

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Odontología



Carrera de Postgrado de
Especialización en Endodoncia
COHORTE 2022-2024

Trabajo Profesional Final

Especializando: Od. R. Carolina Gramajo Boscarino

Directora: Dra. María Florencia García
Co- Director: Od. Esp. Gabriel Rizzo

2025

CASO CLINICO N° 1	3
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	15
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	18
CASO CLINICO N°2	24
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	32
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	34
CASO CLINICO N° 3 Y 4	40
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	52
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	56
CASO CLINICO N°5	63
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	81
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	83
CASO CLÍNICO N°6	90
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	105
<u>BIBIOGRAFIA</u>	108
CASO CLINICO N°7	116
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	130
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	133
CASO CLÍNICO N°8	146
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	158
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	162
CASO CLINICO N°9	167
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	184
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	187
CASO CLINICO N°10	194
<u>CONTROL A DISTANCIA</u>	212
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	214

Paciente 1

Caso clínico N°1. Pieza dentaria 2.1

Paciente masculino de 10 años que concurrió a la consulta de urgencia en mi consultorio particular, acompañado por su padre, aproximadamente media hora después de haber sufrido un traumatismo durante una clase de educación física en la escuela, donde cayó al suelo impactando con la boca contra el piso. Se procedió a la limpieza de los tejidos

blandos traumatizados mediante la aplicación de solución fisiológica estéril y gasa estéril, de forma suave. Al examen extraoral se observaron laceraciones en el labio superior que no requirieron sutura, y una leve asimetría facial producto de la inflamación en zona antero-superior. Al examen intraoral, se visualizó el diente 2.1 extruido y se constató una fractura coronaria de esmalte y dentina sin exposición pulpar en la pieza 2.2 (Figura 1).



Figura 1. Luxación extrusiva.

Para realizar un correcto diagnóstico clínico se efectuó el test de sensibilidad a través de estimulación térmica con frío mediante un spray refrigerante a base de una mezcla de gas butano y gas propano (Klepp Ice®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina) (Alghaithy y Qualtrough 2016) aerosolizado sobre una torunda de algodón que se colocó en la cara vestibular de las piezas afectadas y de piezas antagonistas y adyacentes. Se interpretó la respuesta sensitiva obteniendo los siguientes resultados: la pieza 2.1 no respondió al estímulo y las piezas 2.2, 1.1, 1.2, 6.3 y 5.3 presentaron una respuesta normal.

Es fundamental determinar el estado de la pulpa en dientes traumatizados, ya que de ello dependerá gran parte del pronóstico y el plan de tratamiento. Las pruebas de sensibilidad pulpar evalúan la respuesta de las fibras nerviosas, es decir, la actividad neuronal, pero no reflejan directamente el estado del aporte vascular de la pulpa (Bastos *et al.*, 2014). Este tipo de prueba es un método confiable y ampliamente utilizado para evaluar el estado pulpar, especialmente en situaciones postraumáticas (Petersson *et al.*, 1999; Weisleder *et al.*, 2009). En un estudio que evaluó la fiabilidad (repetibilidad) y validez (precisión diagnóstica) del test de sensibilidad eléctrica y del test al frío (con dióxido de carbono y refrigerantes) se observó que el test al frío es más confiable y válido que el test eléctrico para determinar el estado pulpar, destacando su eficacia en diferenciar entre pulpas sanas y necróticas (Petersson *et al.* 1999). Las pruebas de sensibilidad pulpar al frío tienen una alta tasa de correlación con el estado real del tejido pulpar, confirmado por hallazgos clínicos o histológicos. Es decir, el test con frío es considerado una herramienta útil y confiable en el diagnóstico del estado pulpar, particularmente tras traumatismos (Weisleder *et al.*, 2009). Por lo tanto, este tipo de pruebas pueden no ser confiable inmediatamente después del trauma, debido a una falta transitoria de respuesta neuronal. La pérdida temporal de sensibilidad es un hallazgo clínico frecuente durante la fase de curación pulpar postraumática, especialmente en casos de lesiones por luxación y no debe interpretarse de forma inmediata como necrosis (Bastos *et al.*, 2014). En consecuencia, las pruebas de sensibilidad no son concluyentes por sí solas para diagnosticar necrosis pulpar en dientes traumatizados. A pesar de esta limitación, deben realizarse en la evaluación inicial y en cada cita de control ya que permiten detectar cambios a lo largo del tiempo

y, además, la respuesta inicial puede ser un buen predictor del pronóstico a largo plazo de la pulpa (Fulling y Andreasen, 1976).

Se realizó una radiografía preoperatoria analógica (Figura 2) utilizando un equipo de Rayos X Odontológico Rodante – Dental San Justo EX (DSJ, Buenos Aires, Argentina) Este tipo de radiografía es fundamental en la evaluación de traumatismos dentoalveolares, ya que permite valorar el desarrollo radicular, el estado del ligamento periodontal y la posible presencia de lesiones asociadas. (Andreasen *et al.*, 2007; AAE, 2021). En la misma se observó que los incisivos centrales y laterales superiores eran piezas dentarias uniradiculares jóvenes, con cámaras pulpares amplias y conductos rectos y amplios con paredes dentinarias delgadas. Las raíces habían completado su desarrollo y conservaban su integridad, sin signos de reabsorción o alteraciones periapicales. El hueso circundante presentaba una apariencia normal, sin signos patológicos. En la pieza 2.1 se evidenció un desplazamiento extrusivo acompañado de un ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal, hallazgo compatible con una luxación extrusiva. El diente se observó alargado clínicamente (Andreasen y Andreasen, 2012) o desplazado hacia afuera del alveolo en dirección incisal, sin otra lesión traumática asociada. La luxación extrusiva implica una separación parcial del ligamento periodontal con desplazamiento axial del diente, lo cual puede conllevar la ruptura del paquete vasculonervioso y, por consiguiente, un aumento significativo de su movilidad (Hermann y Andreasen, 2012). Además, la pieza 2.2 presentó una fractura coronaria sin exposición pulpar. La luxación extrusiva se caracteriza radiográficamente por el alargamiento de la imagen radicular y el ensanchamiento del espacio periodontal, mientras que las fracturas coronarias sin exposición pulpar no suelen presentar alteraciones óseas ni periapicales inmediatas (Malmgren *et al.*, 2012). Como hallazgo radiográfico adicional, se identificaron dos dientes supernumerarios en posición apical a los incisivos centrales superiores. La detección incidental de dientes supernumerarios es un hallazgo relativamente frecuente en pacientes pediátricos y puede tener implicancias en el desarrollo y erupción de los dientes permanentes (Garvey *et al.*, 1999).



