



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD LEÓN**

**TÍTULO: ANOMALÍA DE FORMA: REPORTE DE UN
CASO, PRIMER MOLAR CON 5 RAÍCES, 7
CONDUCTOS.**

FORMA DE TITULACIÓN: TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ODONTOLOGÍA**

P R E S E N T A:

CHRISTIAN HERNÁNDEZ HIDALGO



TUTOR: MTRA PAOLA CAMPOS IBARRA

**ASESOR: MTRO. FERNANDO TENORIO
ROCHA**

LEÓN, GTO. 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIAS	2
RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE:.....	5
INTRODUCCIÓN	6
Capítulo 1	8
MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	9
1.0 Generalidades de la morfogénesis dental	9
2.0 Estadios del desarrollo dental	10
2.1 Estadio de brote o yema	10
2.2 Estadio de casquete	11
2.3 Etapa de campana inicial	12
2.4 Estadio de campana tardía	12
3.0 Aspectos moleculares de la odontogénesis	14
3.1 BMPS	14
3.2 FGF	15
3.3 SHH (Sonic Hedgehod).....	15
3.4 WNT (Proteínas Wingless)	16
4.0 Otros elementos moleculares y genéticos de la odontogénesis	16
4.1 MSX1, MSX2.....	16
4.2 PAX9	16
5.0 Rol del nudo del esmalte	17
6.0 Anomalías dentales	18
6.1 Anomalías de número	18
6.2 Anomalías de tamaño y forma.....	20
7.0 Dientes supernumerarios	21
7.1 Prevalencia	22
7.2 Etiología.....	23
7.3 Mecanismos moleculares	24
8.0 Clasificación “MIND” para el diagnóstico clínico	26
8.1 Metabólicas.....	26
8.2 Inflamatorias.....	27

8.3 Neoplásicas	28
8.4 Del desarrollo	29
9. 0 Clasificaciones del sistema de conductos radiculares	31
9.1 Clasificación de Waine et al, 1969 y 1982.....	31
9.2 Clasificación de Vertucci et al, de 1974	32
9.3 Clasificación de Briseño-Marroquín de 2016.....	33
9.4 Clasificación de Ahmed et al, de 2016.....	34
10.0 Imagenología en endodoncia	36
10.1 Limitantes de las radiografías convencionales	36
10.2 Compresión de la anatomía a una imagen bidimensional.....	36
10.3 Distorsión geométrica	37
10.4 Superposición de imágenes	37
11.0 Tomografía computarizada Cone Beam	38
11.1 Obtención de datos	38
11.2 Procesamiento de datos	39
12.0 Aplicaciones de CBCT en endodoncia	40
12.1 Detección de periodontitis apical	40
12.2 Evaluación pre-quirúrgica	41
12.3 Evaluación de traumatismos dentales.....	42
12.4 Evaluación del sistema de conductos radiculares	43
13.0 Ultrasonido en Endodoncia	44
13.1 Aplicaciones del ultrasonido en Endodoncia	46
14.0 Preparación rotatoria del sistema de conductos radiculares	47
14.1 Sistemas de Níquel-Titanio (Ni-Ti).....	48
Capítulo 2	50
OBJETIVOS GENERALES	51
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	51
Capítulo 3	52
CASO CLÍNICO	53
Capítulo 4	58
DISCUSIÓN	59
CONCLUSIÓN	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS	65

ANEXOS	69
 Historia clínica y consentimiento informado	69

AGRADECIMIENTOS

Siempre estaré agradecido con la Universidad Autónoma de México por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria y por los grandes momentos que viví a lo largo de estos cinco años.

Agradezco a la Escuela Nacional de Estudios Superiores por brindarme un espacio único e innovador para que yo pudiera desarrollarme y prepararme como profesional de la salud y como ser humano.

Gracias infinitas al Mtro. Javier de la Fuente, quien fue la persona que inició y desarrolló la Escuela Nacional de Estudios Superiores, por su dedicación, compromiso y entusiasmo que transmite a sus estudiantes.

Gracias infinitas a la Dra Paola Campos a quien siempre recordaré como una persona recta, comprometida y distinguida. A Ella le debo gran parte de mi formación ya que siempre estuvo al pendiente de mi desarrollo personal y académico.

Al Mtro. Fernando Tenorio Rocha por brindarme su confianza y por ser un ejemplo claro de superación.

Muchas gracias a mi amiga, jefa y compañera de trabajo Paulina Ávila, quien me brindó su apoyo incondicional para que yo pudiera trabajar y estudiar. Siempre me impulsó a no rendirme y a luchar por lo que quiero.

Finalmente agradezco a la compañía Teletech Inc para la que llevo hasta hoy 10 años trabajando. Esta compañía significa mucho para mí porque me ha dado muchas satisfacciones y me ha brindado su apoyo para poder trabajar y estudiar.

DEDICATORIAS

Le dedico este trabajo a toda mi familia especialmente a mi hermana Berenice Hernández y a sus hijas Nazly y María José García. Ellas son las mujeres más importantes en mi vida. Te quiero mucho Bere y que dios te conserve muchos años. Eres una mujer ejemplar y siempre tendrás mi admiración por todo lo que has superado. Nunca olvidare cuando de niños jugábamos al dentista y me extrajiste un diente de leche.

Le dedico este trabajo a mi hermana mayor Rubí Hernández, ella es mi principal ejemplo de superación y además, ella y su familia me han apoyado en todos los aspectos.

También les dedico mi trabajo a mis amigos de la universidad con los que conviví estos años, a Jessica Montaña, Naye Hernández, Karen Mancera y Jorge Cobián. Gracias por todo su apoyo.

RESUMEN

Introducción: La formación dental ha sido clásicamente descrita como un proceso de cuatro etapas de morfodiferenciación y citodiferenciación que son regulados genéticamente a través de la interacción recíproca entre el tejido epitelial y el tejido mesenquimatoso. Las anomalías dentales son malformaciones congénitas que pueden presentarse tanto en pacientes sindrómicos como en pacientes no sindrómicos (aisladas). Éstas pueden presentarse en dientes temporales o permanentes y dependiendo del estadio en que se encuentre la formación del diente, las anomalías pueden ser de forma, tamaño o número.

El presente trabajo da a conocer la metodología para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la terapéutica aplicada a un paciente cuyo primer molar superior estaba fusionado a raíces supernumerarias y dicho diente requería de tratamiento Endodóncico.

Marco teórico y antecedentes: Se piensa que las anomalías de número, tamaño y forma son el resultado de perturbaciones que ocurren durante alguno de los estadios de la morfodiferenciación (Yema-Campana). Los responsables de estas perturbaciones pueden ser factores locales o sistémicos y pueden afectar dientes temporales o permanentes, no obstante la etiología exacta aún es desconocida.

Un diente supernumerario es un diente adicional que puede desarrollarse en cualquier lugar de la mandíbula o en el maxilar, éstos pueden ser únicos o múltiples; unilaterales o bilaterales y pueden erupcionar o permanecer retenidos. Aunque la etiología de los dientes supernumerarios es incierta, se han propuesto diferentes teorías para tratar de explicar su desarrollo incluyendo Atavismo (regresión evolutiva), dicotomía del germen dental, hiperactividad en la lámina dental y factores ambientales y genéticos. En ocasiones, cuando se requiere realizar una terapia endodóncica en dientes afectados con alguna anomalía dental, el tratamiento se vuelve complejo y requiere de auxiliares de diagnóstico avanzados que proporcionen

mayor información sobre la morfología interna del diente y la relación del diente con otras estructuras adyacentes. La tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) o tomografía volumétrica digital (DVT) fue desarrollada en los años 1990's para producir imágenes en tercera dimensión utilizando una cantidad de radiación menor a la tomografía computarizada convencional, esta herramienta permite identificar con precisión el número y configuración de los conductos radiculares, lo que permite seleccionar el protocolo del tratamiento endodóncico más adecuado.

Caso clínico: Paciente masculino de 19 años de edad, se presenta a la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. El examen radiográfico del diente 16 reveló una compleja anatomía radicular compuesta por varias raíces. Las pruebas de sensibilidad pulpar fueron negativas al frío y al calor, asimismo el paciente no refirió molestia a las pruebas de percusión verticales y horizontales. Se indicó la toma de una tomografía computarizada tipo cone beam CBCT CS 9300 (Carestream Dental Atlanta GA). Una vez analizados los cortes tomográficos, se indicó la terapia de conductos radiculares, ya que las imágenes confirmaban una lesión periapical así como la fusión del primer molar con un diente supernumerario; formando un diente con morfología atípica y un complejo sistema de conductos radiculares. Bajo anestesia local y aislamiento absoluto, se realizó acceso de conveniencia y se localizaron las entradas a los conductos radiculares. La limpieza y conformación se llevó a cabo con instrumentos rotatorios de níquel-titanio ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Suiza) (Fig 40) y durante el procedimiento, se utilizó una jeringa de 10 ml con hipoclorito de sodio al 5.25% % activada con puntas ultrasónicas [EndoKit E12 (NSK, Japón)] para desinfectar los conductos. Los conductos radiculares fueron obturados con la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido y el paciente fue referido al área de prótesis para la restauración.

Discusión: Fusión, geminación y raíces supernumerarias son términos utilizados para definir diferentes anomalías morfológicas que, aunque han sido ampliamente reportados en la literatura, estos casos se consideran únicos y se

convierten en un desafío clínico ya que el diagnóstico diferencial entre estas anomalías es difícil y requieren de un examen clínico y radiográfico detallado.

El uso generalizado de CBCT, ha facilitado la identificación de la configuración precisa de los conductos radiculares y de la anatomía externa del diente, asimismo, en el diagnóstico, planificación y ejecución de un plan de tratamiento predecible de dientes que presenta alguna anomalía del desarrollo.

Conclusión: Es importante evaluar la anatomía interna y externa, ya que los dientes con alteraciones morfológicas son susceptibles a lesiones cariosas, enfermedad periodontal y también pueden ser la causa de alteraciones en la oclusión y presentar predisposición a patologías pulpares.

PALABRAS CLAVE:

Anomalías dentales, anatomía radicular, Tomografía computarizada Cone Beam, Dientes supernumerarios, odontogénesis.

Implicaciones éticas

No tiene implicación ética, el paciente firmó un consentimiento informado para la realización del tratamiento.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo dental comprende una serie de estadios complejos que ocurren durante las primeras semanas de vida intrauterina, estos estadios se caracterizan por la constante interacción recíproca y secuencial entre el epitelio oral y el tejido ectomesenquimatoso. La forma, número, tamaño y ubicación de los dientes son determinados por más de 300 genes que se expresan a lo largo del proceso de la formación dental. La mayoría del conocimiento acerca de las bases genéticas y celulares de la odontogénesis se ha obtenido a través de estudios en ratones ya que, aunque la dentición de ratones es más simple que en humanos, se cree que los mecanismos de desarrollo son muy similares. La iniciación de la odontogénesis se caracteriza por el adelgazamiento del epitelio oral, el cual se invagina hacia el tejido mesenquimatoso derivado de la cresta neural, que se condensa para juntos formar el germen dental. Esta etapa es mediada por moléculas secretadas por las principales familias de señalización (FGF, TGF- β , WNT, y HH) lo que propicia la expresión de factores de transcripción tales como: Msx, Pax, y Runx. Posteriormente, el tejido epitelial se extiende caudalmente rodeando el tejido mesenquimatoso, adquiriendo primero una forma de casquete que más tarde se asemejará a una forma de campana. El tejido mesenquimatoso dentro del germen dental dará lugar a la papila dental, la cual se encuentra en contacto con el epitelio interno del esmalte, diferenciándose así en odontoblastos que más tarde producirán dentina. Las células epiteliales adyacentes darán lugar a los ameloblastos; responsables de la formación del esmalte. El término anomalía se refiere a lo

opuesto a de lo normal; es decir, una desviación de lo que conocemos como regular. Las alteraciones de los tejidos epiteliales y ectomesenquimatosos durante morfodiferenciación (Casquete-campana) pueden dar lugar a anomalías de forma, número y tamaño de los dientes permanentes y temporales. A veces, los gérmenes dentales pueden fusionarse o geminarse durante su desarrollo, dando lugar a dientes unidos, ya sea sólo por la dentina, o bien tanto por dentina y esmalte; pueden presentar cámaras pulpares unidas o separadas y un tamaño mayor al normal. La etiología de esta anomalía es aún desconocida, pero se han asociado factores predominantemente genéticos. Asimismo se han identificado causas genéticas en las malformaciones dentales vistas en pacientes sindrómicos y anomalías dentales aisladas (No sindrómicas).

Capítulo 1

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

1.0 Generalidades de la morfogénesis dental

Las estructuras del segmento cabeza y cuello se derivan de la porción cefálica del tubo neural, del cual se desarrollan cinco pares de arcos braquiales. Estos arcos consisten de tres capas; una externa llamada Ectodermo, el mesodermo ubicado medialmente y una capa interna llamada endodermo. El desarrollo de la cara comienza en la cuarta semana de vida intrauterina con la formación del estomodeo que dará lugar a algunas estructuras de la boca. Rodeando el estomodeo, se encuentran cinco primordios; siendo uno de ellos el proceso frontonasal localizado craneal y medialmente al estomodeo; a cada lado del proceso frontonasal, los procesos nasales medio y laterales se desarrollan en la quinta semana del desarrollo embrionario y se fusionan para formar el labio superior. Los procesos maxilares y mandibulares localizados en pares a cada lado del estomodeo se derivan del primer arco braquial y forman las paredes laterales y la base del estomodeo. El proceso mandibular aumenta de tamaño y se fusiona en la línea media para formar la mandíbula, la parte inferior de la cara y la lengua. El tejido óseo de la mandíbula se deriva del tejido cartilaginoso del primer arco braquial llamado cartílago de Meckel (Fig 1).¹ Para la sexta semana, los procesos laterales maxilares y mandibulares se habrán fusionado formando el maxilar y mandíbula primitivos. El estomodeo está conformado por epitelio escamoso estratificado, el cual se extiende como una banda delgada en forma de herradura sobre el proceso alveolar de la mandíbula y maxilar en desarrollo donde tienen lugar una serie de estadios complejos que inducirán la morfogénesis dental. La iniciación de la odontogénesis inicia entre la sexta y octava semana del desarrollo embrionario y se caracteriza por el adelgazamiento del epitelio oral, el cual se invagina hacia el tejido mesenquimatoso derivado de la cresta neural, que se condensa para juntos formar el germen dental. Esta etapa es mediada por moléculas secretadas por las principales familias de señalización (FGF, TGF- β , WNT, y HH) lo que propicia la expresión de factores de transcripción tales como: Msx, Pax, y Runx. Posteriormente, el tejido epitelial se extiende caudalmente

rodeando el tejido mesenquimatoso, adquiriendo primero una forma de casquete que más tarde se asemejará a una forma de campana. El tejido mesenquimatoso dentro del germen dental dará lugar a la papila dental, la cual se encuentra en contacto con el epitelio interno del esmalte, diferenciándose así en odontoblastos que más tarde producirán dentina. Las células ectodérmicas adyacentes darán lugar a los ameloblastos; responsables de la formación del esmalte.²

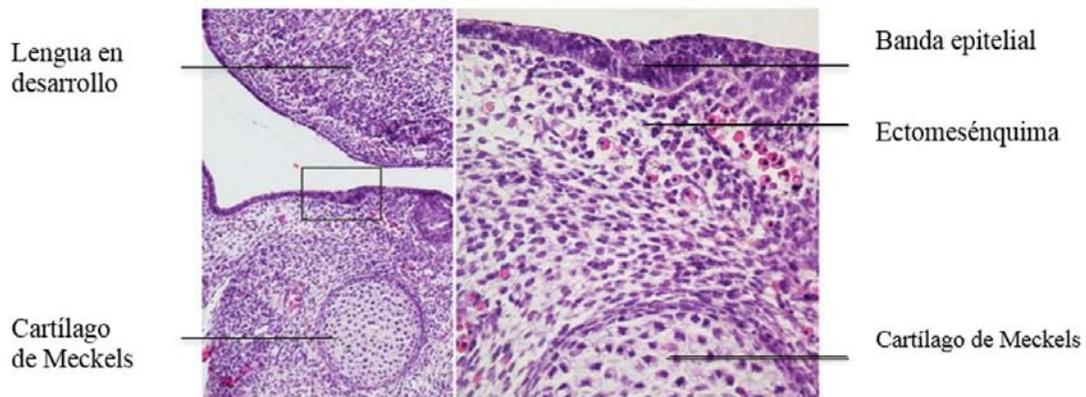


Figura 1: Imagen histológica donde se indican diferentes estructuras de la cavidad bucal en desarrollo.

