systems in mandibular second molars I. Anatomical features. *J Endod* 3:899-903.
51. Fan B, Min Y, Lu G, Yang J, Cheung GS, Gutmann JL (2009). Negotiation of C-shaped canal systems in mandibular second molars. *J Endod* 35:1003-8.
52. Filho FB, Zaitter S, Haragushiku Ga, Campos EA, Abuabara A, Correr GM (2009). Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. *J Endod* 35:337-42.
53. Freitas L. Anatomía radiográfica dentomaxilomandibular en: "Radiología Bucal". 2da ed. Ed Pancast. Sao Paulo, 2000, pp. 98-114.
54. Fun B, Yang J, Gutmann JL, Fan M (2008). Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod* 34:1337-41.
55. Gaffney J, Lehman WJ, Miles MJ (1981). Expanded use of ultrasonic scaler. *J Endod* 7:228-9.
56. Gani O (1997). Conductos múltiples y calidad de instrumentación en primeros molares inferiores permanentes de niños. *Rev Asoc Odontol Arg* 85: 381-6.

57. Gani O, Gallará R.V., Visvisián C (2010). Influencia de la edad sobre la frecuencia de conductos adicionales en primeros molares mandibulares. Rev Asoc Esp Endod 28:69-73.
58. Gani O, Visvisián C (1999). Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. J Endod 25 689-91.
59. Gani O, Visvisian C, de Caso C (1998). Prevalence of canal complexity in lower premolars for different race groups. J Dent Res 78:93.
60. Gani O, Boiero C, Correa C, Masin I, Machado R, Silva E, Vansan L (2014). Morphological changes related to age in mesial root canals of permanent mandibular first molars. Acta Odontol Latinoam 27:105-9.
61. Glossary of endodontic terms. AAEEChicago, IL, 2003.
62. Goel N, Gill K, TanejaJ (1991). Study of root Canals configuration in mandubular first permanent molar. J Indian Soc Pedod Prev Dent 8:12-4.
63. Green D (1955). Morphology of the pulp cavity of the permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 8:743-59.
64. Gu L, Wei X, Ling J, et al (2009). A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of maidibular first molars in a Chinese population. J Endod 35:353-6.
65. Gu YC (2011). A micro-computed tomography analysis of maxillary lateral incisors with radicular grooves. J Endod 37:789-92.
66. Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, et al (2001). Root and canal morphology Of Burmese mandibular molars. Int Endod J 34:359-70.
67. Gulabivala K, Opasanon A, Ng YL, et al (2002). Root and canal morphology of Thai mandibular molars. Int Endod J 35:56-62.
68. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M (2005). *In vivo* debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. J Endod 31:166-70.
69. Gutmann JL, Gao Y (2012). Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. Int Endod J 45:113-28.
70. Haidet J, Reader A, Beck M, Meyers W (1989). An *in vitro* comparison of the step back technique versus a step back/ultrasonic in human mandubular molars. J Endod 15:195-99.
71. Hannah R, Kandaswamy D, Jayaprakash N (2014). Endodontic management of a mandibular second molar with radix entomolaris: a case report. Restor Dent Endod 39:132-6.