Figura 2. Radiografía post-traumatismo.

Las lesiones traumáticas dentales (LTD) ocurren con mayor frecuencia en niños y adolescentes, en quienes la pérdida de un diente puede tener consecuencias funcionales, estéticas y psicológicas a lo largo de toda la vida. Las causas suelen ser múltiples y pueden incluir caídas, accidentes deportivos o escolares, entre otros. El tipo de lesión resultante depende de múltiples factores, principalmente de la dirección, intensidad y naturaleza del impacto, así como de las características anatómicas del paciente como el grado de erupción dental, la elasticidad ósea y la edad (Andreasen *et al.*, 2007). Existen factores predisponentes relacionados con las características del paciente, como la protrusión de los incisivos anterosuperiores y la incompetencia labial,

que aumentan el riesgo de traumatismos. Para arribar a un diagnóstico certero, es fundamental realizar una anamnesis detallada junto con un minucioso examen clínico y radiográfico. La evolución de este tipo de lesiones es muchas veces impredecible, pudiendo derivar en complicaciones pulpares o periodontales, y su tratamiento puede implicar costos significativos a lo largo del tiempo (Rai *et al.*, 2016).

La Asociación Internacional de Traumatología dental (IADT) clasifica los traumatismos dentoalveolares en dos grandes grupos: lesiones por luxación y lesiones por fractura (IADT, 2020) Las lesiones por luxación, según el grado y tipo de desplazamiento del diente en el alveolo, comprenden: concusión, subluxación, extrusión, luxación lateral, intrusión y avulsión, Por otro lado, las fracturas se clasifican según los tejidos duros comprometidos en la línea de fractura: fracturas coronarias (que pueden involucrar esmalte, dentina, con o sin exposición pulpar), fracturas radiculares (coronal, media o apical) y fracturas del hueso alveolar (Bakland y Andreasen, 2004; Lam, 2016).

Tras un traumatismo, pueden presentarse numerosas complicaciones que afectan tanto al tejido pulpar como al periodonto. Entre las más comunes se encuentran: necrosis pulpar, reabsorción radicular inflamatoria o por sustitución (anquilosis), reabsorción ósea peridentaria, calcificación del conducto radicular y detención del desarrollo radicular. Estas complicaciones pueden manifestarse de forma inmediata o a largo plazo, lo que exige controles clínico-radiográficos continuos (Hermann y Andreasen, 2012).

La curación postraumática implica procesos biológicos complejos, como la reorganización del ligamento periodontal, la revascularización pulpar y la reinervación, los cuales dependen de la severidad del trauma, del tipo de lesión y de la intervención clínica oportuna (Hermann y Andreasen, 2012). Por ello, el pronóstico está estrechamente relacionado con el diagnóstico precoz, el manejo inicial adecuado y el seguimiento continuo.

Luego de haber realizado la anamnesis y el diagnóstico clínico-radiográfico y teniendo en cuenta la clasificación de los traumatismos dentoalveolares (IADT, 2020) se arribó al siguiente **diagnóstico**:

pieza 2.1: lesión por luxación extrusiva

pieza 2.2: fractura coronaria no complicada, que involucró esmalte y dentina sin exposición pulpar (Bakland y Andreasen, 2004).

Ambos diagnósticos requieren seguimiento periódico debido al riesgo de complicaciones posteriores como necrosis pulpar, reabsorciones o alteraciones en el desarrollo radicular.

Luego de explicar al padre, responsable legal del menor, las alternativas terapéuticas disponibles, así como los posibles riesgos, beneficios y complicaciones asociadas a cada una, conforme lo establece la Ley 26.529 de Derechos del Paciente (Ley 26.529), se procedió a solicitar la firma del consentimiento informado, dejando constancia de que se brindó la información de manera clara, comprensible y adecuada al contexto clínico.

Se siguió el protocolo de tratamiento de acuerdo con las recomendaciones clínicas de la IADT (International Association of Dental Traumatology) para casos de luxación extrusiva (Andersson *et al.*, 2012).

Se comenzó realizando la analgesia local con el fin de llevar adelante las maniobras que involucran el tratamiento sin molestias para el paciente. Se administró anestesia infiltrativa en el fondo del surco vestibular con una jeringa carpule, aguja descartable hipodérmica corta de 21 milímetros (mm) (Misawa, Tokyo, Japón) y una solución anestésica de carticaína clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina).

Bajo anestesia local, y mediante presión digital suave, se reposicionó la pieza 2.1 en su posición original dentro del alveolo. Posteriormente, se estabilizó mediante una férula pasiva y flexible confeccionada con hilo de nylon de 0,25 mm (Sumax®, Germany), adherido a la superficie dentaria con resina compuesta fotopolimerizable (Filtek® Z350 XT, 3M®, Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Flores *et al.*, 2007).