2.0 Estadíos del desarrollo dental

La formación dental ha sido clásicamente descrita como un proceso de cuatro etapas de morfodiferenciación y citodiferenciación que son regulados genéticamente a través de la interacción recíproca entre el tejido epitelial y el tejido mesenquimatoso. En la maxila y en la mandíbula primitiva se forman 10 primordios dentales en cada arco por medio de la invaginación del tejido epitelial hacia el tejido mesenquimatoso.³ Estos primordios se desarrollan y formaran el germen dental que darán lugar a los primeros dientes temporales. Cada diente se desarrolla y erupciona en diferentes tiempos, pero el proceso de odontogénesis es el mismo. Todas las yemas dentales, excepto por el segundo y tercer molar, están presentes y comienzan a desarrollarse antes del nacimiento.^{3,4}

2.1 Estadío de brote o yema

Es una etapa fugaz que ocurre aproximadamente en la sexta semana de vida intrauterina, se observa un abultamiento en forma de disco que constituye las yemas dentales. El epitelio oral se invagina mientras que el tejido mesenquimatoso se condensa y ambos forman la lámina dental (Fig 2).^{3,4}

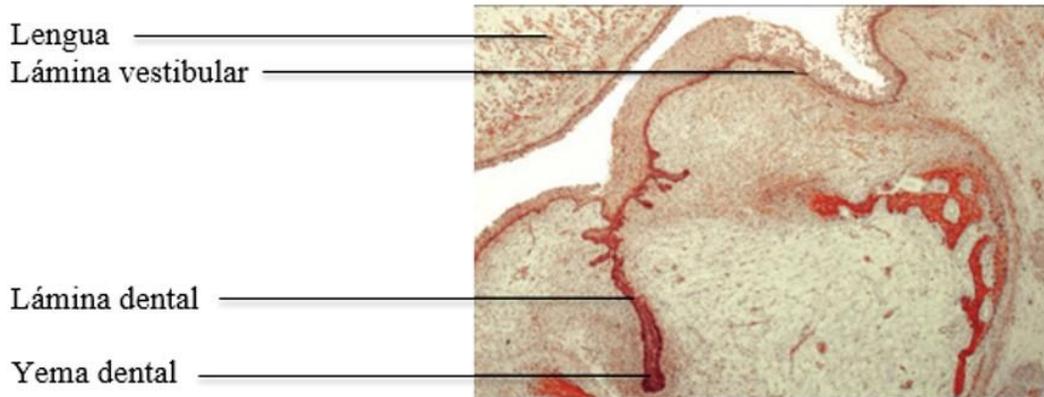
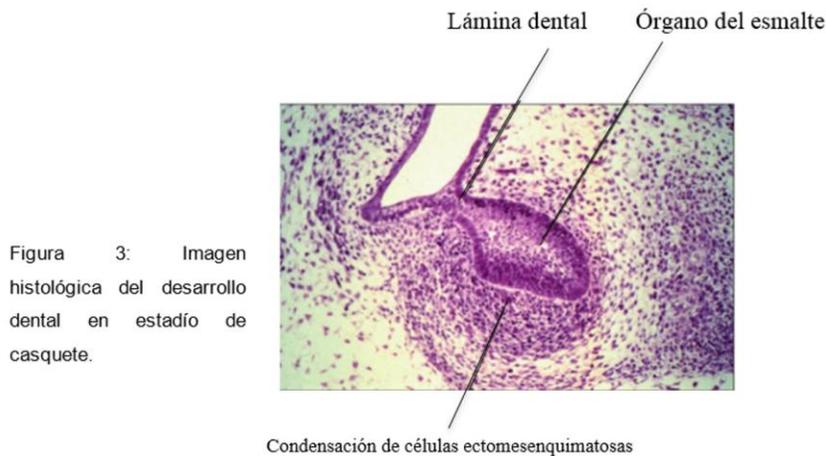


Figura 2: Imagen histológica del desarrollo dental en estadio de brote.

2.2 Estadío de casquete

Esta etapa comienza alrededor de la novena semana de vida embrionaria, en esta fase, histológicamente, se comienza a formar el llamado órgano del esmalte, que es una estructura conformada por el epitelio externo del esmalte, el retículo estrellado y el epitelio interno del esmalte; también se comienza a formar el saco dental por medio de células condensadas provenientes del ectodermo. El saco o folículo dental rodea al germen dental separándolo del hueso adyacente y que posteriormente formará otras estructuras dentales como el cemento y ligamento periodontal. La morfología del germen dental, en esta etapa, se asemeja a un casquete que tiene una concavidad central donde confluyen células mesenquimatosas que durante su desarrollo formarán la papila dental que da origen al complejo Dentino-Pulpar (Fig 3).

En el epitelio dental interno se desarrolla un cúmulo de células que se denominan Nudo del Esmalte (Enamel Knot), el cual se considera el principal regulador de la morfología dentaria a través de factores de crecimiento y señalización.^{3,4}



2.3 Etapa de campana inicial

En esta etapa de citodiferenciación, la cual ocurre aproximadamente en la semana 14 de vida intrauterina, el órgano del esmalte adquiere una forma de campana donde la parte exterior es convexa formada por el epitelio externo del esmalte y cóncava compuesta por el epitelio interno del esmalte. Entre estas dos estructuras se encuentra el retículo estrellado que se expande por el aumento de la sustancia intracelular. En este estadio se distingue otra capa; el estrato intermedio, situado entre el retículo estrellado y el epitelio dental interno. La existencia de este nuevo estrato hace posible el diagnóstico histológico del germen en etapa de campana (Fig 4). En esta etapa se produce la diferenciación celular del epitelio interno del esmalte en ameloblastos.^{3,4}

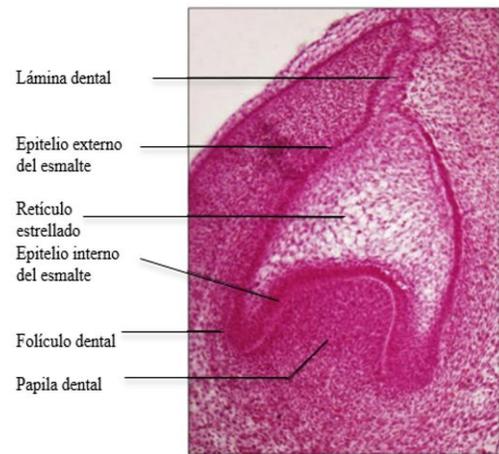


Figura 4: Imagen histológica del desarrollo dental en estadio de campana.

2.4 Estadío de campana tardía

En esta etapa, ocurren cambios estructurales en los tejidos previamente descritos, estos cambios son más acentuados ya que se comienzan a desarrollar las células

progenitoras de los tejidos duros del diente. El retículo estrellado es más evidente ya que aparecen varias capas de células planas que corresponden a las futuras cúspides o bordes incisales (Fig 5). Las células del epitelio dental interno se han diferenciado en preameloblastos y ejercen su influencia sobre las células de la papila dental que se diferencian en odontoblastos, los cuales comenzarán la síntesis de dentina.

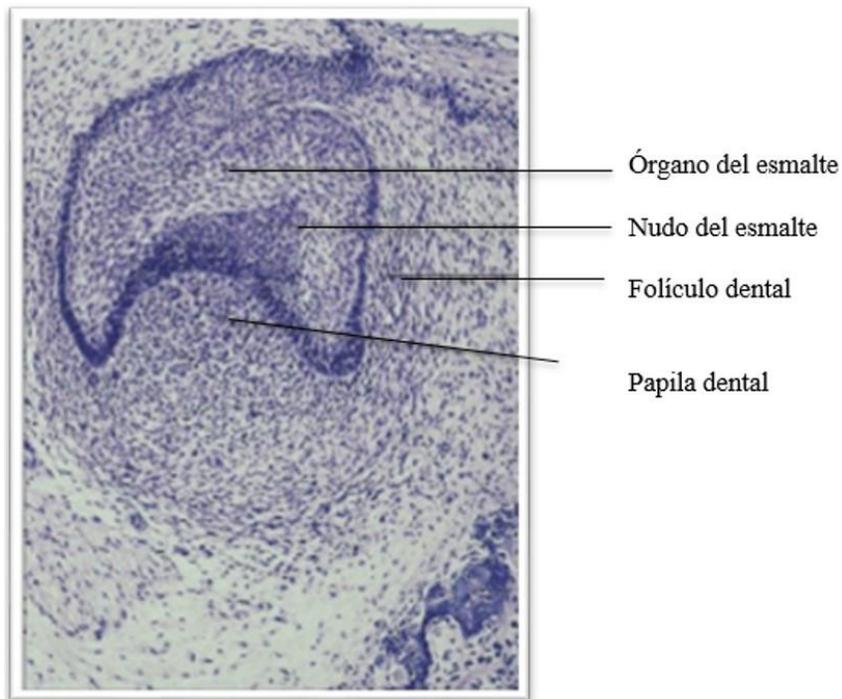


Figura 5: Imagen histológica del desarrollo dental en estadio de campana.

La formación del esmalte ocurre sólo en la fase pre-eruptiva, no obstante el depósito de dentina continúa a lo largo de la vida. El folículo dental adopta una forma circular y formará el cemento, el ligamento periodontal y el hueso alveolar. Cuando la diferenciación de los tejidos del germen dental alcanzan su nivel máximo, se inicia la mineralización de los tejidos.^{3,4}

3.0 Aspectos moleculares de la odontogénesis

Los procesos genéticos y celulares involucrados en la cadena de eventos de la formación dental han sido descritos utilizando ratones como organismo modelo, ya que aunque la dentición en ratones es más simple que en humanos, se cree que los mecanismo de desarrollo son muy similares.

La mandíbula en desarrollo parece estar controlada por los Factores de crecimiento fibroblástico 8 (Fgf8) que es una molécula de señalización que se expresa muy tempranamente en el epitelio oral. Esto induce la expresión de genes necesarios para el inicio de la formación dental. Trumpp et al, bloqueo químicamente esta molécula en ratones, y encontró que los molares estaban ausentes, sin embargo los dientes incisivos se desarrollaron normalmente.⁵ La presencia de los incisivos se debe probablemente a la compensación de dicha molécula por medio de una molécula similar llamada Factor de crecimiento fibroblástico 9.⁶

Se han encontrado cuatro grupos de moléculas que participan activamente en la formación dental las cuales son: Proteínas morfogenéticas óseas (Bmps), factores de crecimiento fibroblástico (Fgf), el grupo de moléculas de señalización Sonic hedgehog (Shh) y el grupo de proteínas WNT (Wingless).⁷

La tabla 1 muestra las principales moléculas participantes en el desarrollo dental.

3.1 BMPS

Una de las primeras señales identificadas en la interacción entre el epitelio oral y el tejido mesenquimatoso son los factores de crecimiento que pertenecen al grupo de las proteínas morfogenéticas óseas. Bmp2, 4 y 7 se expresan tempranamente en el epitelio oral, Bmp2 y 7 durante el estadio de yema, y Bmp4 durante el adelgazamiento de la lámina dental. Aparentemente tiene la capacidad de actuar como factores de señalización bidireccional entre el epitelio y el tejido mesenquimatoso. El grupo de proteínas Bmp estimulan la expresión de factores de transcripción como MSX1, MSX2.^{7,8}

3.2 FGF

Este grupo de moléculas está compuesto por 19 factores del crecimiento (Fgf 1-19), los cuales regulan la expresión de genes en el tejido mesenquimatoso y estimulan la división y proliferación celular durante las primeras etapas de la odontogénesis y en la invaginación del epitelio que dará lugar a la yema dental. Las Fgf también son capaces de activar las células mesenquimatosas, estimulando la producción de Syndecan-1, el cual posteriormente modulará las señales enviadas por los Fgf.

El primer factor de crecimiento fibroblástico descubierto fue el FGF3, el cual se expresa junto con FGF10 en la papila dental. Sus receptores correspondientes (FGFR1b y FGFR2b) están localizados en el epitelio oral, su inhibición se asocia con la progresión de la odontogénesis, particularmente con maduración de los odontoblastos y la subsecuente diferenciación de los ameloblastos.

Durante las primeras etapas de la odontogénesis, los Fgf inducen la expresión de genes: MSX1, PAX9, Activin β A, RUNX2.^{7,8}

3.3 SHH (Sonic Hedgehog)

SHH son señales producidas por el tejido epitelial dental, durante las primeras fases de la odontogénesis; especialmente durante la formación del nudo del esmalte. También son producidas por las células progenitoras de ameloblastos. Estas señales se ligan a su receptor (Patch), que es una proteína expresada en el tejido mesenquimatoso y ausente en el tejido epitelial. Dassulle et al, mostró que el rol de señalización de Shh es esencial para el crecimiento y morfogénesis, pero no para la diferenciación celular. La adición de proteínas ectópicas Shh a lado de gérmenes dentales ocasionan el desarrollo de invaginaciones adicionales semejantes a yemas, pero éstas no continúan desarrollándose (Hardcastle et al, 1998). El uso de anticuerpos para bloquear la señalización de Shh ocasiona el arresto del desarrollo dental en la etapa del adelgazamiento del epitelio dental, por lo tanto parece que Shh es esencial para la formación de la yema dental.⁸

3.4 WNT (Proteínas Wiggless)

Este grupo de moléculas (WNT10) activan el inicio de una cascada de señalización intracelular. Cuando la célula recibe la señal de WNT10, se activa la proteína β -catenin y se adhiere a moléculas Fgf regulando la expresión de genes WNT. Chen et al han mostrado que β -catenin es requerida para la inducción del desarrollo del nudo del esmalte.⁸

4.0 Otros elementos moleculares y genéticos de la odontogénesis

4.1 MSX1, MSX2

Son genes que pueden controlar la expresión de otros genes mediante la codificación de factores de transcripción y son estimulados por BMPs en el epitelio mesenquimatoso, MSX1 también puede ser activado tanto por BMPs y FGFs durante las primeras etapas de la morfogénesis. El gen MSX1 se coexpresa con el gen PAX9, el cual tiene la capacidad de regular la transcripción del gen MSX1. Estos genes codifican factores de transcripción que tiene un rol importante en mantener la expresión de BMP4 en la mesénquima.

La interacción correcta entre estos tres factores es esencial para mantener el progreso de la etapa de casquete hacia la de campana.

La mutación del gen MSX1 ha sido asociada con agenesia dental, mediante el análisis genético de una familia que presentaba una forma severa de oligodoncia que involucraba ausencia de premolares y molares.^{8,9}

4.2 PAX9

La determinación de la ubicación de cada yema dental dentro de la lámina dental es controlada por FGFs y BMPs, los cuales influyen la expresión en la mesénquima

del factor de transcripción PAX9, éste es estimulado por FGF8 e inhibido por BMP2 y BMP4, influenciando el sitio de ubicación de cada yema dental.⁹

	Iniciación	Morfogénesis	
Moléculas de señalización	Activin Beta A; Bmp 2, 4 y 7; Fgf 1,2,4,8,9; Shh; Wnt 3, 4,5,6.	Activin Beta A; Bmp 2, 4, 6 y 7; Fgf 3,4,8,9, 10; Shh; Wnt 4,5a,6, 7b, 10 (a,b)	Activin Beta A; Bmp 2, 3, 6 y 7; Fgf 1,2,3,4,8,9,10; Shh; Wnt 3,4,5a,6, 7b, 10 (a,b)
Receptores	Fgfr 1,2; Notch 1,2,3;Patched 1.	Fgfr 1,2; Notch 1,2,3;Patched 1, 2.	Fgfr 1,2; Notch 1,2;Patched 1, 2
Factores de transcripción	Lef, 1; Msx1, 2; Pax9; Runx2.	Catenin Beta, Lef, 1; Msx1, 2; Pax9; Runx 1,2,3; Epiprofin/Sp 6.	Catenin Beta, Runx 1,2,3; Epiprofin/Sp 4, 6.

Tabla 1: Principales moléculas de señalización, factores de transcripción y receptores que participan en las diferentes etapas del desarrollo dental.

5.0 Rol del nudo del esmalte

El nudo del esmalte es una estructura transitoria que se forma en lo alto de la yema dental y es el centro de señalización que define la forma del diente en desarrollo. Se cree que el nudo del esmalte es inducido por BMP4 en el tejido mesenquimatoso. En ratones sin expresión del gen Mxs1, el desarrollo del diente se detiene antes de la formación del nudo del esmalte. Se ha observado en gérmenes dentales cultivados que el desarrollo de éstos, puede reanudarse con la inclusión de la proteína BMP4.

El nudo del esmalte representa un grupo de células no proliferativas dentro del epitelio oral invaginado. Las células del nudo del esmalte expresan altos niveles de Shh, Fgf4 y Fgf9, pero bajos niveles de receptores Fgf, permitiendo que el nudo permanezca en un estado no proliferativo, mientras que las células que rodean al nudo son altamente proliferativas. Además del nudo del esmalte principal, el cual se establece en la etapa de yema, los gérmenes de molares forman nudos del esmalte secundarios durante la etapa de campana. Éstos nudos se asocian con la formación de múltiples cúspides en molares y premolares. Se ha encontrado que los defectos en la formación del nudo del esmalte son directamente responsables en la morfología de las cúspides de los molares.⁹

6.0 Anomalías dentales

El término anomalía se refiere a lo opuesto a de lo normal; es decir, una desviación de lo que conocemos como regular.

Las anomalías dentales son malformaciones congénitas que pueden presentarse tanto en pacientes sindrómicos como en pacientes no sindrómicos (aisladas). Éstas pueden presentarse en dientes temporales o permanentes y dependiendo del estadio en que se encuentre la formación del diente, las anomalías pueden ser de forma, tamaño o número. También pueden afectar el color normal, contorno, tamaño y el grado de desarrollo del diente.¹⁰

Aunque las anomalías dentales muchas veces son asintomáticas, éstas pueden ocasionar problemas clínicos como: erupción incompleta o retrasada de otros dientes, atrición, compromiso estético, interferencias oclusales, problemas periodontales, así como mayor susceptibilidad a caries; por ello, las anomalías dentales requieren de una examinación clínica cuidadosa y plan de tratamiento adecuado para su manejo clínico.¹¹

A continuación se describen las anomalías de número, tamaño y forma, así como algunos aspectos celulares y genéticos relacionados a estas anomalías.