72. Haznedaroglu F, Erscv H, Odaba H, Yetkin G, Batur B, Asci S, Issever H (2003). Incidence of patent furcal accesory canals in permanent molars of a Turkish population. *Int Endod J* 36:515-519.
73. Heilborn C, Valencia dde Pablo O, Estevez R, Cohenca N (2011). Root-canal anatomy of the permanent mandibular first molar-Clinical implications and recomendations. *Roots*1:10-13.
74. Hess W, Zurcher E. The anathomy of the root Canals of the teeth of the permanent and deciduous dentitions. Ed William Wood & Co. New York, 1925.
75. Hirayama S, Maeda K (1993). Radiographic study on pulp cavity change. *Shingaku* 81,1023-37.
76. Holtzmann L (1997). Root canal treatment of a mandibular first molar with three mesial root canals. *Int Endod J* 30:422–423.
77. Hsu Y, Kim S (1997). The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dent Clin North Am* 41:528-40.
78. Iqbal M, Chan S, Ku J (2008). Relative frequency of teeth needing conventional and surgical endodontic treatment in patients treated at a graduate endodontic clinic--a Penn Endo database study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106:62-67.
79. Iqbal MK (2004). Nonsurgical ultrasonic endodontic instruments. *Dent Clin N Am* 48:19-34.
80. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 20:340-349.
81. Karapinar-Kazandag M, Basrani B, Friedman S (2010). The operating microscope enhaces detection of accessory mesial canals in mandibular molars. *J Endod* 36:1289-94.
82. Kerekes K, Tronstand L (1977). Morfometric observations on root canals of human anterior teeth. *J Endod* 3:24-9.
83. Kerekes K, Tronstand L (1977). Morfometric observations on root canals of human premolars. *J Endod* 3:74-9.
84. Kerekes K, Tronstand L (1977). Morfometric observations on root canals of human molars. *J Endod* 3:114-8.
85. Kielt LW, Montgomery S (1987). The effect of endosonic instrumentation in simulated curved root canals. *J Endod* 13:215-19.
86. Kim S (1997). Microscopes in endodontics. *Dental Clin N Am* 41:391-413.

87. Kogon SL (1986). The prevalence, location and conformation of palato-radicular grooves in maxillary incisors. *J Periodontol* 57:231-4.
88. Kontakiotis E, Palamidakis F, Farmakis E, Tzanetakakis G (2010). Comparison of isthmus detection methods in the apical third of mesial roots of maxillary and mandibular first molars: macroscopic observation versus operating microscope. *Braz Dent J* 21:428-31.
89. Krell KV, Johnson RJ, Madison S (1988). Irrigation pattern during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K type files. *J Endod* 14:65-8.
90. Krithikadatta J, KottoorJ, Karumaran CS, Rajan G (2010). Mandibular first molar having unusual mesial root canal morphology with contradictory cone-beam computed tomography findings: a case report. *J Endod* 36: 1712-16.
91. La SH, Jung DH, Kim EC, Min KS (2010). Identification of independent middle mesial canal in mandibular first molar using cone-beam computed tomography imaging. *J Endod* 36:542-545.
92. Lammertyn PA, Rodrigo SB, Brunotto M, Crosa M (2009). Furcation Groove of maxillary first premolar, thickness and dentin structures. *J Endod* 35:814-7.
93. Langeland K, Liao K, Pascon A (1985). Work-saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endod* 11:499-510.
94. Laws AJ (1971). Prevalence of canal irregularities in mandibular incisors: a radiographic study. *N Z Dent J* 67:181-6.
95. Lee JS, Wu MK, Wessenlink PR (2004). The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J* 37:672-78.
96. Lofthang-Hansen S, Huumonen S, Gröndal k, Gröndal HG (2007). Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103:114-9.
97. Lopez Nicolas M, Morales A, Luna A (1993). Morphometric study of teeth in age calculation. *J Forensic Odonto-Stomatol* 11:1-8.
98. Low MTL, Dula KD, Bürgin W, von Arx T (2008). Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod* 34:557-62.
99. Ludlow JB, Ivanivic M (2008). Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod* 106:106-14.