En la pieza 2.2 se realizó una protección pulpar indirecta, colocando hidróxido de calcio (Dycal®, Dentsply Sirona, USA) sobre la dentina expuesta, siguiendo la indicación para fracturas no complicadas en dientes jóvenes (Bakland y Andreasen, 2004). A continuación, se restauró con ionómero vítreo tipo IX (Klepp MOLAR®, Buenos Aires, Argentina), material indicado en restauraciones temporales y semipermanentes por su liberación de flúor, buena adhesión y biocompatibilidad (Mickenautsch y Yengopal, 2011).

Finalizado el tratamiento se verificó que no hubiera interferencias oclusales ni dificultades para el mantenimiento de la higiene bucal. Se proporcionó al padre del paciente indicaciones postoperatorias incluyendo: dieta blanda, cepillado dental suave, enjuagues diarios con digluconato de clorhexidina al 0,12% (Plac-Out®, Laboratorios Bernabó, CABA, Argentina) y la prohibición de deportes de contacto durante al menos 2 semanas, siguiendo las pautas de recuperación recomendadas por la IADT (Flores *et al.*, 2007).

Una vez atendida la urgencia, se derivó al paciente a la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Rosario, con el objetivo de continuar el tratamiento interdisciplinario y realizar el seguimiento endodóntico correspondiente. La derivación fue programada para los 15 días posteriores al trauma, tal como lo sugieren las guías de la IADT, a fin de reevaluar la respuesta pulpar y considerar, en caso necesario, intervenciones terapéuticas adicionales según la evolución clínica y radiográfica.

Al concurrir a la Carrera de Especialización en Endodoncia para la segunda sesión, se realizó nuevamente un diagnóstico clínico. El paciente se presentó asintomático, al examen extraoral no se observaron asimetrías faciales, fístulas ni tumefacción y a la palpación no se detectaron adenopatías en la zona. Durante el examen clínico intraoral, el paciente no refirió dolor espontáneo ni a la percusión. No se detectaron cambios de coloración en la corona clínica de la pieza 2.1, ni alteraciones en la encía marginal. La mucosa circundante se presentó sin signos de inflamación, no se observaron fístulas intraorales, ni tumefacción en los tejidos blandos.

Se procedió al retiro de la férula flexible. Se evaluó la movilidad dentaria de la pieza 2.1, observándose que presentaba una movilidad leve (grado I), compatible con el estado postraumático y dentro de lo esperable tras la luxación extrusiva. Se verificó la oclusión, no encontrándose interferencias ni contactos prematuros.

Posteriormente, se realizó una nueva prueba de sensibilidad al frío utilizando spray refrigerante a base de una mezcla de gas butano y gas propano (KLEPP ICE®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina) aplicado sobre torundas de algodón en la cara vestibular de los dientes anterosuperiores. La pieza 2.1 no respondió al estímulo térmico, mientras que las piezas 2.2, 1.1 y 1.2 respondieron dentro de los parámetros normales, con respuesta positiva y breve.

Finalmente, se citó al paciente para un nuevo control clínico y radiográfico a los 15 días, con el objetivo de continuar evaluando la respuesta pulpar y descartar o confirmar signos de necrosis, reabsorción o alteraciones periapicales en evolución.

Al mes del traumatismo el paciente concurrió nuevamente a la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario para ser reevaluado clínicamente. En el examen clínico extraoral a la inspección no se apreciaron

asimetrías faciales destacables ni se observaron fistulas. A la palpación no se detectó la presencia de adenopatías.

En el examen clínico intraoral se observó que el estado general de la cavidad bucal era bueno, con adecuada higiene bucodental. A la inspección de los tejidos blandos peridentarios no se observaron fistulas intraorales. A la palpación los tejidos blandos adyacentes se encontraron sin signos de tumefacción o fluctuación. La encía vestibular se presentó sin sangrado espontáneo ni dolor a la palpación. La pieza dentaria 2.1 no presentó un cambio de coloración en comparación con las piezas contralaterales, movilidad ni dolor a la percusión o a la presión oclusal.

Para la valoración del estado pulpar se realizó una prueba de sensibilidad a través de estimulación térmica con frío mediante un spray refrigerante (KLEPP ICE®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina). La pieza 2.1 no respondió al estímulo, mientras que las piezas 2.2, 1.1 y 1.2 presentaron respuestas normales, rápidas y transitorias que remitían al retirar el estímulo.

Se citó nuevamente al paciente para control clínico y radiográfico a los 30 días con el fin de continuar evaluando la respuesta pulpar del diente afectado.

A los dos meses del traumatismo se recibió al paciente para un nuevo control clínico. Durante el examen extraoral no se observaron asimetrías faciales, ni se evidenciaron fistulas extraorales ni adenopatías regionales. En el examen intraoral, la pieza 2.1 no presentó cambios de coloración en la corona clínica, movilidad ni dolor a la presión oclusal. Asimismo, no se detectaron fistulas intraorales ni transperiodontales.

Se realizó una prueba de sensibilidad al frío utilizando spray refrigerante (KLEPP ICE®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina) que arrojó resultado negativo para la pieza 2.1, mientras que las piezas 2.2, 1.1 y 1.2 continuaron mostrando respuestas normales, rápidas y transitorias, como en controles anteriores.

Se realizó un control radiográfico (Figura 3) donde se observó una pieza dentaria joven, con cámara pulpar amplia y una raíz con conducto radicular recto, raíces con desarrollo completo y sin signos de fractura. Se evidenció un ligero ensanchamiento del espacio correspondiente al ligamento periodontal, sin signos de reabsorción, y el hueso circundante presentó una apariencia normal, sin alteraciones trabeculares ni signos de radiolucidez.



Figura 3. Radiografía preoperatoria.