6.1 Anomalías de número

Hipodoncia se refiere a la ausencia de uno a seis dientes, mientras que oligodoncia se refiere a la ausencia de más de seis dientes sin tomar en cuenta la ausencia de los terceros molares, ya que éstos están ausentes en el 25 % de los pacientes, lo que lo hace un hallazgo muy común (Fig 6). Estas anomalías pueden ser aisladas o formar parte de los signos de algún síndrome. Hipodoncia es más común en la dentición temporal que en la permanente. En dentición temporales la prevalencia varía geográficamente y es del 0.4 % al 0.9 % en Europa y del 2.4 % en Japón. En la dentición permanente los dientes que están ausentes más frecuentemente son los segundos premolares 4.2 %, incisivos laterales superiores 2.3 % y segundos

premolares superiores 2.2 %.Esta anomalía tiene una mayor prevalencia en el sexo femenino con un radio de 3:2 (Fig 7).¹² Las anomalías de número se observan en pacientes sindrómicos o pacientes con labio y palara hendido, no obstante se puede presentar también en pacientes no sindrómicos y en tales casos, esta anomalía se asocia a desbalances metabólicos y mutaciones genéticas. Asimismo, existen influencias extrínsecas que pueden llevar al desarrollo de estas anomalías tales como: traumas en los maxilares, extracción temprana de dientes temporales, quimioterapia, radioterapia.¹³



Figura 6. Ortopantomografía de paciente no sindrómico con oligodoncia

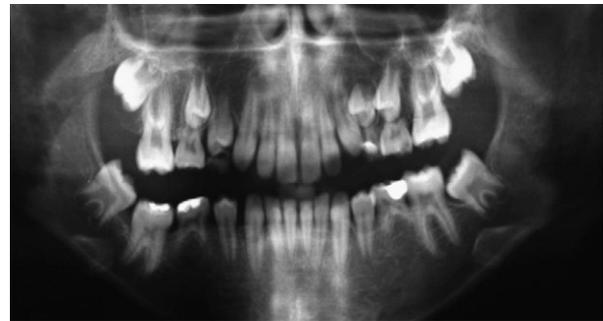


Figura 7. Agenesia congénita de los segundos premolares

Actualmente, se conoce poco sobre los aspectos genéticos asociados a hipodoncia no sindrómica, pero se cree que pueden ser similares a aquellos que causan hipodoncia familiar no sindrómica. La mutación del gen PAX9 se ha asociado tanto con hipodoncia aislada como con hipodoncia sindrómica.^{14,15} Un reciente estudio encontró que la mutación en el gen WNT10A, el cual se expresa fuertemente en el epitelio dental durante la etapa de yema y éste es requerido para el desarrollo normal del diente más allá de la etapa de yema.¹⁵

6.2 Anomalías de tamaño y forma

Se piensa que las anomalías de tamaño y forma son el resultado de perturbaciones que ocurren durante alguno de los estadios de la morfodiferenciación (Yema-Campana). Los responsables de estas perturbaciones pueden ser factores locales o sistémicos y pueden afectar dientes temporales o permanentes, no obstante la etiología exacta aún es desconocida. Algunas alteraciones en el tamaño y la forma son: Concrecencia, Fusión, geminación, Dens invaginatus, Taurodontismo, Dens in dent, Perlas del esmalte, Dilaceración Talón cuspidéo, Macrodoncia, Microdoncia (Fig 8).¹⁰ La tabla 2 muestra diversas características de anomalías frecuentes que afectan principalmente la raíz de los dientes.

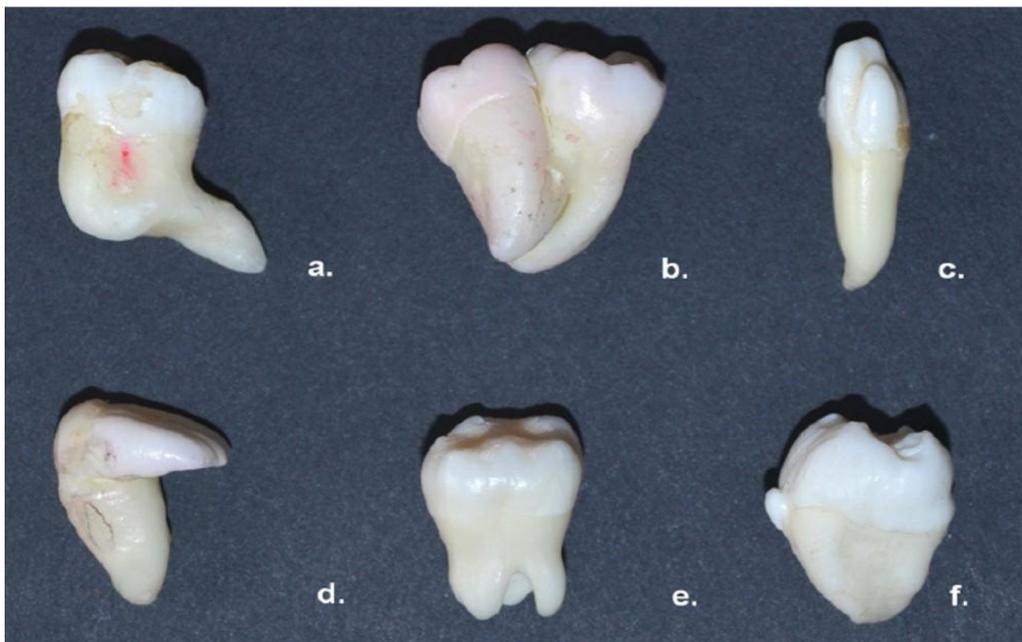


Figura 8. Alteraciones del desarrollo de la morfología dental. a. Dilaceración de la raíz de un molar inferior. b. Concrecencia entre el primer y segundo molar inferior. c. Talón cuspidéo en incisivo lateral. d. Dilaceración de la corona en incisivo central. e. Taurodontismo. f. Perla del esmalte en un tercer molar inferior.

Anomalías en raíz	Fusión	Geminación	Concrescencia	Dilaceración	Dens Invaginatus	Taurodontismo
Definición	Combinación entre dentina y esmalte de dos o más dientes en desarrollo.	Equivale a la formación de dos dientes del mismo germen dental con la evidencia de un intento de separación	Es la unión de dos dientes a través del cemento radicular sin involucrar dentina o esmalte. Puede ocurrir antes o después del nacimiento.	Desviación de la relación lineal entre la corona con a raíz normalmente en el tercio apical	Es la invaginación de la superficie externa del diente que puede penetrar sólo la corona o involucrar varios tercios de la raíz. Esto ocurre antes de la calcificación	Son dientes con cámaras pulpaes amplias en donde la furcación o trifurcación están desplazadas apicalmente.
Características clínicas	Único diente de mayor tamaño con características morfológicas atípicas. Conteo de dientes revela ausencia de un diente	Dos coronas total o parcialmente separadas. La morfología coronal presenta grietas, surcos y puede o no existir caries o problemas periodontales. Conteo de diente no revela ausencias de otros dientes.	Se presenta normalmente en la región posterior del maxilar e involucra normalmente el segundo molar con el tercer molar	Afectan principalmente la raíz, pero también la corona también puede estar dislacerada.	Los incisivos laterales maxilares presentan mayor incidencia, seguidos de los centrales maxilares, premolares y caninos.	Los dientes afectados principalmente son los molares, puede presentarse en conjunto con otras anomalías o con síndromes como Síndrome de Down, Síndrome de Klinefelter o Displasia Ectodérmica.
Características radiográficas	La corona puede estar fusionada total o parcialmente por esmalte dentina; y pueden o no compartir cámara pulpar.	Sistema de conductos radiculares compartidos.	Se observa la unión de la raíz de 2 dientes sin involucrar esmalte y no se observa superposición de ambos dientes.	Los incisivos maxilares se inclinan lingualmente mientras que los incisivos mandibulares se inclinan vestibularmente.	Se observa una invaginación radiopaca de esmalte y dentina en forma de pera con una pequeña constricción.	La distancia desde la furcación o trifurcación de la raíz hasta la unión esmalte dentina es mayor que la distancia ocluso-cervical.
Posible etiología	Dos gérmenes dentales pueden estar muy próximos pudiendo entrar en contacto y fusionarse debido a la presión física generada durante el desarrollo.	Es desconocida pero se asocian a deficiencias nutricionales, influencias endócrinas, procesos infecciosos, ingesta excesiva de medicamentos.	Se atribuye a posible restricción del espacio durante el desarrollo, excesiva fuerza oclusal y también se asocia a la proximidad de dos dientes.	Trauma, anomalías en el desarrollo del diente temporal, falta de espacio, desarrollo ectópico del germen dental.	Infección, trauma, presión física ejercida por el arco dental en crecimiento.	La etiología se atribuye a una falla en la Vaina epitelial de Hertwig durante la invaginación al nivel horizontal apropiado. También se han asociado causas como mutaciones espontáneas e infecciones en el diente en desarrollo.

Tabla 2. Definición y descripción de algunas anomalías dentales^{10,11,12,14,15}

7.0 Dientes supernumerarios

Un diente supernumerario es un diente adicional que puede desarrollarse en cualquier lugar de la mandíbula o en el maxilar, éstos pueden ser únicos o múltiples; unilaterales o bilaterales y pueden erupcionar o permanecer retenidos.¹⁶ Los dientes supernumerarios son asociados a síndromes, pero también pueden presentarse en pacientes no sindrómicos. El diente supernumerario con mayor prevalencia es el llamado Mesiodens que se presenta en la línea media del maxilar. En la dentición temporal, los dientes supernumerarios presentan una forma normal y en ocasiones cónica (Fig 9), mientras que en la dentición permanente, pueden tener una morfología normal o rudimentaria que puede o no asemejarse a los dientes normales.¹⁷



Figura 9. a. y b. Fotografías clínicas preoperatorias de un segundo molar inferior fusionado con dientes supernumerarios. Obsérvese la forma cónica de los mismos.

7.1 Prevalencia

La mayoría de los dientes supernumerario ocurren de manera aislada, aunque algunos pueden tener un componente familiar genético o presentarse como signo de algún síndrome. La prevalencia reportada en la dentición primara es de 0.2 % al 0.8 %, mientras que en la dentición permanente es de 0.5 % al 5.3 %. La incidencia de un solo diente supernumerario es mayor en el sexo femenino con un radio de incidencia del 2:1, el cual se incrementa de 3:1 cuando existen múltiples dientes supernumerarios. Más del 90 % de los casos ocurren en el maxilar superior, de los cuales el 25 % erupcionan y el resto permanece impactado y requieren extracción.¹⁸

7.2 Etiología

Aunque la etiología de los dientes supernumerarios es incierta, se han propuesto diferentes teorías para tratar de explicar su desarrollo incluyendo Atavismo (regresión evolutiva), dicotomía del germen dental, hiperactividad en la lámina dental y factores ambientales y genéticos. La tabla 3 presenta los detalles sobre estas teorías.

Teoría	Atavismo	Dicotomía del germen dental	Hiperactividad en la lámina dental	Factores ambientales
Descripción	<p>Esta teoría sugiere que la presencia de estos dientes es la regresión a tejidos ancestrales o antropoides debido a que nuestros antepasados tenían tres incisivos, un canino, cuatro premolares y tres molares en cada cuadrante. Durante la evolución el número de dientes se redujo pero la anatomía se volvió más compleja ().</p>	<p>Esta teoría propone que durante las etapas tempranas del desarrollo dental, la lámina dental se divide en dos partes de igual o diferente tamaño, dando lugar a dos dientes con tamaño similar, o uno normal y otro dismórfico. Munne et al, encontró que los primordios de incisivos se forman a través de la fusión de múltiples primordios de mayor tamaño. Perturbaciones en el balance de señalización molecular causan desintegración o división de los primordios ().</p>	<p>Esta teoría postula que la sobre-proliferación o sobrevivencia prolongada de células epiteliales de la lámina dental dan lugar a dientes supernumerarios ().</p>	<p>Factores hereditarios pueden ser causantes de esta anomalía, ya que éstos ocurren comúnmente en familiares que presentan dientes supernumerarios ().</p>

Tabla 3. Teorías aceptadas sobre la etiología de dientes supernumerarios ^{19,20}

7.3 Mecanismos moleculares

A pesar de los avances en el conocimiento sobre la morfogénesis y diferenciación del desarrollo dental, se conoce relativamente poco acerca de la etiología y mecanismos moleculares que conllevan a la formación de dientes supernumerarios en la población humana; sin embargo, la dentición de ratones provee un modelo útil para investigar el desarrollo dental.¹⁹ La molécula Sonic Hedgehog (Shh) es una de las primeras moléculas de señalización en el inicio de la morfogénesis que se expresa tempranamente durante el adelgazamiento del epitelio oral. En esta etapa, Shh actúa como un mitógeno esencial para la proliferación normal de la yema dental durante la invaginación; en la ausencia de esta molécula de transcripción normal, el desarrollo dental en esta etapa se detiene, por lo tanto la función correcta de Shh es importante para asegurar el correcto número de yemas y su posición normal. Sin embargo, existe evidencia en ratones mutantes que sugiere que la regulación inapropiada de la actividad de la molécula Shh juega un rol importante en la formación de dientes supernumerarios. La vía de señalización Hedgehog mediada por Shh, también es importante en la iniciación de la odontogénesis y existe evidencia que indica que esta ruta también influye en el número de dientes. La señalización Hedgehog y el factor de transcripción RUNX2 han sido asociados en la formación de dientes adicionales en ratones mutantes. En humanos, la displasia cleidocraneal es una condición autosómica dominante caracterizada por una osificación deficiente, cierre tardío de las suturas craneales y anomalías dentales severas que incluyen dientes supernumerarios, esta condición ocurre como resultado de la mutación en el factor de transcripción RUNX2, el cual es esencial para la diferenciación de osteoblastos. En ratones, Runx2 se expresa en el tejido mesenquimatoso del diente, no obstante la pérdida completa de su función, se asocia con el arresto del desarrollo dental. En ratones heterocigotos mutantes que poseen el genotipo humano, se lleva a cabo la formación de dientes supernumerarios rudimentarios.²⁵ La activación del factor de transcripción Lef1 mediante señalización WNT es importante para el desarrollo normal del diente, Lef1 es por sí mismo esencial para el progreso más allá del estadio de yema; la inhibición de la señalización WNT arresta

el desarrollo dental. La sobre-expresión de Lef1 en el epitelio oral de ratones transgénicos produce múltiples invaginaciones en las regiones de formación dental (Fig 10). Otro factor de transcripción involucrado es Epiprofin, el cual se expresa altamente en el epitelio oral del germen dental; en ratones que carecen de la función de Epiprofin, existen múltiples dientes supernumerarios cuya formación parece tener lugar durante la etapa de yema debido a varias invaginaciones que se forman en sitios dentro de la yemas dentales primarias, estas invaginaciones se asocian con una sobrerregulación de la expresión de Lef1 dentro del componente mesenquimatoso de estos gérmenes dentales.^{19,20}

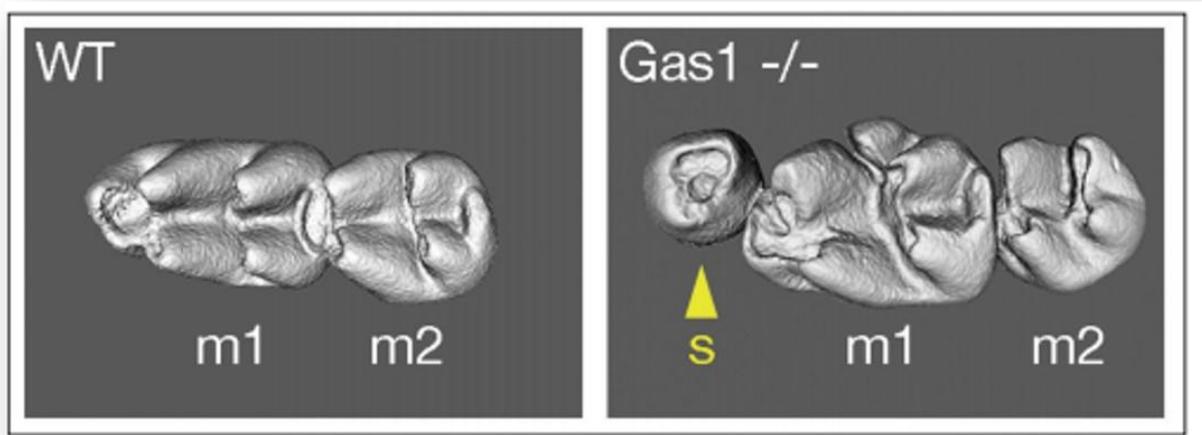


Figura 10. Análisis comparativo de la dentición de un ratón silvestre (WT) y un ratón mutante (Gas1). a. En el ratón silvestre, existen 2 molares (m1, m2); en el ratón mutante, existen 2 molares (m1, m2); pero también existe un diente supernumerario parecido a un premolar (Flecha amarilla).

El grupo de las proteínas morfogenéticas óseas (BMP) comprende un grupo amplio, entre ellas se encuentra Bmp4 que es esencial para el desarrollo dental, Ectodin es un antagonista de Bmp y se expresa ampliamente en el germen dental, pero está ausente en el nudo del esmalte, los ratones que carecen de la funcionalidad de Ectodin presentan un número de anomalías que incluye la presencia de dientes supernumerarios. Ectodin también tiene la habilidad de inhibir la señalización WNT, y es probable que la correcta modulación de esta vía en el tejido mesenquimatoso es un determinante importante en el número de dientes.²⁰

8.0 Clasificación “MIND” para el diagnóstico clínico

Para el diagnóstico clínico de enfermedades que afectan el segmento cabeza y cuello, es necesario contemplar diferentes elementos que permitan establecer diagnósticos diferenciales, sin embargo esta tarea se vuelve problemática ya que existe una gran variedad de enfermedades que comparte signos clínicos similares y que además, algunas de ellas se presentan raramente.

La clasificación propuesta por Carpenter et al, en 1999 se basa en la etiopatogenia de las enfermedades y establece una mnemotecnica para categorizar la enfermedades en cuatro principales áreas (Figuras 11-15).^{21, 22}

M=Metabólicas

I=Inflamatorias

N=Neoplásicas

D=Del desarrollo

8.1 Metabólicas

Las enfermedades metabólicas se refieren a las condiciones que ocurren como resultado de problemas sistémicos ya sea hormonales o nutricionales; y estos pueden ser congénitos o adquiridos. Las enfermedades metabólicas nutricionales adquiridas que afectan a los tejidos óseos se relacionan con deficiencias en la ingesta de vitamina C y D así como deficiencias en el metabolismo del calcio y fósforo. Algunos ejemplos de enfermedades metabólicas de origen genético incluyen: hipofosfatasa alcalina y osteogénesis imperfecta.^{21, 22}

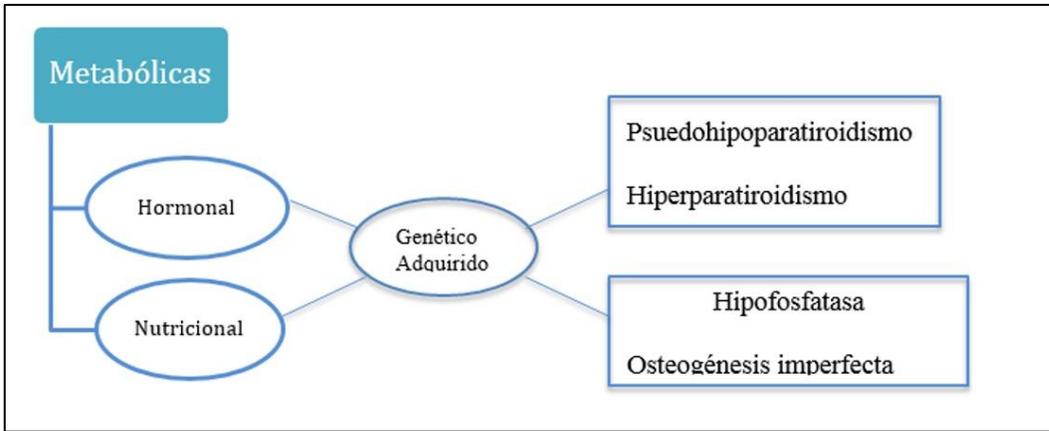


Figura 11. Subclasificación de enfermedades de tipo metabólicas.