100. Mannocci F, Peru m, Sherriff M, et al (2005). The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. *Int Endod J* 38:550-63.
101. Manson-Hing LR. Anatomía radiográfica intrabucal y montado de la película. *Fundamentos de Radiología Dental*. Ed El Manual Moderno. México, 1987, pp.85-98.
102. Mansueto MA, Overton JD (2007). Surgical loupes. *Texas Dent J* 124:174-86.
103. Marroquin BB, El-Sayed MA, Willershausen-Zonnchen B (2004). Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod* 30:321-328.
104. Martin H, Cunninham WT (1984). Endosonics: the ultrasonic synergistic system. *Int Dent J* 34:198-203.
105. Martínez-Berná A, Badanelli P (1985). Mandibular first molars with six root canals. *J Endod* 11:348–352.
106. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulilid JC, Tira D (2008). Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems *in vitro*. *J Endod* 34:87-9.
107. Mauger MJ, Schindler WG, Walker WA (1988). An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. *J Endod* 24:607-9.
108. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F (2010). Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod* 36:1187-90.
109. Millar BJ (1998). Focus on loupes. *British Dent J* 185:504-08.
110. Mohammadi Z (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J* 58:329-341.
111. Mortman RE, Ahn S (2003). Mandibular first molars with three mesial canals. *Gen Dent* 51:549-51.
112. Mounce R (1993). Surgical operating microscopes in endodontics: the quantum leap. *DentToday* 12:88-91.
113. Murray PE, Stanley HR, Matthews JB, Sloan AJ, Smith AJ (2002). Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 93:474-82.
114. Nagaven NB, Umashankara KV (2012). Radix entomolaris and paramolaris in children: a review of the literature. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 30:94-102.

115. Nance R, Tyndall d, Levin LG, Trope M (2000). Identification of root canals in molars by tuned-aperture computed tomography. *Int Endod J* 33:392-6.
116. Navarro LF, Luzi A, Garcia AA, Garcia AH (2007). Third canal in the mesial root of permanent mandibular first molar: review of the literatura and presentation of 3 clinical reports and 2 in vitro studies. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 12:605-9.
117. Neelakantan P, Subbaru C, Subbaru VC (2010). Comparative evaluation of modified Clearing technique, CBCT, peripheral quantitative CT, spiral CT, and plain and contrast médium-enhaced digital radiography in studyng root canal morphology. *J Endod* 36:1547-51.
118. Nosrat A, Deschenes RJ, Tordik PA, Hicks ML, Fouad AF (2014). Middle mesial canals in mandibular molars: incidense and related factors. *J Endod* 41:28-32.
119. Oi T, Saka H, Ide Y (2004). Three-dimentional observation of the pulp cavities in the maxillary first premolars tooth using micro-CT. *Int Endod J* 37:46-51.
120. Okumura T (1927). Anatomy of the root canals. *JADA* 632-40.
121. Ordinola-Zapata R, Monteiro Bramante C, Gagliardi Minotti P, Cavalini Cavenago B, Gutmann JL, Moldauer BI, et al (2015). Micro-CT evaluation in mandibular first premolars in a Brazilian subpopulation. *Int Endod J* 48:807-13.
122. Özer SY (2011). Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an *in vitro* model. *JEndod* 37:75-9.
123. Passler F. Técnica de radiografar e anatomía radiológica en Radiología Odontológica. 3ra ed. Ed Médica e Científica LTDA. Río de Janeiro, 1999, pp 29-46.
124. Patel S (2009). New dimentions in endodontic imaging: part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J* 42:463-75.
125. Patel S (2010). The use of Cone Beam Computed Tomography in the conservative managment of dens invaginatus: a case report. *Int Endod J* 43:707-13.
126. Patel S, Brady E, Wilson R, Brown J, Mannocci F (2013). The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *Int Endod J* 46:1040-52.
127. Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T (2009). Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int Endod J* 42:507-15.