La ausencia persistente de respuesta a las pruebas de sensibilidad térmica en controles sucesivos y la integridad del hueso periapical sin signos de rarefacción radiográfica permitieron arribar a un **diagnóstico de Necrosis Pulpar y tejido periapical normal** (AAE, 2009). Este diagnóstico implica una pérdida de vitalidad del tejido pulpar sin afectación aparente de los tejidos periapicales, hallazgo común en dientes luxados con interrupción del paquete vasculonervioso (Andreasen *et al.*, 2007).

Se explicó al familiar responsable los objetivos clínicos del **procedimiento indicado (endodoncia de la pieza 2.1** con su posterior rehabilitación definitiva), los beneficios esperados, así como los riesgos y posibles complicaciones asociados. También se brindó información sobre la naturaleza del tratamiento, alternativas terapéuticas y la importancia del seguimiento continuo. En cumplimiento de lo establecido por la Ley 26.529 de Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud (Ley 26.529) que regula el consentimiento informado, la autonomía del paciente y la obligación del profesional de informar en lenguaje claro, se solicitó al padre la firma del consentimiento informado en su carácter de representante legal del menor, dejando constancia del acuerdo para iniciar el tratamiento endodóntico correspondiente.

Se inició el procedimiento con la analgesia de la zona mediante la administración infiltrativa de 1,8 ml de solución de clorhidrato de carticaína al 4% con adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte®, Sidus S.A., Buenos Aires, Argentina) utilizando una jeringa carpule y aguja descartable hipodérmica corta de 21 milímetros (mm) (Misawa, Tokyo, Japón), aplicada tanto en el fondo de surco vestibular como en la región palatina para garantizar una anestesia efectiva.

Posteriormente se realizó el aislamiento absoluto del campo operatorio utilizando un arco de young plástico y dique de goma de 6x6 centímetros (Sanctuary™, Perak, Malaysia), el cual se sujetó en la pieza dentaria mediante un clamp # 9 (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) con una pinza porta clamp. La maniobra se realizó en un sólo tiempo llevando el clamp previamente adaptado a la perforación realizada en la goma dique y sujetado con la pinza hacia la pieza dentaria. Este aislamiento fue clave para mantener la asepsia y controlar la humedad según las recomendaciones internacionales en endodoncia (Cohen y Hargreaves, 2016; ESE, 2006).

Una vez logrado el aislamiento absoluto se realizó el embrocado del campo operatorio como medida complementaria de asepsia (Segura-Egea *et al.*, 2010). Esta técnica consistió en la desinfección de la superficie dentaria expuesta y el área del dique que rodea el diente a tratar mediante la aplicación tópica de hipoclorito de sodio al 2,5%

(Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) con una torunda de algodón embebida. Este paso tuvo por objetivo reducir la carga microbiana superficial antes del acceso cameral, especialmente en tratamientos endodónticos posteriores a traumatismos, donde la contaminación por fluidos orales o contacto con tejidos lesionados puede comprometer la esterilidad del procedimiento (Cohen y Hargreaves, 2016; ESE, 2006). El hipoclorito de sodio fue el agente de elección debido a su eficacia antimicrobiana y ha sido ampliamente validado como desinfectante eficaz en endodoncia (Mohammadi y Shalavi, 2012).

Se accedió al conducto radicular mediante la realización de la apertura coronaria en la cara palatina de la pieza dentaria 2.1. Al tratarse de una pieza dentaria joven y con un remanente coronario íntegro el diseño de la cavidad de acceso se realizó de forma triangular, con base incisal y vértice cervical a 2 mm del cíngulum, en el tercio medio de la cara palatina. Se comenzó utilizando una piedra de diamante redonda de tamaño acorde con las dimensiones de la cámara pulpar (Jota®, Suiza) a alta velocidad y bajo refrigeración para realizar un esbozo del diseño. Se continuó profundizando en una dirección perpendicular al eje mayor de la pieza dentaria hasta llegar a tejido dentinario. Una vez en dentina, con una piedra de diamante troncocónica de calibre fino y extremo redondeado se modificó el eje de inserción a la pieza dentaria introduciéndola de forma paralela a la misma hasta localizar la cámara pulpar (Shabbir *et al.*, 2021), Una vez dentro, se completó la apertura con movimientos suaves de tracción, desde el interior hacia el exterior, hasta obtener una forma triangular de ángulos redondeados siguiendo los principios anatómicos sugeridos por Soares y Goldberg (Soares y Goldberg, 2002).

Luego de obtener una entrada libre y en línea recta se realizó la neutralización del contenido séptico mediante una primera irrigación dinámica (inyección/aspiración en simultáneo) (Gu *et al.*, 2009) durante 3 a 5 minutos con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% (Tedequim, Córdoba, Argentina), jeringa descartable de 5 mililitros, aguja de irrigación endodóntica (con tope de goma, punta inactiva y salida lateral) (Tedequim, Córdoba, Argentina), una cánula de aspiración extrafina y suctor de alta potencia, con el objetivo de disminuir inicialmente la carga microbiana en la cavidad pulpar permitiendo que detritus y/o restos de tejido necrótico que se encontraban dentro del conducto radicular sean removidos. El hipoclorito de sodio fue utilizado como irrigante por su capacidad de disolver tejido orgánico y eliminar bacterias en el sistema de conductos (Haapasalo *et al.*, 2005).

La continuidad entre la cámara y el conducto facilitó la localización del mismo, lo cual se confirmó con un explorador endodóntico. Finalmente, el conducto radicular fue explorado con una lima lisa tipo K # 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) con movimientos de vaivén ($1/4$ de giro en sentido horario y $1/4$ de giro en sentido antihorario) hasta alcanzar una longitud tentativa (basada en la radiografía preoperatoria y la longitud promedio de la pieza dentaria) con el propósito de reconocer las características del conducto, apreciar su morfología y evaluar el grado de permeabilidad inicial (Plotino *et al.*, 2020). Esto permitió realizar una valoración inicial del conducto antes de iniciar la instrumentación mecánica (Peters, 2004). Se percibió un conducto permeable en toda su longitud. Una vez alcanzada la longitud presuntiva con la lima, se comprobó la permeabilidad apical y se estableció una trayectoria de deslizamiento repetible para los instrumentos (Kirchoff *et al.*, 2015).