8.2 Inflammatorias

Las enfermedades inflamatorias son las más comunes se dividen en cuatro subcategorías: Causadas por factores extrínsecos, lesiones reactivas, infecciones y lesiones de origen inmunológico (Reacciones alérgicas). Estas enfermedades manifiestan los signos clínicos de inflamación: enrojecimiento, aumento de volumen, calor y dolor.^{21, 22}

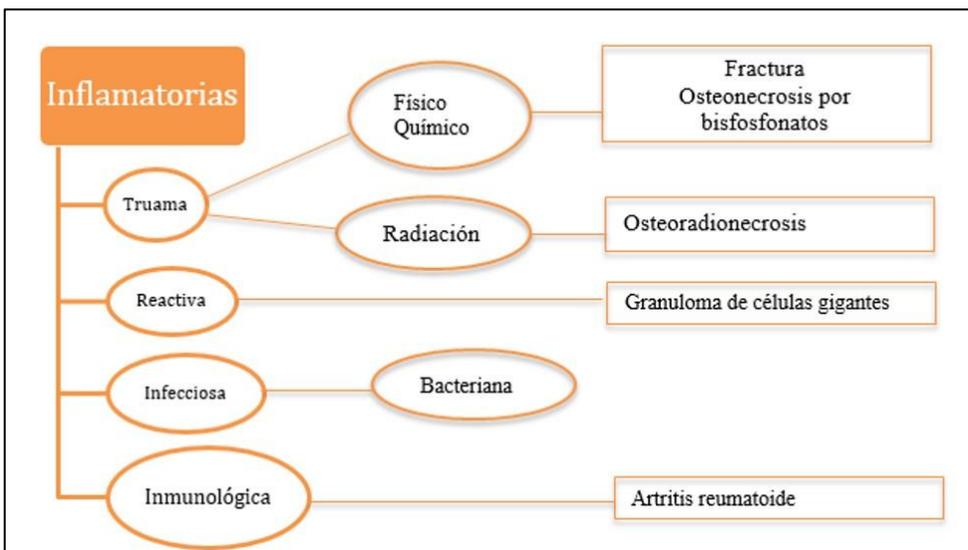


Figura 12. Subclasificación de enfermedades de tipo inflamatorias.

8.3 Neoplásicas

Se refiere al crecimiento incontrolado de tejido, como resultado de una proliferación celular anormal. Las lesiones neoplásicas se subdividen en benignas y malignas con base a su capacidad de metástasis.

Neoplasias benignas: Éstas pueden ser odontogénicas o no odontogénicas dependiendo del tejido de origen. Las lesiones de origen odontogénico son lesiones que se desarrollan a partir de los tejidos que dan origen a los dientes tales como: Ameloblastoma, fibroma ameloblástico, tumor odontogénico adenomatoide y odontoma. Las lesiones no odontogénicas incluyen lesiones óseas que no se relacionan con los tejidos del desarrollo dental sino que se desarrollan de los tejidos óseos tales como: osteoblastoma, fibroma osificante.

Neoplasias malignas: De acuerdo a su tejido de origen, éstas pueden ser sarcomas o carcinomas. Sarcomas son lesiones malignas de origen mesenquimal, mientras que los carcinomas son de origen epitelial.^{21, 22}

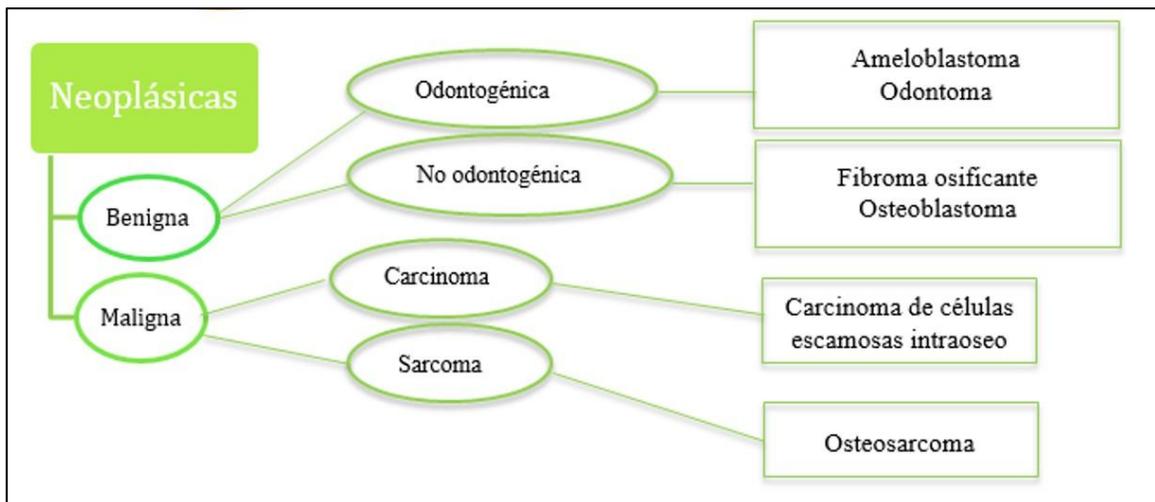


Figura 13. Subclasificación de enfermedades de tipo neoplásicas.

8.4 Del desarrollo

Son cambios patológicos como resultados de defectos adquiridos o genéticos. Cualquiera de estos puede estar presentes desde el nacimiento o presentarse durante el desarrollo o maduración del individuo. Estas condiciones pueden tener diferentes manifestaciones como: labio y paladar hendido o quistes. En la mayoría de las enfermedades de este origen, los factores etiológicos no han sido determinados exactamente, no obstante el origen genético de algunas de estas condiciones han sido identificadas.^{21, 22}

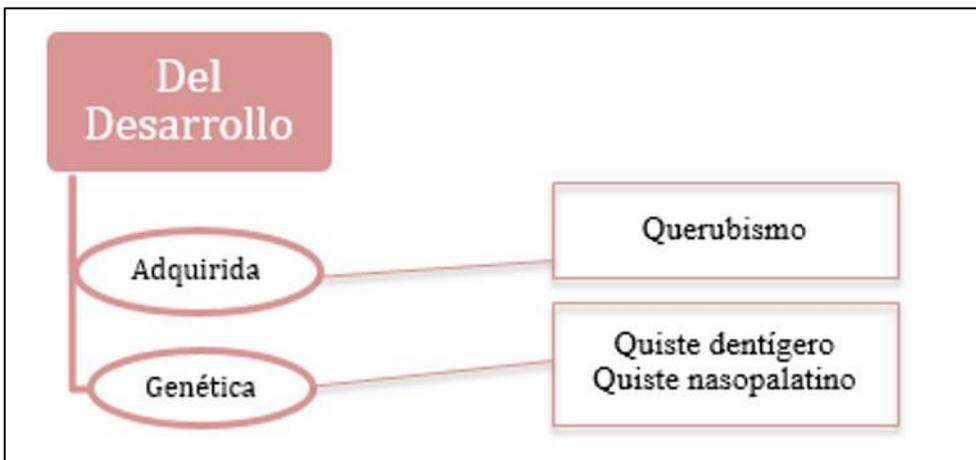


Figura 14. Subclasificación de enfermedades del desarrollo.

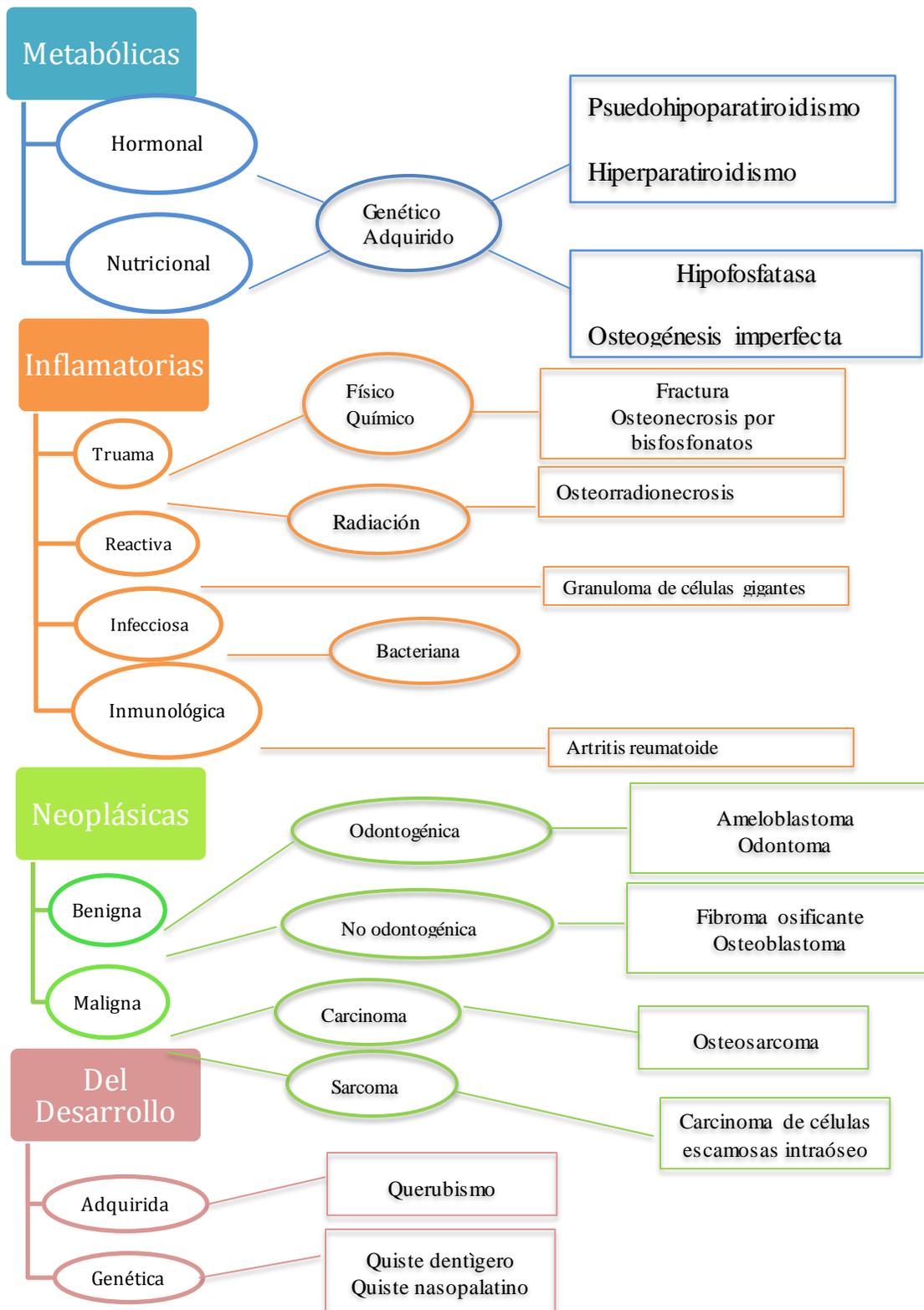


Figura 15. Clasificación MIND por Carpenter et al, de 1999. ^{21, 22}

9. 0 Clasificaciones del sistema de conductos radiculares

Las características morfológicas internas y externas de las raíces de los dientes son variables y complejas, y se han propuesto varias metodologías para definir la configuración del sistema de conductos radiculares. Las nomenclaturas han ido evolucionando a la par de los avances en imagenología endodóncica, ya que han ofrecido una visión más clara de la anatomía radicular interna, la cual varía ampliamente entre diferentes poblaciones e incluso en el mismo individuo.

9.1 Clasificación de Waine et al, 1969 y 1982

En 1969, Waine et al, fueron los primeros en introducir un sistema de clasificación del sistema conductos radiculares, el cual describía tres diferentes tipos de anatomía interna en una raíz de acuerdo al trayecto del conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular. Posteriormente en 1982, Waine anexó una cuarta configuración a su clasificación (Fig 16).^{23,24}

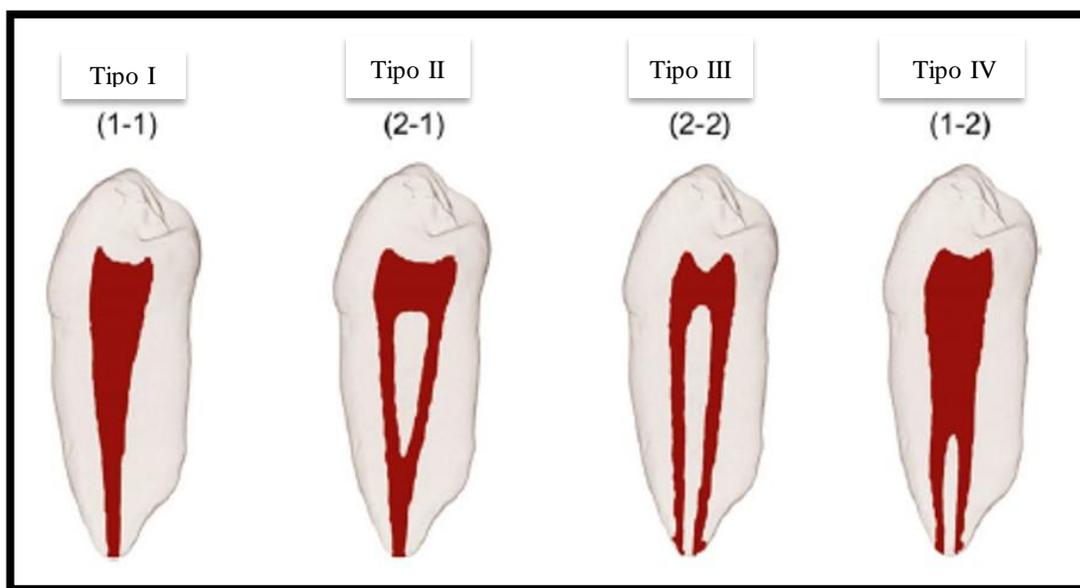


Figura 16. Clasificación de Waine et al 1969, 1982. Tipo I: Conducto único desde la cámara pulpar hasta el ápice (1-1). Tipo II: Dos conductos separados desde la cámara pulpar que se unen en algún punto de la raíz formando un solo conducto (2-1). Tipo III: Dos conductos desde la cámara pulpar hasta el ápice (2-2). Tipo IV: Conducto único que se divide y termina en dos conductos (1-2).

9.2 Clasificación de Vertucci et al, de 1974

En 1974, Vertucci et al, evaluaron 200 premolares transparentados mediante la técnica de diafanización y encontraron un total de ocho configuraciones (Fig 17).²⁵