128. Patel S, Dawood A, Waites E, Pitt Ford T (2009). New dimensions in endodontic imaging part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J* 42:447-62.
129. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F (2009). The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography- an in vivo investigation. *Int Endod J* 42:831-8.
130. Pauwels R, Beinsbergera J, Collaert B et al (2012). Effective dose range for dental Cone Beam Computed Tomography scanners. *EuropJRadiol*81:267-71.
131. Pécora JD, Woelfel JB, Sousa Neto MD, Issa EP (1992). Morphologic study of the maxillary molars. Part II: Internal anatomy. *Braz Dent J* 3:52-7.
132. Peiris HR, Pitakotuwage TN, Takashashi M, et al (2008). Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages. *Int Endod J* 41:828-35.
133. Pericord D, El Deeb ME, Messer HH (1986). Hand versus ultrasonic instrumentation: Its effect on canal shape and instrumentation time: *J Endod* 12:375-81.
134. Peters O, Laib A, Goring TN, Barbakow F (2001). Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 27:1-6.
135. Peters O, Schönenberger K, Laib A (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 34:221-30.
136. Philippas GG (1952). Effects of function on healthy teeth: the evidence of ancient Athenian remains. *JADA* 45:443-53.
137. Philippas GG (1961). Influence of occlusal wear and age on formation on dentin and size pulp chamber. *J Dent Res* 40:1186-98
138. Philippas GG, Applebaum E (1966). Age factor in secondary dentin formation. *J Dent Res* 45:778-89.
139. Pineda F, Kuttler Y (1972). Mesiodistal and buccolingual roetgenographic investigation of 7,275 root Canals. *Oral Surg Oral Med Oral Patol* 33:101-10.
140. Pinheiro Junior E, Leite A, Silva R, Pecora J (1993). Pre-molares superiores trirradiculares: anatomía externa e interna. *Rev ABO Nac* 164-8.
141. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod* 33:81-95.

142. Pomeranz HH, Eidelman DL, Goldberg MG (1981). Treatment considerations of the middle mesial canal of mandibular first and second molars. *J Endod* 7:565-8.
143. Pucci FM, Reig G. Estudio de cada diente en particular. En: "Conductos radiculares: anatomía, patología y terapia. Vol. I. Ed. Médico-Quirúrgica. Buenos Aires, Argentina, 1944.
144. Rampado ME, Tjaderhane L, Friedman S, Hamstra SJ (2004). The benefit of the operating microscope for access cavity preparation by undergraduate students. *J Endod* 30:863-7.
145. Reeh ES (1988). Seven canals in a lower first molar. *J Endod* 24:497-499.
146. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV (1999). Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 32:165-70.
147. Richman RJ (1957). The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med* 12:12-18.
148. Ricucci D (1997). Three independent Canals in the mesial root of a mandibular first molar. *Endod Dent Traum* 13:47-9.
149. Romani NF, Carlik J, Massafelli M, Canepa R, Nunes Gentil S, de Oliveira S. Anatomía Interna Dental. En: "Texto y Atlas de Técnicas Clínicas Endodónticas". Ed. Interamericana. México, 1994, pp. 2-26.
150. Rubinstein R (1997). The anatomy of the surgical operating microscope and operating positions. *Dent Clin N Am* 41:391-413.
151. Sachdeva GS, Ballal S, Gopikrishna V, Kandaswamy D (2008). Endodontic management of a mandibular second premolar with four roots and four root canals with the aid of spiral computed tomography: a case report. *J Endod* 34:104-7.
152. Scarfe WC, Farman AG (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 52:707-30.
153. Selden HS (2002). The Dental-Operating Microscope and its slow acceptance. *J Endod* 28:206-207.
154. Sert S, Bayirli GS (2004). Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod* 30:391-8.
155. Shanelec DA (1995). Optical principles of loupes. *J Canad Dent Assoc* 61:851-6.
156. Simon JH1, Dogan H, Ceresa LM, Silver GK (2000). The radicular Groove. Its Potencial Clinical Significance. *J Endod* 26:295-8.