Para establecer la longitud de trabajo se utilizó una lima #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y un localizador electrónico de ápices modelo DPEX III (Woodpecker, Guilin, Guangxi, China). Siguiendo las indicaciones del fabricante, se introdujo el instrumento dentro del conducto teniendo como referencia la longitud tentativa de la pieza hasta que el dispositivo indicó que se encontraba en la máxima constricción. Se estableció el borde incisal como referencia dentaria y sobre el mismo se asentó el tope de goma del instrumento. El uso de localizadores electrónicos ha demostrado alta

precisión para detectar el foramen apical reduciendo la necesidad de múltiples radiografías y optimizando el tiempo clínico (Czerw *et al.*, 1995). Se tomó una radiografía digital (Figura 4) con radiovisiógrafo HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment Co., Ltd, Shanghai, China) para corroborar la longitud obtenida, en la que se apreció la ubicación del instrumento entre 0,5 mm y 1 mm con respecto al ápice radiográfico de la pieza dentaria, encontrándose dentro de los parámetros aceptables (Ricucci, 1998). Se determinó una longitud de trabajo de 22 mm. La combinación de localizador electrónico y la confirmación radiográfica constituye el estándar recomendado para establecer una longitud de trabajo confiable y segura (ESE, 2006).



Figura 4. Conductometría.

Una vez que se estableció la longitud de trabajo, al tratarse de un conducto recto, se conformó el conducto radicular mediante una técnica estandarizada o secuencial manual con limas tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) para la conformación del tope apical (Ingle, 1961). Se aumentó progresivamente el calibre de los instrumentos hasta llegar a una lima lisa tipo k #55 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) que se seleccionó como instrumento de memoria. Cada instrumento se introdujo hasta la longitud de trabajo previamente determinada (22 mm) y se accionó con una cinemática de fuerzas balanceadas de Roane (Roane *et al.*, 1985). Los tercios coronario y medio se trabajaron con limas Hedström de calibre #55 y #60 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) disminuyendo en 3 mm la longitud de trabajo y empleando movimientos enérgicos de limado (intrusión- lateralidad y tracción) por todo el perímetro del conducto hasta lograr obtener paredes lisas y una forma del conducto acampanada y divergente hacia cervical para favorecer la obturación.

Durante toda la conformación se realizó una irrigación dinámica con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% Endoquim (Tedequim, Córdoba, Argentina). Posteriormente se realizó una irrigación final con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% (Farmadental, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) utilizando una jeringa de 5 cm³ con aguja descartable 27G (Euro Swiss S.A., Buenos Aires, Argentina) con el objetivo de remover el barro dentinario y mejorar la permeabilidad de las paredes del conducto (Torabinejad *et al.*, 2003). Para potenciar la acción del EDTA se agitó manualmente el irrigante introduciendo un cono de gutapercha hasta la longitud de trabajo y realizando movimientos de entrada y salida, generando

así turbulencia dentro del conducto, lo cual favoreció el intercambio y desplazamiento de los irrigantes. Luego se aspiró con cánula de endodoncia para eliminar residuos en suspensión. Finalmente, se irrigó nuevamente con hipoclorito de sodio al 2,5%, Endo Quim (Tedequim, Córdoba, Argentina) el cual se dejó actuar durante unos segundos y se agitó manualmente para lograr su penetración en todas las irregularidades del sistema de conductos.

Se secó el conducto radicular utilizando conos de papel estériles (Meta Biomed®, cheongjusi, Corea)

Una vez realizada la limpieza químico-mecánica se decidió realizar una obturación intermedia con una pasta a base de hidróxido de calcio en polvo (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). El hidróxido de calcio por su alto pH ($\approx 12,5$) tiene un efecto antimicrobiano potente, ya que inactiva lipopolisacáridos bacterianos, desnaturaliza proteínas bacterianas y favorece la reparación periapical mediante estimulación de tejidos duros (Holland y Souza, 1985; Siqueira y Lopes, 1999). El uso de hidróxido de calcio entre sesiones endodónticas inhibe el incremento de mediadores inflamatorios como IL-1B, TNF-A y prostaglandinas, limitando el daño tisular en procesos infecciosos (Warley *et al.*, 2012). Las principales propiedades del hidróxido de calcio, atribuidas a su disociación en iones calcio (Ca^{2+}) e iones hidroxilo (OH^-), son: bactericida, disolución de tejido orgánico, inhibición de la reabsorción dentaria y periradicular e inducción de la aposición de tejido duro, además de su capacidad de modulación de la respuesta inmunológica inflamatoria periapical en lo que refiere a la reabsorción ósea de etiología bacteriana (Blotta y Spoleti, 2019). Se preparó con un vehículo acuoso estéril de solución anestésica de carticaína clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina) de manera de lograr una consistencia cremosa y se llevó al conducto con un espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suiza) montado en un contraángulo, permitiendo su distribución uniforme. Se compactó utilizando una lima lisa tipo K #15 embolada (Dentsply, Maillefer®, Ballaigues, Suiza) y movimientos verticales.

El hidróxido de calcio posee una radioopacidad similar a la dentina por lo que el adecuado relleno de todo el conducto radicular se ve radiográficamente sin la radiolucidez propia del mismo, como si se hubiera “borrado” la luz del conducto. Se tomó una radiografía digital (Figura 5) con radiovisiógrafo HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment Co., Ltd, Shanghái, China) para comprobar el grado de compactación, donde se observó la desaparición aparente de la imagen del conducto radicular, lo que confirmó una adecuada compactación del medicamento intraconducto.