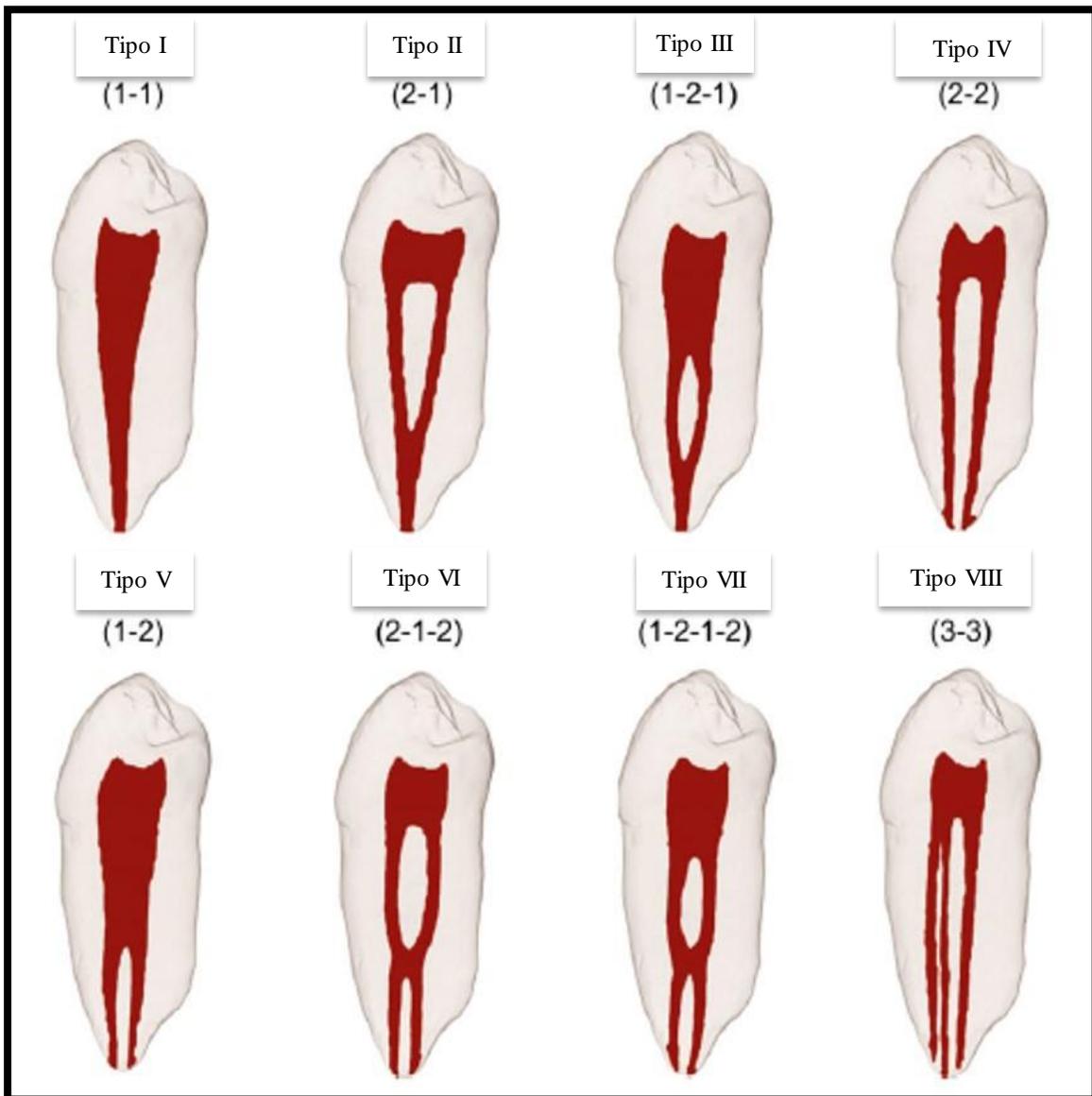
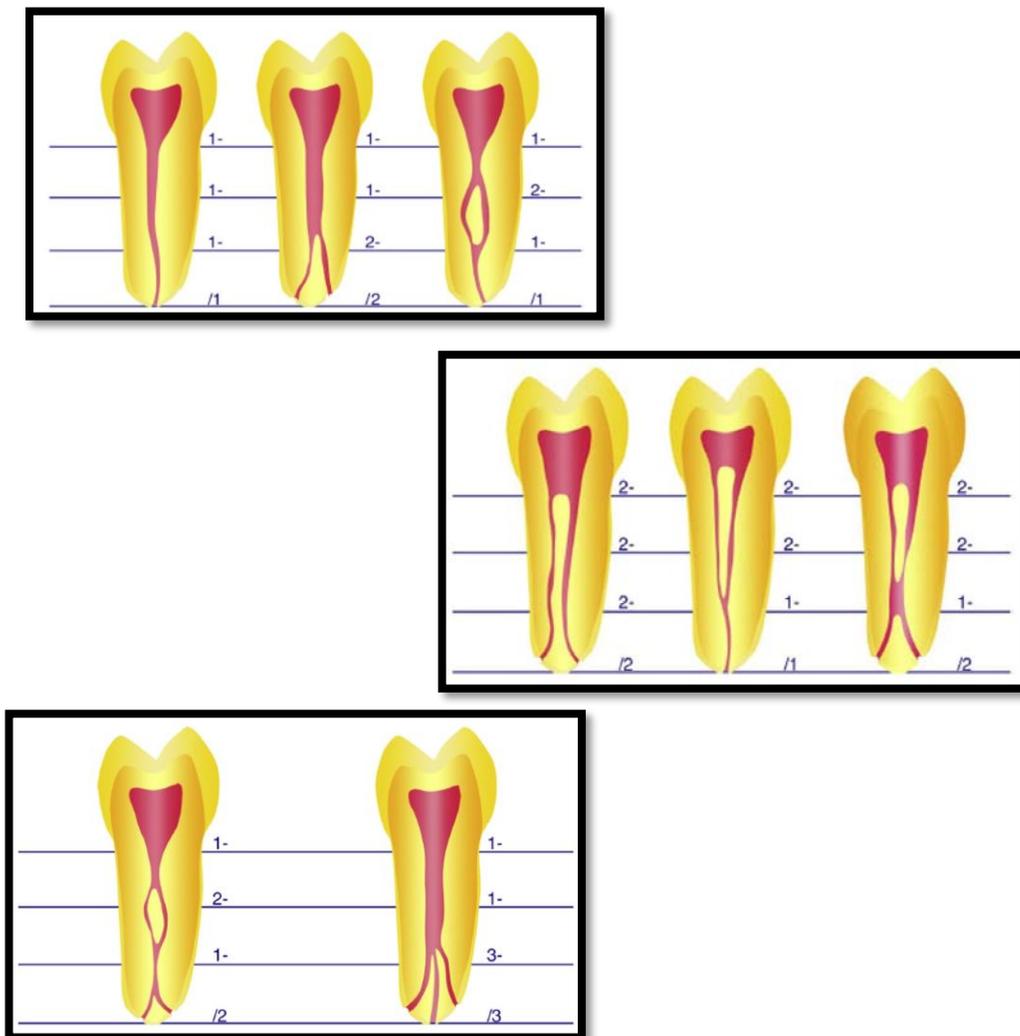


Figura 17. Clasificación de Vertucci et al, de 1974. Tipo I: Único conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice (1-1). Tipo II: Dos conductos separados desde la cámara pulpar que se unen en algún tercio de la raíz formando un sólo conducto (2-1). Tipo III: Único conducto que se divide en dos conductos que nuevamente se unen formando un solo conducto en el tercio apical (1-2-1). Tipo IV: Dos conductos desde la cámara pulpar hasta el ápice (2-2). Tipo V: Un solo conducto que se separa en algún tercio de la raíz formando dos conductos separados (1-2). Tipo VI: Dos conductos separados se unen en el cuerpo radicular, pero se separan formando nuevamente dos conductos (2-1-2). Tipo VII: Un sólo conducto que se divide en dos conductos, los cuales se unen nuevamente en cuerpo radicular y finalmente se separan en el tercio apical (1-2-1-2). Tipo VIII: tres canales desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular (3-3).

9.3 Clasificación de Briseño-Marroquín de 2016

En 2016, Briseño-Marroquín llevó a cabo un estudio 179 primeros molares superiores mediante tomografía computarizada para identificar la configuración del sistema de conductos radiculares y encontró múltiples variaciones que los tres tercios de la raíz lo que les llevo a proponer una clasificación que consiste en cuatro dígitos, donde los primeros tres se refieren al trayectoria del conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice; indicando la separación y unión del conducto dentro del cuerpo radicular. El cuarto dígito hace referencia al número de foráminas presentes en la raíz (Fig 18).²⁶



Figuras 18. Representación de la metodología propuesta por Briseño-Marroquín, en la cual los primeros tres dígitos indican la trayectoria del conducto radicular desde la cámara pulpar hasta el ápice. El cuarto dígito se separa de los otros con una diagonal e indica el número de foráminas.

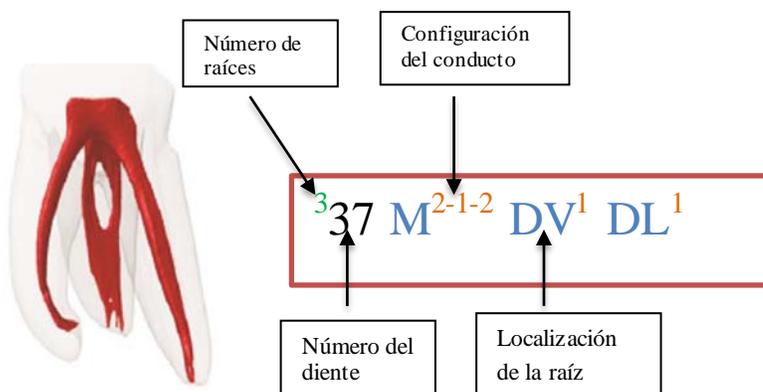
9.4 Clasificación de Ahmed et al, de 2016

En el 2016, Ahmed et al, realizó una revisión de las metodologías establecidas para la clasificación de los sistemas de conductos radiculares y propuso una nueva clasificación que no sólo incorpora la trayectoria del canal radicular, sino también indica el número de diente en el arco, el número de raíces y ramificaciones. La clasificación de Ahmed et al, se compone de tres indicadores; el primero es el número de diente en el arco, el cual es indicado utilizando cualquier sistema de numeración como el sistema universal, el sistema Palmer o el sistema de la FDI (TN). El segundo componente es un número en superíndice izquierdo que indica el número de raíces del diente en cuestión (^RTN). El tercer componente es un número en superíndice derecho que hace referencia a la configuración del conducto radicular desde la entrada del conducto (O), cuerpo radicular (C) y foramen (F) (Tabla 4).²⁷ Las siguientes figuras 19-21 muestran ejemplos de la clasificación Ahmed et al, en dientes unirradiculares y multirradiculares.

Tipo de diente	Código
Unirradicular	¹ TN ^{O-C-F}
Dos raíces	² TN R1 ^{O-C-F} R2 ^{O-C-F}
Tres raíces	ⁿ TN R1 ^{O-C-F} R2 ^{O-C-F} Rn ^{O-C-F}

Tabla 4. Resumen de la metodología de Ahmed et al, y descripción sus componentes

TN, Número de diente; **R**, Raíz; **O** entrada; **C**, conducto; **F**, Foramen. ²⁷



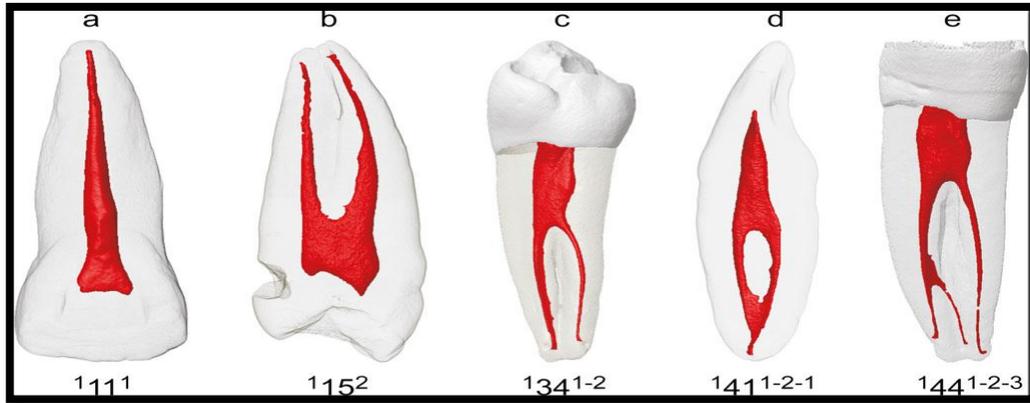


Figura 19. Dientes unirradiculares con su respectiva clasificación de acuerdo a la metodología de Ahmed et al.²⁷

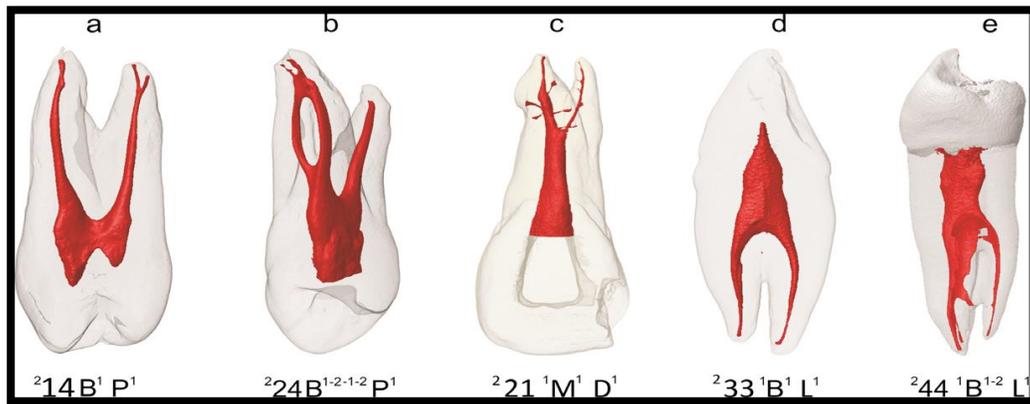


Figura 20. Dientes con dos raíces clasificados con la metodología de Ahmed et al.²⁷

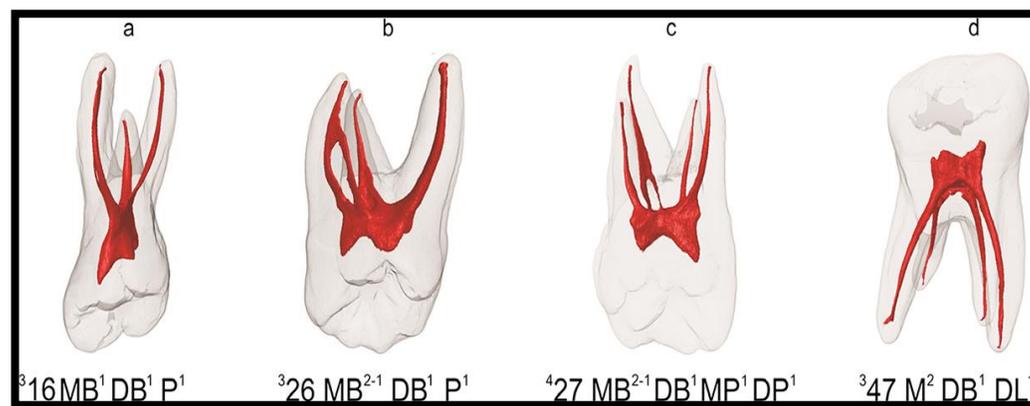


Figura 21. Dientes multirradiculares clasificados con la metodología de Ahmed et al.²⁷

10.0 Imagenología en endodoncia

La examinación radiográfica es un componente esencial en el diagnóstico endodóncico; para la planeación del tratamiento y para evaluar los resultados del mismo, no obstante existen desventajas que han propiciado la implementación de otras herramientas para el diagnóstico imagenológico que permitan superar algunas de las desventajas de la radiografías periapicales.

10.1 Limitantes de las radiografías convencionales

La examinación radiográfica es un componente esencial para el diagnóstico clínico, planeación del tratamiento y para la evaluación de los resultados. Las radiografías periapicales son aún las más utilizadas para estos propósitos; no obstante, producen información limitada debido a la naturaleza bidimensional de las imágenes, distorsión geométrica y superposición de estructuras anatómicas. A continuación se describen las principales limitaciones de las imágenes radiográficas periapicales.²⁸

10.2 Compresión de la anatomía a una imagen bidimensional

Las imágenes convencionales comprimen la información tridimensional a una imagen de dos dimensiones donde algunas rasgos anatómicos importantes son observados únicamente en el plano mesio-distal. El plano bucco-lingual o bucco-palatino no se puede apreciar completamente. Debido a esto, la ubicación, naturaleza y forma de las estructuras del diente investigado (por ejemplo reabsorción radicular) son difíciles de evaluar (Fig 22).²⁹



Figura 22. Reabsorción radicular externa donde es difícil evaluar si la lesión ha perforado el canal radicular. El tamaño de la lesión no puede ser determinado con claridad

10.3 Distorsión geométrica

Las imágenes radiográficas tomadas del segmento cabeza y cuello, no siempre replican con fidelidad la anatomía de las estructuras que se están evaluando, esto debido a la complejidad del esqueleto maxilofacial. Para la toma de radiografías periapicales es recomendable utilizar la técnica de planos paralelos, ya que produce imágenes geométricamente más exactas comparadas con la técnica de bisectriz especialmente cuando se quiere observar la anatomía apical (Fig 23).^{28 29}

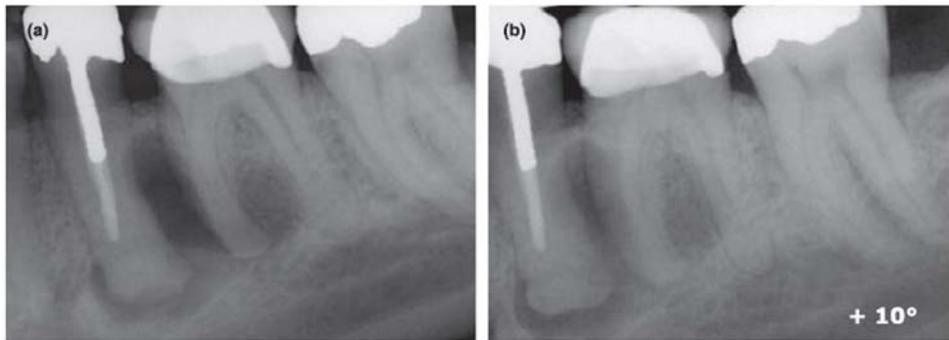


Figura 23. Radiografía periapicales tomadas con la técnica de planos paralelos donde no es posible evaluar la profundidad de la lesión endodóncica o si ésta ha perforado la cortical lingual. Tampoco es posible evaluar si existe un conducto radicular adicional.