157. Skidmore AE, Bjorndal AM (1971). Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Patol* 32:778-84.
158. Soares I, Golberg F. Consideraciones sobre reparación. En: "Endodoncia: Técnica y fundamento". Ed. Panamericana. Buenos Aires, Argentina, 2002, pp. 193-209.
159. Soğur E, Baksi BG, Gröndhal H-G (2007). Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited conebeam CT, storage phosphor and film radiography. *Int Endod J* 40:179-85.
160. Song C-K, Chang H-S, Min K-S (2010). Endodontic management of supernumerary tooth fused with maxillary molar by using cone-beam computed tomography. *J Endod* 36:1901-4.
161. Souza-Flamini LE, Leoni GB, Chaves JF, Versiani MA, Cruz-Filho AM, Pécora JD et al (2014). The radix entomolaris and paramolaris: a micro-computed tomography study of 3-rooted mandibular first molars. *J Endod* 40:1616-21.
162. Sperber GH, Moreau JL (1998). Study of number of roots and canals in Senegalese first permanent mandibular molars. *Int Endod J* 31:117-22.
163. Srinivasan M, Ravishanker P (2015). Management of middle mesial canal under operating microscope. *Med J Armed Forces Ind* 71:502-5.
164. Stanley HR, Periera JC, Speigel E, Broom C, Schultz M (1983). The detection and prevalence of reactive, reparative dentin and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Oral Pathol* 12:257-89.
165. Stanley HR, White CL (1966). The rate of tertiary (reparative) dentine formation in the human pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 21:180-9.
166. Sunqvist G (1976). Bacteriological studies of necrotic dental pulps. *Umea UniverOdontol Dissert J* 7:1-93.
167. Suomalainen A, Kiljunen T, Käser Y, Peltola J, Kortensniemi M (2009). Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. *Dentomaxillofacial Radiol* 25:506-8.
168. Suto K, Saka H, Ide Y (2002). Three dimensional observation of the orifice portion of the root canal in the maxillary deciduous second molars using micro-CT. *Japan J Ped Dent* 40,541-8.
169. Swain MV, XueJ (2009). State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci* 1:177-88.

170. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA (1983). Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 9:198-202.
171. Tachibana H, Mtsumoto K (1990). Applicability of x-ray computerized tomography in endodontics. *Endod Dent Traumatol* 6:16-20.
172. Theodorakou C, Walker A, Horner K et al (2012). Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. *Brit J Radiol* 85:153-60.
173. Valencia de Pablo O, Estevez R, Péix Sanchez M, Heilborn C, Cohenca N (2010). Root anathomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J Endod* 36:1919-31.
174. van der Sluis LWM, Verluis M, Wesselink PR (2001). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literatura. *Int Endod J* 40:415:26.
175. Velmurugan N, Sandhya R (2009). Root canal morphology of human mandibular first premolars in an Indian population: a laboratory study. *Int Endod J* 42:54-8.
176. Verma P, Love RM (2011). A Micro CT study of the mesiobuccal root canal morphology of the maxillary first molar tooth. *Int Endod J* 44:210-7.
177. Versiani MA, Cristecu RC, Saquy PC, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2013). Enamel pearls in permanent dentition: case report and mico-CT evaluation. *Dentomaxillofac Radiol* 42:20120332.
178. Versiani MA, Ordinola-Zapata R, Keles A, Alcin H, Bramante CM, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2016). Middle mesial canals in mandibular first molars: A micro-CT study in different populations. *Arch Oral Bio* 61: 130-7.
179. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2011). Flat-oval root canal preparation with serf adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod* 37:1002-7.
180. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2011). The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using micro-computed tomography. *Int Endod J* 44:683-7.
181. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2012). Root and root-canal morphology of four rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. *J Endod* 38:977-82.
182. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2013). Microcomputed tomography analisys of the root canal morphology of single rooted mandibular canines. *Int Endod J* 46:800-7.