Figura 5. Obturación intermedia con pasta de hidróxido de calcio.

Posteriormente se limpió la cámara pulpar con una torunda de algodón embebida en alcohol para remover excedente de pasta. Se colocó una torunda de algodón estéril en la entrada del conducto y se procedió a realizar un sellado provisorio con cemento de fosfato de zinc (Prothoplast®, Laboratorios S.L., San Fernando, Argentina), el cual garantizó un cierre mecánico adecuado del acceso cameral. Se citó al paciente a los 15 días.

El paciente acudió asintomático a la consulta 15 días después del tratamiento inicial para realizar la obturación definitiva del conducto radicular. En el examen clínico, a nivel extraoral no se observaron fístulas extraorales y/o asimetrías destacables. Al examen intraoral, los tejidos blandos peridentarios no presentaron signos de inflamación. La pieza dentaria no presentó movilidad y al sondaje periodontal no se percibieron defectos, por lo que se descartó la presencia de fístula transperiodontal.

Se anestesió la zona con solución anestésica de Clorhidrato de Carticaína al 4% y Adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte®, Sidus S.A., Buenos Aires, Argentina) mediante técnica infiltrativa en el fondo de surco vestibular y región palatina.

Se realizó el aislamiento absoluto del campo operatorio utilizando goma dique de látex Sanctuary™ 5'' x 5'' (Perak, Malaysia), arco de young y clamps # 9 (Hu-Friedy®, USA). El uso de goma dique es indispensable para la realización del tratamiento de conducto ya que asegura la protección del paciente frente a la aspiración o deglución de instrumentos, medicamentos y soluciones irrigadoras. El aislamiento absoluto retrae y protege los tejidos blandos, mejora la visibilidad, proporciona un campo seco y brinda un campo operatorio aislado de la saliva, sangre y otros fluidos tisulares reduciendo el riesgo de contaminación cruzada del sistema de conductos radiculares, proporcionando una excelente barrera a la posible propagación de agentes infecciosos (Cochran *et al.*, 1989).

El embrocado del campo operatorio se realizó con algodón embebido en hipoclorito de sodio al 2,5% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) con el objetivo de mantener la asepsia del área de trabajo y reducir la carga microbiana superficial (ESE 2006).

Se retiró la restauración coronaria provisorio utilizando una piedra de diamante de grano medio montada en pieza de mano a alta velocidad. A continuación, se procedió a la remoción de la obturación intermedia de hidróxido de calcio, la cual fue eliminada mediante el uso de limas manuales lisas tipo K (Densply Maillefer®, Ballaigues, Suiza) combinadas con irrigación copiosa con hipoclorito de sodio al 2,5% EndoQuim (Tedequim®, Córdoba, Argentina). Para asegurar una limpieza efectiva en el tercio apical y la remoción total de la pasta intermedia se amplió el conducto manualmente hasta una lima tipo lisa tipo K #60 (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suiza), la cual se estableció como instrumento memoria.

Al finalizar la instrumentación, el conducto radicular se irriego con una solución acuosa de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% (Farmadental, Buenos Aires, Argentina) agente quelante que se utilizó para eliminar la capa de barro dentinario. Diversos estudios demostraron que la combinación de quelantes con irrigantes alcalinos mejora la limpieza de los conductos, especialmente en zonas apicales, ya que observaron una mayor eficacia en la combinación del EDTA con hipoclorito de sodio frente al uso aislado del hipoclorito de sodio (Zorzin *et al.*, 2016; Calt y Serper, 1999; Naaman *et al.*, 2007; Salgado *et al.*, 2009). Se realizó una última irrigación con hipoclorito de sodio al 2,5 % y aspiración utilizando cánulas de calibre adecuado y se secó el conducto con conos de papel estériles (Meta Biomed®, Cheongju-SI, Corea)

Luego se seleccionó un cono de gutapercha estandarizado (Meta Biomed®, Cheongju-Si, Corea) del mismo diámetro que la lima de memoria, en este caso #60/02, que previamente se descontaminó en solución de hipoclorito de sodio en concentración de 5,25% durante un corto período de exposición (1 minuto aproximadamente) para no

alterar sus propiedades fisicoquímicas (Gomes *et al.*, 2005) ya que se ha demostrado que en su forma original de presentación vienen estériles, pero al manipularlos esta esterilidad se pierde. Se realizó la prueba visual y táctil del cono principal. Para ello se lo llevó al interior del conducto radicular, se comprobó que tuviera tope apical y se le realizó una marca a nivel de la referencia coronaria, se lo retiró del interior del conducto radicular comprobando que ofrezca una resistencia y se corroboró que la longitud coincida con la longitud de trabajo previamente establecida (22 mm).

Se tomó una radiografía digital (Figura 6) utilizando un radiovisiógrafo HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment CO., LTD, Shanghái, China) en la cual se verificó la correcta longitud del cono.



Figura 6. Conometría.

Se preparó cemento sellador a base de la fórmula de Grossman (Laboratorios Farmadental®, CABA, Argentina), un material clásico en endodoncia a base de óxido de zinc y eugenol, conocido por su buena fluidez, biocompatibilidad y sellado apical (Grossman, 1976). El cemento fue llevado al interior del conducto con un espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suiza) montado en contraángulo. Se introdujo el cono principal de gutapercha # 60/02 hasta la longitud de trabajo de 22 mm y se verificó su correcto posicionamiento. Con un condensador endodóntico manual (Hu-Friedy®, USA) calibrado a 4 mm menos que la longitud de trabajo, se cortó el cono principal calentando la punta a rojo cereza, con lo cual se obturó y selló la porción apical del conducto. Se tomó una radiografía digital (Figura 7) para verificar la calidad del sellado tridimensional utilizando un radiovisiógrafo HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment Co., LTD, Shanghái, China).