10.4 Superposición de imágenes

En ocasiones, la interpretación radiográfica se dificulta debido a que algunas partes de interés se superponen con otras estructuras anatómicas. En endodoncia, el principal problema radica en la detección de lesiones periapicales que involucran el hueso esponjoso, ya que éstas no son visualizadas fácilmente en la radiografía o bien el tamaño de la lesión es menor al real. Esto se debe a que las lesiones en el hueso esponjoso se enmascaran debido a la superposición con el hueso cortical subyacente.^{28, 29}

11.0 Tomografía computarizada Cone Beam

La tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) o tomografía volumétrica digital (DVT) fue desarrollada en los años 1990's para producir imágenes en tercera dimensión utilizando una cantidad de radiación menor a la tomografía computarizada convencional. CBCT revolucionó el diagnóstico y manejo de problemas endodóncicos, ya que a través de un software, se pueden evaluar áreas de interés en cualquier plano (Fig 24).³⁰

11.1 Obtención de datos

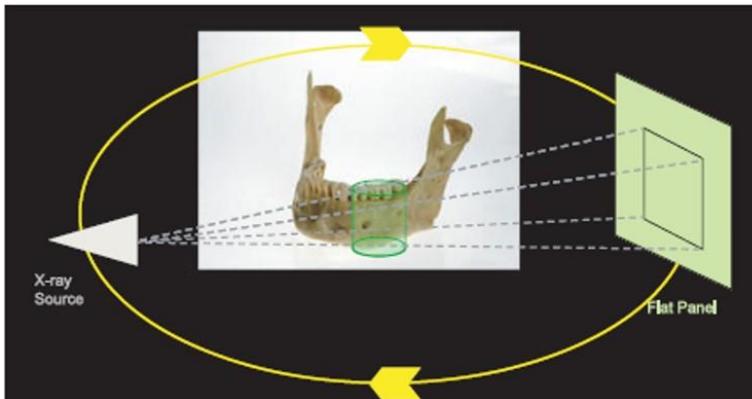
CBCT utiliza un escáner extraoral para adquirir volúmenes de datos a través de la rotación única del escáner y mediante la relación simple y directa entre el sensor y la fuente, los cuales rotan sincronizadamente alrededor de la cabeza del paciente. El haz de rayos X tiene forma de cono, lo que le confiere la capacidad de obtener volúmenes de datos esféricos o cilíndricos del campo de visión, el cual puede ser sólo del segmento cabeza y cuello o del cuerpo entero, dependiendo de equipo utilizado. Algunos equipos tomográficos también permiten el ajuste del campo de visión para capturar solo la mandíbula o el maxilar. Esto tiene la ventaja de reducir aún más la dosis de radiación.^{28, 29, 30}



Figura 24. Escáner CBCT (3D Accuitomo80, J Morita Kyoto, Japón)

11.2 Procesamiento de datos

Los tiempos de exposición son normalmente de 10 a 40 segundos dependiendo del equipo utilizado y de los parámetros de exposición seleccionados en el equipo. El haz de rayos X funciona en pulsos, por lo tanto el tiempo real de exposición es aproximadamente de 2-5 segundos, lo que se traduce a la obtención de hasta 580 miniexposiciones durante un escaneo (Fig 25). Esta es la principal ventaja contra la tomografía convencional, ya que este último produce exposiciones continuas en mayor tiempo de exposición. Cada miniexposición genera una matriz de información que consiste en 264 144 pixeles. El conjunto de datos generado por el CBCT produce 580 matrices que son reconstruidos en información tridimensional conocida



como Voxels. Estos datos son procesados un software donde es posible analizar cualquier plano simultáneamente o bien realizar cortes para visualizar áreas de interés.^{28, 29, 30}

Figura 25. El Haz de rayos X en forma de cono y el sensor rotan una vez alrededor del paciente y se capturan volúmenes de datos cilíndricos

12.0 Aplicaciones de CBCT en endodoncia

La tomografía computarizada Cone Beam se ha convertido en una herramienta esencial para el manejo de problemas endodóncicos complejos para establecer un diagnóstico acertado y así realizar una planeación del tratamiento que permita emitir un pronóstico bien fundamentado. Los principales usos de CBCT en endodoncia se describen a continuación.

12.1 Detección de periodontitis apical

CBCT permite detectar lesiones periapicales antes de que éstas sean visibles en una radiografía periapical () (Fig 26). Lof-thag-Hansen et al, (2007) compararon el estado periapical de 46 dientes utilizando CBCT y radiografías periapicales. 32 dientes fueron diagnosticados con periodontitis apical usando sólo radiografías convencionales, no obstante usando CBCT, diez más fueron diagnosticados con periodontitis apical. CBCT es más eficaz en detectar lesiones periapicales debido a su exactitud geométrica y la ventaja de poder visualizar estructuras sin superposición de imágenes.

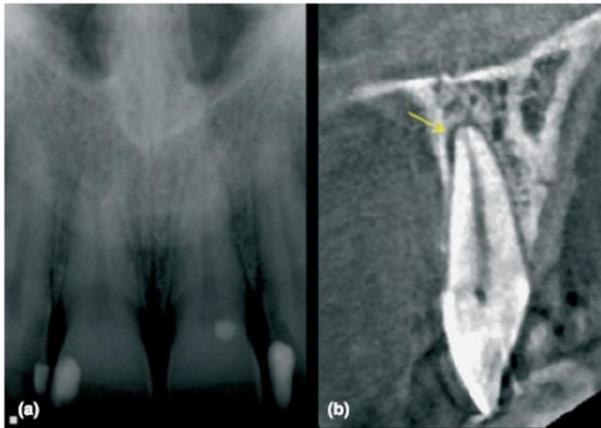


Figura 26. (a) Radiografía periapical que muestra un periápice normal, sin embargo el paciente refería dolor. (b) imagen tomográfica del mismo paciente donde la flecha amarilla revela la presencia de una lesión radiolúcida. El diente fue tratado y los síntomas desaparecieron.

Stavropoulos et al, (2007), compararon imágenes radiográficas tomadas con CBCT, radiografías digitales y radiografías análogas sobre lesiones artificiales realizadas en mandíbulas de cerdos. Se encontró que CBCT es el doble de sensible en la detección de lesiones periapicales.^{28, 29, 30}

12.2 Evaluación pre-quirúrgica

CBCT ha sido recomendado como auxiliar para el diagnóstico pre-quirúrgico ya que las imágenes tridimensionales permiten evaluar la relación espacial de los ápices radiculares con otras estructuras anatómicas, tales como el nervio alveolar inferior, foramen mentoniano y senos maxilares (). Además, al seleccionar cortes apropiados, se puede evaluar el grosor del hueso cortical y del hueso esponjoso, es posible también evaluar fenestraciones óseas, así como la inclinación de las raíces. Otro aspecto importante, es la posibilidad de visualizar la anatomía radicular y así identificar el número de conductos radiculares y su configuración. Las extensión, tamaño y naturaleza real de las lesiones periapicales también pueden ser apreciadas e incluso conocer que raíz o raíces asociadas (Fig 27).^{28, 29, 30}

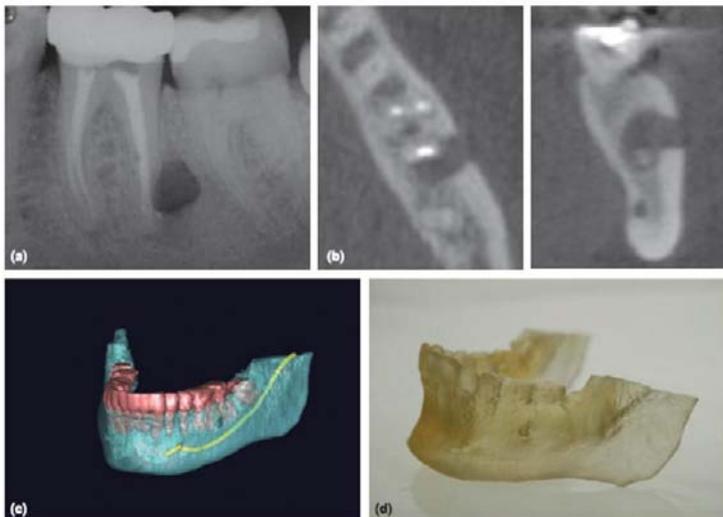


Figura 27. (a) Radiografía periapical de un molar inferior donde se planea realizar cirugía periapical. (b) Imagen tomográfica donde se aprecia la extensión de la lesión. (c) Reconstrucción tridimensional para evaluar el compromiso de las estructuras adyacentes. (d) Modelo físico para evaluar tangiblemente el área a tratar.

La información obtenida a través del CBCT puede ser utilizada para producir modelos físicos en escala real mediante la técnica de Esterolitografía, y de esta manera permitirle al operador, familiarizarse tangiblemente con el área a tratar.

12.3 Evaluación de traumatismos dentales.

CBCT también ha mostrado ser de gran utilidad para el diagnóstico y manejo de traumatismos dento-alveolares para conocer la naturaleza exacta, así como la severidad y características de estas lesiones. Es posible también detectar fracturas radiculares verticales que normalmente requerirían de varias tomas radiográficas para poder ser identificadas (Fig 28). Otra ventaja en situaciones de traumatismos, es el hecho de que el escaneo se realiza extraoralmente y de esta manera disminuir la incomodidad del paciente que ha sufrido un traumatismo dental. Cohenca et al, en el 2007, utilizaron CBCT para el manejo de pacientes con traumatismos en los maxilares. Además de diagnosticar la naturaleza real de la lesiones, los escáneres tomográficos fueron capaces de detectar fracturas en las corticales óseas, las cuales no fueron diagnosticadas desde la examinación clínica y radiográfica.^{28,29,30}

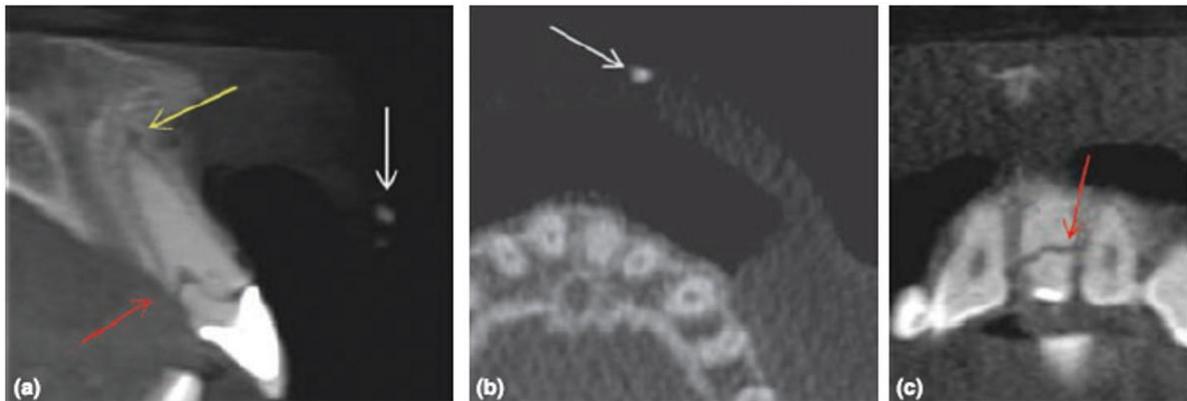


Figura 28. Imágenes obtenidas a través de CBCT para el diagnóstico de fracturas radiculares. (a), (b) Vista sagital y axial que muestra la ubicación exacta de la porción fracturada de la corona (Flecha blanca). (c) La flecha roja revela una fractura oblicua en el diente 21, la flecha amarilla muestra el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal.

12.4 Evaluación del sistema de conductos radiculares

Las radiografías periapicales no son capaces de revelar el número total del conductos radiculares especialmente en dientes multirradiculares debido a la superposición de imágenes. Tampoco es posible evaluar algunas anomalías dentarias que involucran el sistema de conductos radiculares como dens invaginatus o dens in dent. Los cortes tomográficos obtenidos con CBCT permiten identificar la configuración del sistema de conductos radiculares y conocer con exactitud el número de conductos así como conductos accesorios (Fig 29).³¹

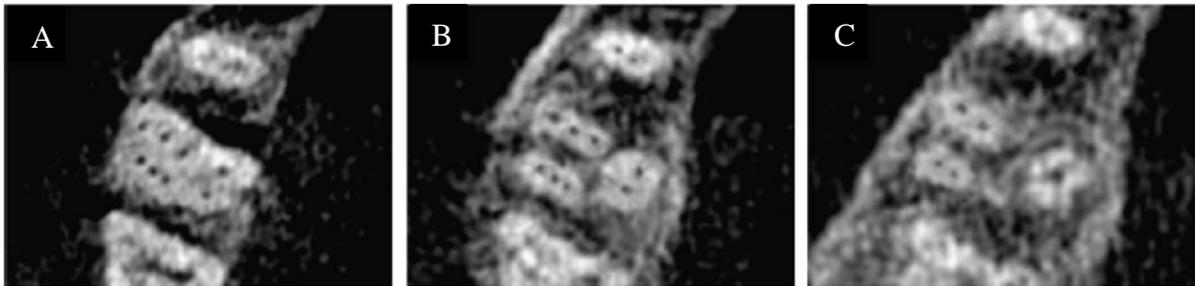


Figura 29. Cortes axiales realizados en diferentes tercios para visualizar la configuración del sistema de conductos radiculares. (a) Corte a nivel coronal donde se pueden ver ocho entradas a los conductos radiculares. (b) Corte en tercio medio donde se observan tres raíces y ocho conductos. (c) Corte a nivel apical donde se detectan cinco conductos lo que quiere decir que algunos conductos se unen para formar unos solo.

Las reconstrucción tridimensional de imágenes obtenidas a través de CBCT se pueden también utilizar para para el diagnóstico y manejo de reabsorciones internas y externas, ya que se puede ver la ubicación, naturaleza y diámetro de dichas lesiones. Por ejemplo, los cortes tomográficos pueden revelar si una reabsorción externa a perforado el canal radicular o si una reabsorción interna a alcanzado el espacio periodontal (Fig 30).³²

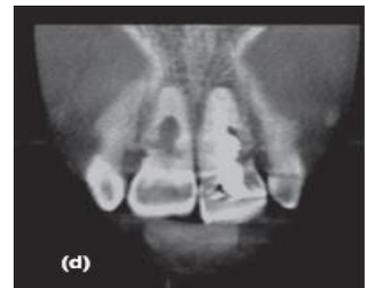


Figura 30 Vista coronal del paciente con resorción interna en diente 11 y reabsorción externa del diente 21

13.0 Ultrasonido en Endodoncia

El uso del ultrasonido fue introducido por Lewis Balamuth en la década de los 50's para la preparación de cavidades, teniendo ventajas en relación a la preparación de cavidades con pieza de alta velocidad, no obstante este método no ha reemplazado su uso del todo (). En 1955, Zinner introdujo el uso del ultrasonido en el área de periodoncia para la remoción de depósitos de placa y cálculo, siendo éste, el método más utilizado hoy en día. En Endodoncia, el concepto de utilizar el uso de ultrasonido, fue introducido por Richman en 1957, sin embargo, Martin et al, fueron quienes demostraron la habilidad de las limas tipo K activadas con ultrasonido para cortar dentina.³³ Las figuras 31-34, muestran un equipo de ultrasonido piezo eléctrico y puntas de ultrasonido de diferentes casas comerciales.



Figura 31. Equipo de ultrasonido de Dentsply Tulsa.

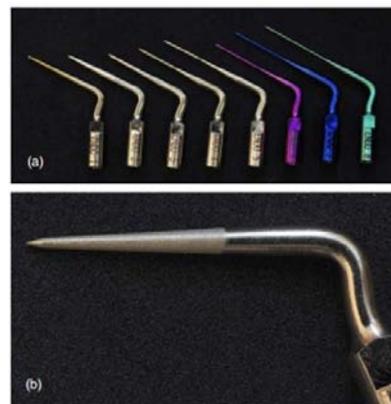


Figura 32. (a) Puntas de ultrasonido de Dentsply Tulsa. (b) Punta de ultrasonido Dentsply Tulsa con revestimiento de

El ultrasonido es energía sónica cuyo rango de frecuencia es mayor a la del oído humano, el cual es 20 kHz. Los rangos de frecuencia empleados en las unidades de ultrasonido desarrolladas en el siglo pasado eran de 25 a 40 kHz. Hoy en día existen equipos de ultrasonido que operan con frecuencias entre 1 a 8 kHz, los cuales producen menos tensión de corte, causando menor alteración a la estructura dental.³⁸

Existen dos mecanismos para la producción de ultrasonido. El primer método se conoce como Magnetostricción, el cual convierte energía electromagnética en

energía mecánica a través de un cúmulo de tiras metálicas dentro de una pieza de mano, la cual es sometida a un campo magnético fijo y alternado; como resultado de esta interacción, se producen vibraciones (). El segundo método se basa en el principio conocido como piezoeléctrico, que consiste en la aplicación de una carga eléctrica sobre un cristal, el cual cambia de dimensiones produciendo oscilaciones mecánicas sin producir calor.^{34,35}

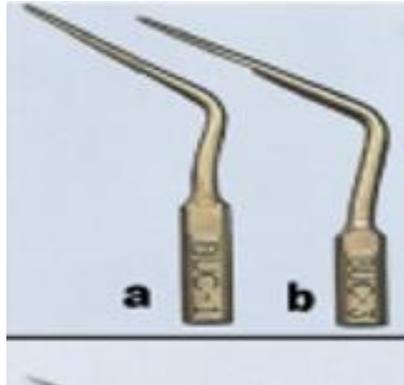


Figura 33. (a) y (b) Puntas de ultrasonido con revestimiento de diamante para la remoción de dentina y calcificaciones distróficas

El piezoeléctrico tiene algunas ventajas comparado con el método de Magnetostricción; las puntas del piezoeléctrico funcionan con un movimiento de ida y vuelta como un pistón, lo cual es ideal para el área de Endodoncia. Por otro lado, una unidad de Magnetostricción funciona mediante un movimiento en ocho (elíptica) que genera calor, lo cual requiere métodos de enfriamiento adecuados.³⁵



Figura 34. Puntas de ultrasonido con angulaciones variadas para retropreparación.

13.1 Aplicaciones del ultrasonido en Endodoncia

En el área de endodoncia, el uso del ultrasonido ha adquirido gran importancia en tareas que son determinantes para el éxito del tratamiento. La tabla 5 muestra los usos del ultrasonido en endodoncia.

Refinamiento del acceso endodóncico	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de dentina secundaria o calcificada para localizar conductos radiculares. • Remoción de calcificaciones pulpares. • Refinar acceso para obtener acceso en línea recta de las limas.
Remoción de obstrucciones dentro del conducto	<ul style="list-style-type: none"> • Puntas de plata • Endopostes • Instrumentos separados • Cementos intrarradiculares
Mejoramiento de la acción de soluciones irrigantes	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la capacidad de remover materia orgánica. • Facilitar el alcance del irrigante el área apical, conductos accesorios y ramificaciones. • Mejorar la desinfección del conducto • Contribuir a la remoción del barrillo dentinario
Condensación de Gutapercha para la obturación del conducto	<ul style="list-style-type: none"> • Coadyuvante en la condensación lateral con gutapercha produciendo calor que reblandece la gutapercha obteniendo mayor homogeneidad de la obturación, disminuyendo la cantidad de espacios vacíos
Colocación de Mineral trióxido agregado (MTA),	<ul style="list-style-type: none"> • Condesar MTA con ultrasonido proporciona un mejor sellado con menos espacios vacíos. Se puede utilizar cuando se sellan perforaciones and en dientes con ápices inmaduros.
Retropreparación endodóncica	<ul style="list-style-type: none"> • La retropreparación con ultrasonido permite proporciona una mejor limpieza y conformación de la cavidad después de la apicectomía. • Fácil manejo ya que existen puntas con diferentes angulaciones. • Minimiza el riesgo de perforación
Instrumentación del conducto con ultrasonido	<ul style="list-style-type: none"> • Existen limas que pueden ser activadas con ultrasonido para la limpieza y conformación, no obstante no es una técnica clínica recomendada ya que su eficiencia no está comprobada. Sin embargo, la activación con ultrasonido de una lima después de la preparación manual o rotatoria, ha demostrado superioridad en la limpieza del conducto.