183. Versiani MA, Sousa-Neto MD, Pécora JD (2011). Pulp pathosis in inlayed teeth of the ancient Mayas: a microcomputed tomography study. *Int Endod J* 44:1000-4.
184. Vertucci FJ (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Patol* 58:589-99.
185. Vertucci FJ (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedure. *Endod Topics*10:3-29.
186. Vertucci FJ, Anthony RL (1986). A scanning electron microscopic investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 62:319-26.
187. Villas-Bôas MH, Bernardineli N, Cavenago BC, Marciano M, Del Carpio-Perochena A, de Moraes IG et al (2011). Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. *J Endod* 37:1682-6.
188. Viohl J (1979). Dental operating lights and illumination of the dental surgery. *Int Dent J* 29:148-63.
189. Visvisián C, Gani O, Ulfohn R (1997). Cambios producidos por la edad en la forma de los conductos radiculares del primer molar superior. *Rev Asoc Odontol Arg* 85:129-34.
190. Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes BP, da Silveira HE (2013). CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. *Int Endod J* 46:870-6.
191. von Arx T (2005). Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. *Int Endod J* 38:160-8.
192. Walker RT (1988). Root canal anatomy of mandibular first premolars in a southern Chinese population. *Endod Dent Traumatol*4:226-8.
193. Walker TL, Del Rio C (1991). Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water: *J Endod*17:66-71.
194. Walton R, Torabinejad M. Endodontic radiographic techniques y Anatomía interna. En: "Endodoncia Principios y Práctica" 2da ed. EdMcGraw Hill Interamericana. México 1996, pp 51-9 y pp 177-91.
195. Wang Y, Zheng QH, Zhou XD, Tang L, Wang Q, Zheng GN, Huang DM (2010). Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography. *J Endod* 36:1786-9.

196. Wasti F, Shearer AC, Wilson NHF (2001). Root canal systems of the mandibular and maxillary first permanent molar teeth of south Asian Pakistanis. *Int Endod J* 34:263–266.
197. Wayman BE, Patten JA, Dazey SE (1994). Relative frequency of teeth needing endodontic treatment in 3350 consecutive endodontic patients. *J Endod* 20:399-401.
198. Weine FS (1981). Case report: three canals in the mesial root of mandibular first molar. *J Endod* 8:517-20.
199. Weine FS (1998). C-shaped mandibular second molar: incidence and other considerations. Members of Arizona Endodontic Association. *J Endod* 24:372-5.
200. Weine FS, Healey NJ, Gerstein H, Evanson L (1969). Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg* 28:419-425.
201. Weller RN, Brady JM, Bernier WE (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod* 6:740-43.
202. Wenzel A, Neto-Haiter F, Frydenberg M, Kirkevang L (2009). Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photoestimable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an *in vitro* model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod* 108:939-45.
203. Workman A, Brettle DS (1997). Physical performance measures of radiographic imaging systems. *Dentomaxillofacial Radiol* 26:139-46.
204. Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H (2002). Detection rate of root canal orifices with a microscope. *J Endod* 28:452–453.
205. Yu G, Ye L, Huang D (2012). Clinical investigation of radix entomolaris in mandibular first molars. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 30:259-61.
206. Zaatar EI, al-Kandari AM, Alhomaidah S, al-Yasin IM (1997). Frequency of endodontic treatment in Kuwait: radiographic evaluation of 846 endodontically treated teeth. *J Endod* 23:453-456.
207. Zehnder M (2006). Root canal irrigants. Review Article. *J Endod* 32:389-396.
208. Zheng Q, Zhang L, Jou X, Wang Q, Wang Y, Tang L, et al (2011). C-shaped root canal system in mandibular second molars in a Chinese population evaluated by cone-beam computed tomography. *Int Endod J* 44:857-62.
209. Zinner DD (1955). Recent ultrasonic dental studies including periodontia, without the use of an abrasive. *L Dent Res* 34:748-9.

210. Zuolo LM, Kherlakian D, de Mello Jr, JE, Coelho de Carvalho MC, Ranazzi Cabral Fagundes MI. Selección de casos no quirúrgicos. En: "Reintervención en Endodoncia". Ed. Livraria Santos. Sao Pablo- Brasil. 2012, pp.19-42.
211. Zuolo LM, Kherlakian D, de Mello Jr, JE, Coelho de Carvalho MC, Ranazzi Cabral Fagundes MI. Avances Tecnológicos. En: "Reintervención en Endodoncia". Ed. Livraria Santos. Sao Pablo- Brasil. 2012, pp.43-58.