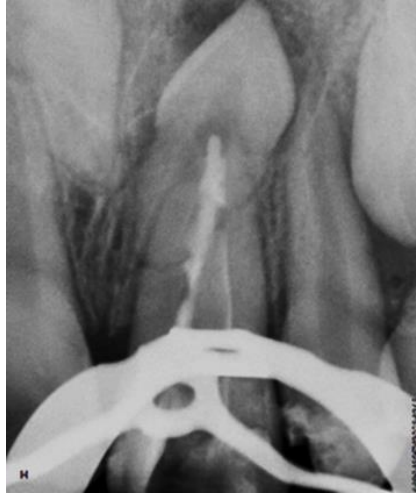


Figura 7. Obturación del tercio apical.

El espacio remanente del conducto se rellenó mediante una técnica de inyección de gutapercha plastificada, utilizando el sistema Calamus® Dual (Dentsply Sirona, USA). Este dispositivo de obturación cuenta con piezas de mano diseñadas específicamente para calentar y compactar gutapercha verticalmente, permitiendo su inyección en estado plastificado dentro del sistema de conductos. Los cartuchos utilizados fueron de un solo uso, diseñados para asegurar una colocación precisa y controlada del material (Manual de uso Calamus® Dual, Dentsply Sirona, 2019). La elección de esta técnica de obturación se basó en el gran calibre del conducto radicular, lo cual la volvió más eficiente y menos demandante en tiempo clínico, en comparación con técnicas convencionales. El sistema Calamus® mostró mejor sellado tridimensional, mayor número de canales accesorios rellenos y menos espacios vacíos (vacuolas) al ser comparado con técnicas de compactación lateral en frío, confirmando su superioridad en términos de calidad de obturación (Arcena *et al.*, 2012).

Luego de la inyección de gutapercha se realizó una compactación vertical adicional con un condensador endodóntico manual (Hu-Friedy®, Chicago, Estados Unidos) para asegurar la homogeneidad del relleno. Posteriormente, se limpió la cavidad de acceso con una torunda de algodón embebida en alcohol para eliminar restos de sellador. Se procedió a realizar una restauración coronaria provisoria con cemento a base de fosfato de zinc (Prothoplast®, Laboratorios SL, San Fernando, Argentina).

Finalmente, se retiró el aislamiento absoluto y se tomó una radiografía digital postoperatoria utilizando un radiovisiógrafo HANDY® HDR 500 (Handy MEDICAL Equipment CO., LTD, Shanghái, China) para verificar la calidad de la obturación (Figura 8).



Figura 8. Radiografía postoperatoria.

En la radiografía postoperatoria se observó una adecuada preparación quirúrgica del conducto radicular y una obturación radicular con una longitud que cumple con los parámetros radiográficos aceptables. Si bien la densidad de dicha obturación fue adecuada, no fue homogénea en toda su extensión ya que se identificaron algunas zonas radiolúcidas en la porción del tercio medio y apical del conducto que podrían corresponder a defectos en la compactación de la gutapercha o presencia de vacuolas de aire atrapadas durante la inyección del material. Estas zonas radiolúcidas también podrían estar asociadas a una falta de adaptación íntima entre la gutapercha y las paredes del conducto, especialmente en casos donde existe anatomía interna irregular o variaciones del diámetro radicular. Este hallazgo sugiere que, si bien el sellado apical fue logrado, la calidad del relleno tridimensional podría mejorarse en conductos amplios o con formas no cónicas, mediante técnicas complementarias de compactación. La obturación provisoria se encontraba en continuidad con la obturación endodóntica y presentaba características de buena compactación y sellado. El éxito endodóntico está directamente relacionado con la calidad de la obturación, una técnica adecuada que evite la sobreobtención o subobtención favorece la cicatrización del ligamento periodontal y del hueso periapical (Schaefer *et al.*, 2005). Por lo tanto, la presencia de estas zonas radiolúcidas no implicaba necesariamente fracaso clínico, pero sí ameritaba un control radiográfico periódico y seguimiento clínico a fin de monitorear la evolución.

Al paciente se le brindaron pautas de cuidado y se le indicó realizar la obturación coronaria definitiva de la pieza 2.1 lo antes posible, con el objetivo de restablecer la función, la estética y principalmente para evitar la reinfección del sistema de conductos radiculares. La obturación coronaria definitiva es un paso fundamental luego del tratamiento endodóntico, ya que la falta de un sellado coronal adecuado se ha asociado con el fracaso del tratamiento, incluso cuando el tratamiento de conducto ha sido técnicamente correcto. La calidad de la restauración coronaria influye más en el éxito del tratamiento endodóntico que la calidad de la propia obturación del conducto (Ray y Trope, 1995). El éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico depende en gran medida de un sellado coronal efectivo ya que impide la filtración bacteriana que puede comprometer el sistema obturado (Gillen *et al.*, 2011).

CONTROLES A DISTANCIA

A los siete meses de finalizado el tratamiento endodóntico, el paciente acudió a la consulta para realizarse el **primer control** clínico y radiográfico. El paciente se presentó asintomático. En la inspección extraoral no se observaron asimetrías faciales ni signos de inflamación. Al examen intraoral, la pieza 2.1 había sido rehabilitada con resina compuesta. No presentó dolor a la presión oclusal ni movilidad. Al sondeo periodontal, no se detectaron fístulas transperiodontales. La pieza 2.2 presentó una corona de metal-porcelana con buen sellado marginal.

El examen radiográfico se realizó con radiovisiógrafo digital HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment Co., LTD, Shanghái, China). En la radiografía de control (Figura 9), en la pieza dentaria 2.1 se observó a nivel coronario la restauración bien adaptada que se continuaba, sin interferencias, con la restauración radicular. Se descartó la presencia de reabsorciones radiculares. Se identificó el espacio del ligamento periodontal uniforme y conservado; el hueso circundante conservó sus características normales y la imagen que brindó el trabeculado óseo fue compatible con un tejido periapical normal sin imágenes radiolúcidas periapicales ni signos de patología ósea.