Tabla 5. Usos del ultrasonido en Endodoncia 34,35

14.0 Preparación rotatoria del sistema de conductos radiculares

La instrumentación del sistema de conductos radiculares tiene como objetivo remover la pulpa radicular (en dientes vitales) y material necrótico que incluye biopelículas microbianas (en pulpas necróticas). Además, un conducto adecuadamente conformado facilitara distribución de soluciones irrigantes, medicación intraconducto y la obturación final. La instrumentación de sistema de conductos radiculares con sistemas rotatorios datan desde el año 1889 cuando William H. Rollis desarrollo un una pieza de mano para endodoncia que utilizaba limas que giraban en 360°. Posteriormente, en 1928, la compañía austriaca W&H, desarrollo un motor de endodoncia que hacia funcionar las limas en movimientos rotatorios y verticales Figura. No fue hasta 1958, cuando los sistemas rotatorios se volvieron populares en Europa con la introducción del motor Racer-handpiece (W&H) que funcionaba con un movimiento reciprocante de 90° Figura. Hoy en día, la instrumentación rotatoria es la más utilizada en la práctica clínica y tanto los motores y sistemas de limas han evolucionado significativamente.³⁶ La tendencia actual para el desarrollo de mejores sistemas rotatorios tiene las siguientes características:

- Aplicación de aleaciones más flexibles, que no sólo prometen una mejor negociación del conducto radicular sino también permiten la vida útil de las limas.
- Introducción de instrumentos que son diseñados para conformar una mayor área del conducto, disminuyendo la necesidad de ensanchamiento coronal.
- Instrumentación con movimientos reciprocantes y reducción del número de limas necesarias para la conformación.

14.1 Sistemas de Níquel-Titanio (Ni-Ti)

La tendencia actual para el desarrollo de mejores sistemas rotatorios se caracteriza por la aplicación de aleaciones más flexibles, que no sólo promueven una mejor negociación del conducto radicular sino también permite aumentar la vida útil de las limas, y además, al ser usadas en motores de movimiento reciproco, el número de limas utilizadas durante el tratamiento se reduce. Asimismo, estos instrumentos están diseñados para conformar mayor área del conducto, disminuyendo la necesidad del ensanchamiento de la entrada de los conductos.^{37,38}

Los instrumentos para la instrumentación rotatoria están fabricados de una aleación compuesta por 55 % Níquel y 45 % Titanio, lo cual les confiere mayor elasticidad y memoria de forma. El límite de elasticidad al doblaje y torsión es de dos a tres veces más alto que los instrumentos fabricados de acero inoxidable. Los módulos de elasticidad son significativamente más bajos en los instrumentos de Ni-Ti, lo que les permite ejercer menos fuerza sobre las paredes del conducto radicular.³⁹

Inicialmente, los instrumentos de Ni-Ti eran utilizados en piezas de mano de baja velocidad, lo que ocasionaba un alto número de instrumentos fracturados. Posteriormente, se desarrollaron motores especiales que proporcionan una velocidad y torque constante. Más tarde se desarrollaron motores con un torque bajo con características adicionales como auto activación y desactivación, auto reversa, motores que tienen integrado un localizador apical y disminución automática y reversa del torque. Nos obstante, las limas Ni-Ti poseen ventajas adicionales al ser utilizadas en motores con movimientos recíprocos en comparación con motores de movimiento continuo.⁴⁰

- Se reduce el estrés de la lima con los movimientos recíprocos, ya que es menos frecuente el atascamiento de la lima con la pared dentinaria.
- Se reduce el número de ciclos dentro del conducto radicular, lo que reduce el estrés flexural en la lima.

- Existe un riesgo disminuido de separación del instrumento.

La tabla 6 muestra los instrumentos de Ni-Ti más utilizados, fabricante y descripción

Instrumentos rotatorios Ni-Ti	Fabricante	Descripción
BioRace, BT Race, iRace	FKG-Brasseler	Sección transversal triangular, secuencias múltiples, rotación continua. (10/.06-50/.06).
<ul style="list-style-type: none"> • Edge File X1, 3, 5, 7. • Hyflex/Hyflex CM 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 EdgeEndo • Coltene 	<ul style="list-style-type: none"> • Sección transversal parabólica, rotación continua. (17/.04-40/.06). • Sección transversal triangular, rotación continua. (15/.04-40/.06).
K3XF	Kerr Sybron	Sección transversal compleja, rotación continua. (15/.04-60/.06).
OneShape	MicroMega	Secciones transversales en forma de S, rotación continua. (25/.06).
ProTaper gold	Dentsply Tulsa	Conicidades variables, rotación continua.
ProTaper next	Dentsply Tulsa	Conicidades variables, sección transversal rectangular. (17/.04-50/.06).
Reciproc	VDW	Secciones transversales en forma de S, movimiento recíprocante. (25, 40, 50)
SAF	Redent Nova	Dos tamaños, Tubo hueco de maya, movimiento de translación de dentro y fuera.
<ul style="list-style-type: none"> • TF Adaptive • TRUShape 	<ul style="list-style-type: none"> • Kerr Sybron • Dentsply Tulsa 	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiples tamaños, motor especial con diferentes modos de rotación. • Sección transversal triangular en forma de S, rotación continua.
Typhoon	DS Denta	Sección transversal triangular, rotación continua, (20/.04-35/.06).
WaveOne	Dentsply Maillefer	Movimiento recíprocante, tres tamaños (21, 25, 40).
Vortex Blue	Dentsply Tulsa	Sección transversal triangular, rotación continua. (15/.04-50/.06).

Tabla 6: Instrumentos Ni-Ti, fabricante y descripción. Los números en paréntesis indican tamaños y conicidades de las limas.^{37, 38}

Capítulo 2

OBJETIVOS GENERALES

Diagnosticar el tipo de anomalía del desarrollo dental en un paciente masculino que se presentó a la clínica de Endodoncia de la E.N.E.S UNAM, mediante el uso de auxiliares de diagnóstico de última generación para establecer una ruta clínica, un plan de tratamiento, así como un pronóstico adecuado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la identificación de una posible anomalía de número en el diente 16 de un paciente masculino de 19 años de edad que se presentó a la clínica de Endodoncia de la E.N.E.S UNAM.
- Realizar una interconsulta con las diferentes áreas odontológicas para definir el plan de tratamiento más adecuado para dicho diente.
- Determinar el pronóstico clínico del diente en cuestión después del tratamiento y realizar citas de seguimiento para evaluar el éxito de la terapia.

Capítulo 3

CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 19 años de edad, se presenta a la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. Clínicamente, el primer molar superior del paciente mostraba una corona clínica de mayor tamaño mesio-distalmente y cúspides adicionales, el examen radiográfico reveló una compleja anatomía radicular compuesta por varias raíces y se observó la presencia de una lesión radiolúcida asociada con las raíces palatinas y mesiales (Fig 35). El sondeo periodontal y la movilidad de los dientes se encontraban dentro de los límites fisiológicos, sin embargo, las pruebas de sensibilidad pulpar fueron negativas al frío y al calor, asimismo el paciente no refirió molestia a las pruebas de percusión verticales y horizontales.

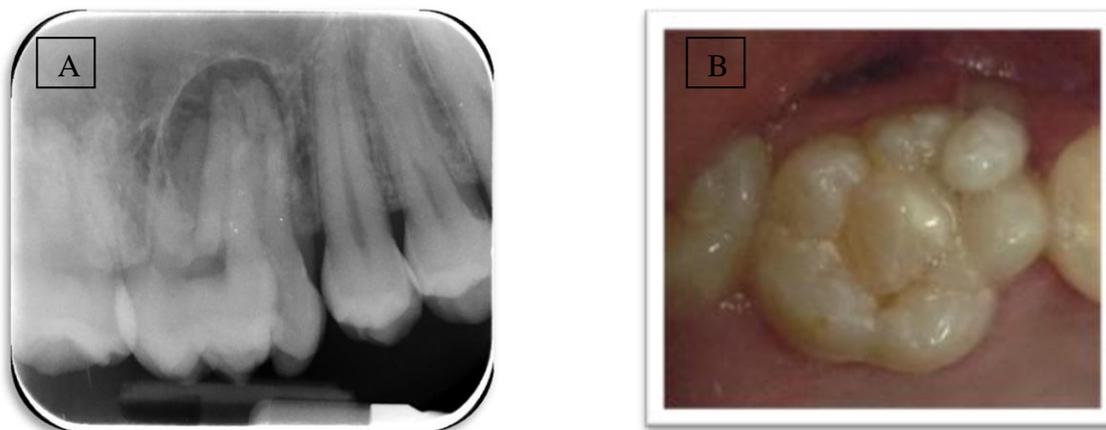


Figura 35. (A) Radiografía inicial que muestra un molar de anatomía atípica con una lesión asociada a las raíces palatinas y mesiales. (B) Fotografía clínica intraoral que muestra la morfología atípica del primer molar superior antes del tratamiento.

Con base a los hallazgos clínicos y radiográficos, se realizó un diagnóstico de necrosis pulpar con periodontitis apical asintomática en dicho diente y debido a la morfología radicular inusual se indicó la toma una tomografía computarizada tipo cone Bean CBCT CS 9300 (Carestream Dental Atlanta GA). (Fig 36)

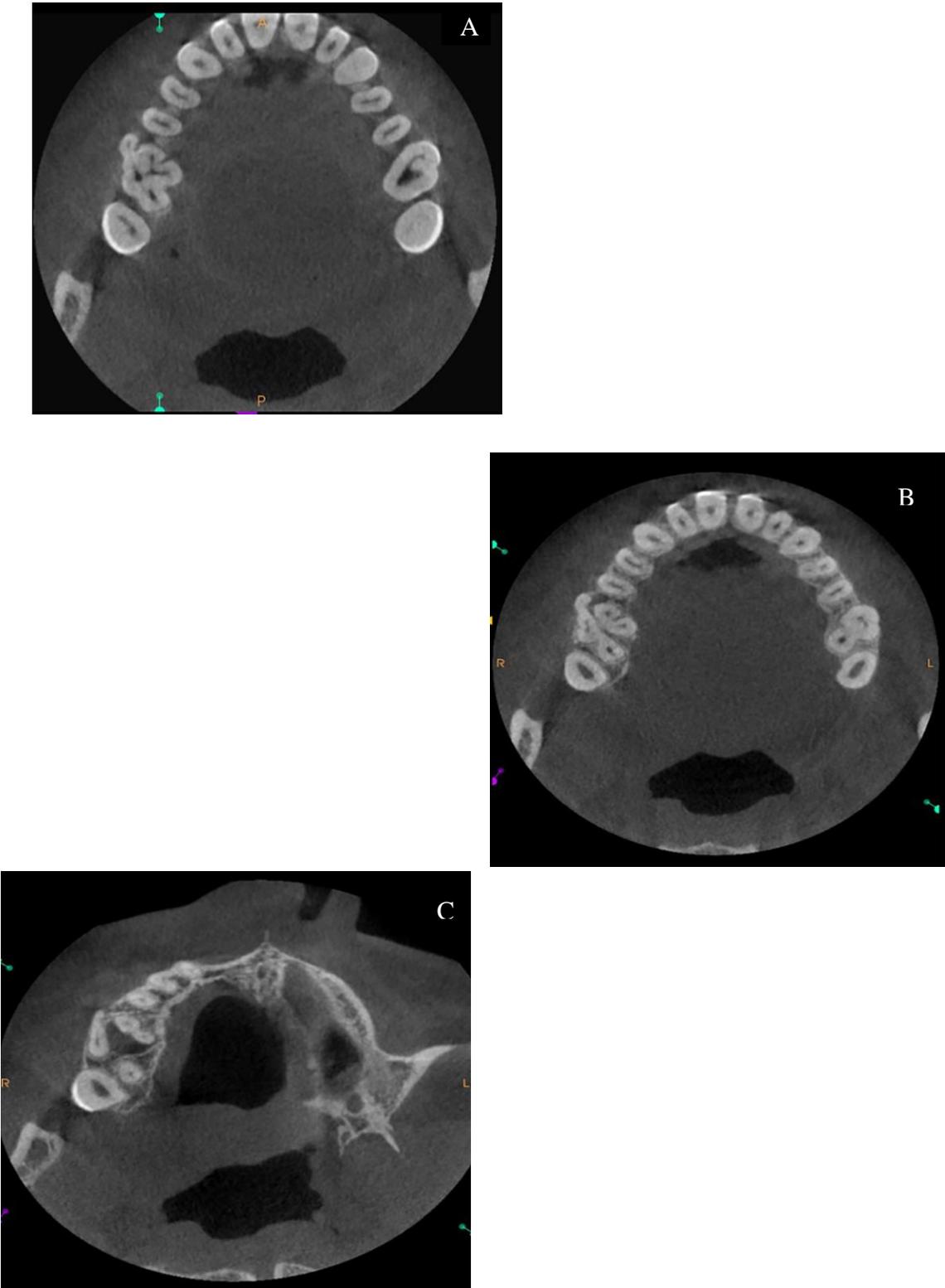


Figura 36. Cortes axiales de CBCT a diferentes niveles de la raíz. (A) Corte a nivel coronal donde se pueden observar siete entradas a los conductos radiculares. (B) Corte en tercio medio donde se puede observar e número de raíces y la complejidad de sistema de conductos. (C) Corte apical que muestra la ubicación de la lesión periapical y raíces

Una vez analizados los cortes tomográficos, los cuales confirmaban una lesión periapical así como la fusión del primer molar con un diente supernumerario; formando un diente con morfología atípica y un complejo sistema de conductos radiculares. Se anestesió el área con 1,8 ml de Lidocaína al 2% con Epinefrina 1: 100.000 (Zeyco, EUA) y se realizó aislamiento absoluto. Posteriormente, para la localización de los conductos y al mismo tiempo conservar la mayor parte de la estructura dental sin comprometer la eficiencia del trabajo biomecánico, se decidió realizar un acceso endodóncico modificado; conformando tres orificios conservadores bajo el microscopio quirúrgico OPMI (Carl ZEISS Meditec AG, Alemania, utilizando fresas de carburo #2 y puntas de ultrasonido (Fig 37).

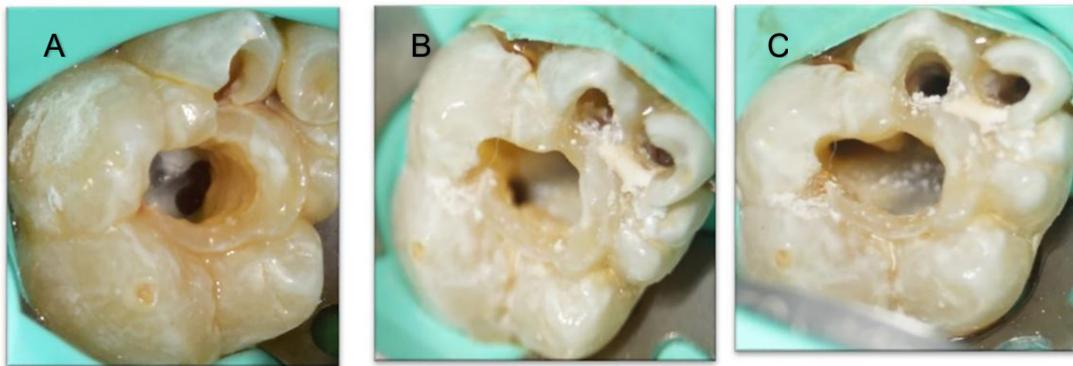


Figura 37. Radiografías clínicas que muestran el acceso endodóncico. (A) Acceso principal que muestra dos entradas a dos conductos radiculares. (B) Diferente angulación que muestra dos accesos de menor tamaño y la entrada al conducto palatino. (C) Perspectiva oclusal que muestra un acceso conservador que permite el acceso en línea recta de las limas.

Una vez establecido el acceso, se localizaron siete entradas a los conductos con explorador DG16, y con limas tipo K-flex #10 se patentaron y permearon los conductos radiculares, los cuales eran amplios y poco curvos lo que permitió una negociación exitosa. La longitud de trabajo se estableció empleando un localizador de ápice J MoritaR electrónico Root Zx II (MFG Corp. Japón) (Fig 40) y debido a el número conductos y al tamaño del acceso endodóncico, fue necesario realizar dos tomas radiográficas para confirmar la longitud de trabajo, ya que no fue posible colocar 7 limas en sus respectivo conducto para una sola toma radiográfica (Fig 38).

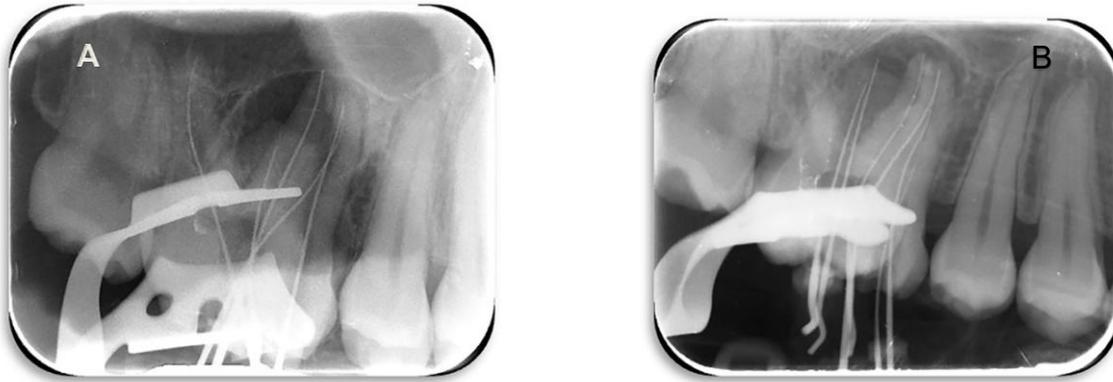


Figura 38. Radiografías de conductometría (A) Radiografía que muestra dos conductos en la raíz mesio-palatina que se unen en el tercio medio, también se observa la raíz disto-palatina con una marcada curvatura. (B) Radiografía que muestra dos conductos en la raíz disto-vestibular que se unen apicalmente, también se observa un pequeño conducto localizado mesio-vestibularmente.

La limpieza y conformación se llevó a cabo con instrumentos rotatorios de níquel-titanio ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Suiza) (Fig 39) y durante el procedimiento, se utilizó una jeringa de 10 ml con hipoclorito de sodio al 5.25% % activada con puntas ultrasónicas [EndoKit E12 (NSK, Japón)] para desinfectar los conductos. Se colocó medicación intraconducto de hidróxido de calcio (Viarden Dental, México) y se obturó la



Figura 39. Limas del sistema rotatorio ProtaperNext

cavidad de acceso temporalmente IRM (Dentsply Milford, USA). En la segunda cita, después de la anestesia local y el aislamiento absoluto, se removió la restauración temporal y la medicación intraconducto, se ajustaron los conos maestros, se realizó un protocolo de irrigación final utilizando hipoclorito de sodio al 5.25 % y puntas de ultrasonido como se mencionó anteriormente. Los conductos radiculares fueron secados con puntas de papel (Dentsply Maillefer, Suiza) y obturados con la técnica



Figura 40. J MoritaR electrónico Root ZX II

de condensación lateral modificada con ultrasonido, Various 370 (NSK, Japón) para obtener una mejor obturación tridimensional y homogénea (Figura 41).



Figura 41. (A) Radiografía de conometría. (B) Radiografía disto-radial donde se observa la obturación completa del sistema de conductos radiculares. (C) Radiografía orto-radial que muestra una obturación homogénea de los conductos, así como la obturación de la cavidad de acceso.

El paciente fue posteriormente referido al departamento de odontología restauradora para la colocación de una restauración definitiva. Durante los seis meses de seguimiento clínico y radiográfico, el paciente permanece asintomático y la radiografía muestra signos iniciales de cicatrización (Fig 42).



Figura 42. Radiografía de seguimiento después de seis meses del tratamiento.

Capítulo 4

DISCUSIÓN

Fusión, geminación y raíces supernumerarias son términos utilizados para definir diferentes anomalías morfológicas que, aunque han sido ampliamente reportados en la literatura, estos casos se consideran únicos y se convierten en un desafío clínico ya que el diagnóstico diferencial entre estas anomalías es difícil y requieren de un examen clínico y radiográfico detallado.⁴¹ En el presente caso, la radiografía inicial mostró una anatomía inusual de la corona y raíces supernumerarias, así que se utilizó la reconstrucción de imágenes tridimensionales y vistas axiales de CBCT para obtener una visión más detallada de la morfología del conducto radicular y prever la complejidad del tratamiento. Esta información fue útil en la selección del tipo instrumentación rotatoria y protocolos de irrigación para lograr una completa limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares.

Es importante evaluar la anatomía interna y externa, ya que los dientes con alteraciones morfológicas son susceptibles a lesiones cariosas, enfermedad periodontal y también pueden ser la causa de alteraciones en la oclusión. El presente caso muestra que el diente 26 también presentaba una variación morfológica en la corona pero no presentaba raíces supernumerarias, por lo tanto, la naturaleza bilateral de la variación presentada no puede ser sostenida. La incidencia de fusión en los dientes supernumerarios es del 0,1% y suele afectar a dientes anteriores maxilares. Libfeld y Rostain realizaron un análisis radiográfico en 1200 dientes y encontraron que la incidencia de molares con 4 raíces es del 0,4%. Del mismo modo, Neelakantan et al; Estudió 220 dientes de una población india que muestra que la prevalencia de molares con cuatro raíces es del 0,9%.⁴²

Debido a la popularidad de la tomografía computarizada y al amplio uso del microscopio electrónico, la divulgación de tratamientos de conductos hechos en molares con características anatómicas poco comunes ha sido posible. Albuquerque et al; reportó en el 2010 un molar con 3 raíces y 6 conductos identificados con tomografía computarizada. Kottor et al; reportó en el 2010 y 2011 el tratamiento de conductos realizados exitosamente en molares con 7 y 8 respectivamente.^{43, 44}

CONCLUSIÓN

Las anomalías dentales requieren especial atención en su examinación así como en su tratamiento, también es importante tomar en cuenta que las anomalías dentales pueden presentarse en pacientes sindrómicos y no sindrómicos y que pueden afectar la calidad de vida del paciente. La creciente popularidad de las nuevas tecnologías en endodoncia como CBCT, microscopio quirúrgico y sistemas rotatorios han aumentado las tasas de éxito en tratamientos hechos en dientes con alguna anomalía del desarrollo. El uso generalizado de CBCT, ha facilitado la identificación de la configuración precisa de los conductos radiculares y de la anatomía externa del diente, asimismo, en el diagnóstico, planificación y ejecución de un plan de tratamiento predecible de dientes que presenta alguna anomalía del desarrollo. El empleo de un sistema fiable de clasificación de los conductos radiculares facilita la difusión de los nuevos conocimientos entre los clínicos y los investigadores, y también sirve como un método eficaz de comunicación que define y transmite la anatomía radicular con mayor precisión. En el presente caso clínico la anatomía del diente fue clasificada utilizando la clasificación de Ahmed del 2016, (⁵ 16 DP¹ DB²⁻¹ MB¹ MP¹ MP²⁻¹). Los estudios sobre el desarrollo dental en modelos animales junto con estudios genéticos en humanos han enriquecido el conocimiento sobre las causas de las anomalías dentales, y están estableciendo las bases para futuros tratamiento de carácter biológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zohrabian VM, Poon CS, Abrahams JJ. Embryology and Anatomy of the Jaw and dentition. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* 2015;36(5):397-406.
2. Thesleff I. Current understanding of the process of tooth formation: transfer from the laboratory to the clinic. *Aust Dent J* 2014;59:48-54
3. Lumsden AG. Spatial organization of the epithelium and the role of neural crest cells in the initiation of the mammalian tooth germ. *Development* 1988;103:155-169.
4. Abrahams JJ, Frisoli JK, Dembner J. Anatomy of the jaw, dentition, and related regions. *Semin Ultrasound CT MR* 1995;16(6):453-467.
5. Trumpp A, Depew MJ, Rubenstein JL, Bishop JM, Martin GR. Cre-mediated gene inactivation demonstrates that FGF8 is required for cell survival and patterning of the first branchial arch. *Genes and Development* 1999;13:3136–3148.
6. Thomas BT, Tucker AS, Qui M, et al. Role of Dlx-1 and Dlx-2 genes in patterning of the murine dentition. *Development* 1997;124:4811–4818.
7. Tucker AS. Tooth Morphogenesis and Patterning: Molecular Genetics. *Encyclopedia of Life Sciences* 2006:1-5.
8. Miletich I. Normal and abnormal dental development. *Human Molecular Genetics* 2003;12(1):69-73.
9. Klein OD, Oberoi S, Huysseune A, Hovorakova M, Peterka M, Peterkova, R. Developmental disorders of the dentition: An update. *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics* 2003;163(4):318-332.
10. Jahanimoghadam F. Dental Anomalies: An Update. *Advances in Human Biology* 2016; 6(3):112-8.
11. Ashish S, Vinay M, Sushmita S, Icha KM. Developmental anomalies affecting the morphology of teeth – a review. *RSBO* 2015;12(1):68-78.

12. Brook A, Jernvall J, Smith R, Hughes T, Townsend G. The dentition: the outcomes of morphogenesis leading to variations of tooth number, size and shape. *Australian Dental Journal* 2014; 59:131-142.
13. Galluccio G, Castellano M, Monaca CL. Genetic basis of non-syndromic anomalies of human tooth number. *Archives of Oral Biology* 2012;57(7):918-930.
14. Bailleul-Forestier I, Berdal A, Vinckier F, Ravel TD, Fryns JP, Verloes A. The genetic basis of inherited anomalies of the teeth. Part 1: Syndromes with significant dental involvement. *European Journal of Medical Genetics* 2008 51:273-291.
15. Thesleff I, Pirinen S. Dental Anomalies: Genetics. *ELS*. 2006:1-7.
16. Min Z, Chao L, Shuangshuang R, Zintong L, Leiyong Mi, Weibin S. Fusion of a supernumerary tooth to right mandibular second molar: a case report and literature review. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(8):11890-11895.
17. Hernández-Guisado JM, Torres-Lagares D, Infante-Cossío P, Gutiérrez-Pérez JL. Geminación dental: presentación de un caso. *Medicina Oral* 2002; 7: 231-236.
18. Fleming PS, Xavier GM, Dibiasi AT, Cobourne MT. Revisiting the supernumerary: the epidemiological and molecular basis of extra teeth. *Bdj* 2010;208(1):25-30.
19. Nakamura T, Fukumoto S. Genetics of supernumerary tooth formation. *Journal of Oral Biosciences* 2013;55(4):180-183.
20. Wang X, Fan J. Molecular genetics of supernumerary tooth formation. *Genesis* 2011;49(4):261-277.
21. William MC, Peter LJ, Lewis RE. Two Approaches to the Diagnosis of Lesions of the Oral Mucosa. *CDA Journal* 1999;8(27).
22. Jacobsen PL, Carpenter WM. MIND: A method of diagnosing oral pathology. *Dentistry Today*. 2000;19: 58-61.
23. Weine FS, Hayami S, Hata G, Toda T. Canal configuration of the mesiobuccal root of the maxillary first molar of a Japanese sub-population. *Int Endod J* 1999;32:79-87.

24. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;28:419-25
25. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 58:589-599.
26. Briseño-Marroquín B, Paqué F, Maier K, Willershausen B, Wolf TG. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. *J Endod* 2015; 41(12):2008-2013.
27. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.
28. Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* **42**,447-462.
29. Patel S. (2009) New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal* **42**,463-475.
30. Kishen A, Peters OA, Zehnder M, Diogenes AR, Nair MK (2016) Advances in endodontics: Potential applications in clinical practice. *Journal of Conservative Dentistry* **19**,199-206.
31. Hagiwara Y, Tamotsu U, Tatsuya Na, Hirofumi T, Shinya N, Masao A. Prevalence and distribution of anomalies of permanent dentition in 9584 Japanese high school students. *Odontology* 2016; 104:380–389.
32. Cardona J, Fernandez R. Root anatomy, a view from the microsurgery endodontic: Review. *Rev. CES Odont* 2015; 28(2):70-99.
33. Zinner DD. Recent ultrasonic dental studies including periodontia, without the use of an abrasive. *J Dent Res* 1955;34:748 –9.
34. Park, E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013;29(1):125-159.
35. Plotino G, Pameijer C, Mariagrande N, Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics* 2007;33(2):81-95.
36. Hulsmann M, Peters O.A, Dummer P.M. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 2005;10(1):30-76.

37. Paritosh Sharma., et al. Entering A New Era in Endodontics with Revolutionary Single File Systems: A Comprehensive Review. EC Dental Science 2016;5(3):1100-1122.
38. PJ van der Vyver, C Jonker.. Reciprocating instruments in Endodontics: a review of the literature. SADJ 2014;69(9):404-409.
39. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments: application in endodontics. J Endod 1995;:92-4.
40. Sattapan B, Palmara JE, Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. J Endod 2000;26:156-60.
41. Cho K.-M., Jang J-H, Park S-H. Clinical management of a fused upper premolar with supernumerary tooth: a case report. Restorative Dentistry & Endodontics 2014;39(4):319–323.
42. Libfeld H, Rostein I. Incidence of four rooted maxillary second molars: literature review and radiographic survey of 1200 teeth. J Endod 1989;15:129–31.
43. Kottoor J, Velmurugan N, Surendran S. Endodontic Management of a Maxillary First Molar with Eight Root Canal Systems Evaluated Using Cone-beam Computed Tomography Scanning: A Case Report. J Endod 2011; 37(5):715-719.
44. Kottoor J, Velmurugan N, Sudha R, Hemamalathi S. Maxillary First Molar with Seven Root Canals Diagnosed with Cone-Beam Computed Tomography Scanning: A Case Report. J Endod 2010; 36(5):915-921.

ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

1. Imagen 1: Cavidad bucal en desarrollo, tomada del libro: Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function. Capítulo 5, página 72.
2. Imagen 2: Estadío de brote, tomada del libro: Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function. Capítulo 5, página 79.
3. Imagen 3: Estadío de casquete, tomada del libro: Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function. Capítulo 5, página 79.
4. Imagen 4: Estadío de campana inicial, tomada del libro: Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function. Capítulo 5, página 81.
5. Imagen 5: Estadío de campana tardía, tomada del libro: Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function. Capítulo 5, página 82.
6. Tabla 1: Datos tomados de artículo: Brook A, Jernvall J, Smith R, Hughes T, Townsend G. The dentition: the outcomes of morphogenesis leading to variations of tooth number, size and shape. Australian Dental Journal 2014; 59:131-142
7. Imagen 6: Radiografía panorámica de paciente con oligodoncia sindrómica, tomada del artículo: Bailleul-Forestier I, Berdal A, Vinckier F, Ravel TD, Fryns JP, Verloes A. The genetic basis of inherited anomalies of the teeth. Part 1: Syndromes with significant dental involvement. European Journal of Medical Genetics 2008 51:273-291.
8. Imagen 7: Radiografía panorámica de paciente con oligodoncia no sindrómica, tomada del artículo: Bailleul-Forestier I, Berdal A, Vinckier F, Ravel TD, Fryns JP, Verloes A. The genetic basis of inherited anomalies of the teeth. Part 1: Syndromes with significant dental involvement. European Journal of Medical Genetics 2008 51:273-291.
9. Imagen 8: Alteraciones del desarrollo, tomada del artículo: Ashish S, Vinay M, Sushmita S, Iccha KM. Developmental anomalies affecting the morphology of teeth – a review. RSBO 2015;12(1):68-78.
10. Tabla 2: Datos tomados del artículo: Ashish S, Vinay M, Sushmita S, Iccha KM. Developmental anomalies affecting the morphology of teeth – a review. RSBO 2015;12(1):68-78.
11. Imagen 9: Primer molar fusionado, tomada del artículo: Min Z, Chao L, Shuangshuang R, Zintong L, Leiyong Mi, Weibin S. Fusion of a supernumerary tooth to right mandibular second molar: a case report and literature review. Int J Clin Exp Med 2015;8(8):11890-11895.
12. Tabla 3: Información tomada del artículo: Nakamura T, Fukumoto S. Genetics of supernumerary tooth formation. Journal of Oral Biosciences 2013;55(4):180-183. Y Wang X, Fan J. Molecular genetics of supernumerary tooth formation. Genesis 2011;49(4):261-277.
13. Imagen 10: Análisis comparativo de la dentición de un ratón silvestre, tomada del artículo: Fleming PS, Xavier GM, Dibiase AT, Cobourne MT. Revisiting the supernumerary: the epidemiological and molecular basis of extra teeth. Bdj 2010;208(1):25-30.
14. Imagen 11: Fuente propia.

15. Imagen 12: Fuente propia.
16. Imagen 13: Fuente propia.
17. Imagen 14: Fuente propia.
18. Imagen 15: Fuente propia.

19. Imagen 16: Clasificación de Waive, tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.
20. Imagen 17: Clasificación de Vertucci, tomada del artículo: Clasificación de Waive: Tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.

21. Imagen 18: Clasificación de Briseño-Marroquin, tomada del artículo: Clasificación de Waive: Tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.
22. Tabla 4: Resumen de la metodología de Ahmed, Información tomada del artículo: Clasificación de Waive: Tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.

23. Imagen 19: Clasificación de Ahmed et al, tomada del artículo: Clasificación de Waive: Tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.
24. Imagen 20: Clasificación de Ahmed et al, tomada del artículo: Clasificación de Waive: Tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.

25. Imagen 21: Clasificación de Ahmed et al, tomada del artículo: Clasificación de Waive: Tomada del artículo: Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J* 2016.

26. Imagen 22: Reabsorción externa, tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.
27. Imagen 23: Radiografías periapicales, tomadas del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.

28. Imagen 24: Escáner CBCT, tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.
29. Imagen 25: Haz de rayos X, tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.

30. Imagen 26: Radiografías periapicales, tomadas del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.

31. Imagen 27: Reconstrucción tridimensional, tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 2. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.
32. Imagen 28: Imágenes CBCT del diente 21, imagen tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 2. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.
33. Imagen 29: Cortes Axiales CBCT, tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 2. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.
34. Imagen 30: Reabsorción externa del diente 21, tomada del artículo: Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 2. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal* 42,447-462.
35. Imagen 31: Equipo de ultrasonido, tomada de: Park, E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013;29(1):125-159
36. Imagen 32: Puntas de ultrasonido, tomada de: Park, E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013;29(1):125-159
37. Imagen 33: Puntas de ultrasonido, tomada de: Zinner DD. Recent ultrasonic dental studies including periodontia, without the use of an abrasive. *J Dent Res* 1955;34:748 -9.
38. Imagen 34: Puntas de ultrasonido, tomada de: Park, E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013;29(1):125-159.
39. Tabla 5: Usos de ultrasonido en Endodoncia, información tomada de: Park, E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013;29(1):125-159. Y de: Plotino G, Pameijer C, Mariagrande N, Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics* 2007;33(2):81-95.
40. Tabla 6: Instrumentos de NI-TI, información tomada de: Paritosh Sharma., et al. Entering A New Era in Endodontics with Revolutionary Single File Systems: A Comprehensive Review. *EC Dental Science* 2016;5(3):1100-1122. Y de: PJ van der Vyver, C Jonker.. Reciprocating instruments in Endodontics: a review of the literature. *SADJ* 2014;69(9):404-409.
41. Imagen 35: Fuente propia.
42. Imagen 36: Fuente propia.
43. Imagen 37: Fuente propia.
44. Imagen 38: Localizador apical, tomada de:
<http://www.dentalmeduniversitaria.com.br/produto/9727/localizador-apical-root-zx-ii-morita.html>
45. Imagen 39: Fuente propia
46. Imagen 40: Limas del sistema Protaper-Next, tomada de:
http://www.endovations.es/65_limas-protaper-next

47. Imagen 41: Fuente propia.
48. Imagen 42: Fuente propia.