Figura 9. Control 7 meses

Se citó al paciente para un nuevo **control** clínico y radiográfico **al año** de realizado el tratamiento endodóntico. El paciente se presentó asintomático, sin referir molestias espontáneas ni provocadas. Al examen clínico extraoral no se observaron asimetrías faciales, inflamación ni adenopatías regionales. Al examen intraoral la pieza 2.1 no presentó cambios de color, movilidad dental ni dolor a la percusión. La restauración coronaria definitiva mostró buena adaptación marginal, sin filtraciones visibles. Al sondaje periodontal no se encontraron defectos, descartándose la presencia de fístulas transperiodontales. La pieza 2.2, rehabilitada previamente con una corona metal-porcelana, se encontró bien adaptada marginalmente.

Radiográficamente, la obturación del conducto radicular de la pieza 2.1 se presentó aceptablemente homogénea, aunque se observaron pequeñas áreas radiolúcidas compatibles con vacíos en el material obturador. La presencia de obturaciones con vacíos menores, siempre que la longitud de trabajo esté respetada y no existan signos de reabsorción o lesiones periapicales, no afecta significativamente la tasa de éxito (Sjögren *et al.*, 1990; Ng *et al.*, 2011). El confinamiento del material de obturación dentro del conducto es más determinante para la cicatrización periapical que la presencia de pequeñas irregularidades internas (Schäfer *et al.*, 2005). La cortical ósea se mantuvo continua y el tejido óseo periapical circundante mostró características normales, tanto en la pieza 2.1 como en la pieza 2.2, sin presencia de imágenes radiolúcidas

periapicales compatibles con patología. Estos hallazgos se correlacionaron con la ausencia de signos y síntomas clínicos.



Figura 10. Control a 1 año.

A los 18 meses del tratamiento endodóntico, el paciente concurrió para realizarse el **tercer control** clínico y radiográfico. Clínicamente, el paciente se presentó asintomático, sin signos ni síntomas de inflamación. En el examen intraoral, la pieza 2.1 no presentó movilidad ni dolor a la percusión oclusal. La restauración coronal de resina compuesta conservó su integridad marginal, sin desadaptaciones ni filtraciones visibles. El sondaje periodontal fue normal. El examen radiográfico se realizó con el radiovisiógrafo digital HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment Co., LTD, Shanghái, China) (Figura 11). La obturación del conducto radicular de la pieza 2.1 se mantuvo sin cambios respecto a controles anteriores. El espacio del ligamento periodontal se conservó uniforme, no se detectaron imágenes radiolúcidas periapicales y el hueso circundante presentó características normales. Siempre que exista un sellado apical adecuado y ausencia de signos clínicos o radiográficos de patología periapical, la falta de homogeneidad en el relleno del conducto no compromete el éxito del tratamiento (Ng *et al.*, 2011). El éxito clínico no siempre depende de una obturación completamente compacta sino del control microbiológico y sellado (Ricucci y Siqueira, 2010). Además, la integridad de la restauración coronaria es clave para mantener el éxito a largo plazo. Una restauración bien adaptada actúa como barrera contra la reinfección y es tan importante como una obturación radicular de calidad (Gillen *et al.*, 2011).



Figura 11. Control 18 meses.

BIBLIOGRAFIA:

ABBOTT PV. Diagnosis and management of teeth with necrotic pulps and open apices. *Aust Dent J*; 56(Suppl 1):59–71,2011. ISSN 0045 0421.

ALGHAITHY RA y QUALTROUGH AJE. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J*, 50 (2): 135-142, 2016. ISSN: 1365-2591

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Guidelines for the Evaluation and Management of Traumatic Dental Injuries. *Dent Traumatol*, 37(4):333–47,2021. ISSN 1600 4469.

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS (AAE). Consensus Conference Recommended Diagnostic Terminology. 2013 [Internet]. Disponible en: <https://www.aae.org>.

ANDERSSON, L., ANDREASEN, J. O., DAY, P., HEITHERSAY, G., TROPE, M., DIANGELIS, A. J., KENNY, D. J., SIGURDSSON, A., BOURGUIGNON, C., FLORES, M. T., HICKS, M. L., LENZI, A. R., MALMGREN, B., MOULE, A. J., TSUKIBOSHI, M. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dental Traumatology*, 28(2), 88-96,2012. ISSN 1600-4469.

ANDREASEN JO, ANDREASEN FM. Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 4th ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2012. ISBN: 978-1405-129541.

ANDREASEN JO, ANDREASEN FM, ANDERSSON L. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed. Oxford: Wiley Blackwell; 2007. ISBN 978 1 4051 2544 2.

ARACENA ROJAS S, BUSTOS MEDINA L, ALCANTARA DUFEU R, AGUILERA PINO Q, ARACENA GHISELLINIA Y LUENGO PEDREROS P. Comparison of the quality of root obturation between the Calamus Thermoplastized sistem and the cold lateral compaction. *Int. J. Odontostomat*,6(2): 115-121, 2012. ISSN:0718-380.

BAKLAND LK, ANDREASEN JO. Dental traumatology: essential diagnosis and treatment planning. *Endod Topics*, 7:14–34,2004. ISSN: 1601 1538

BASTOS JV, VARGAS KG, NOR JE. Management of crown fractures. *Dent Clin North Am*. 58(1):93–110,2014. ISSN 0011 8532.

BLOTTA Francisco y SPOLETI Pablo. Bases biológicas para la endodoncia [en línea]. 2da edición, Rosario. Blotta Francisco y Spoleti Pablo, 2019 [fecha de consulta: 20 de

enero 2025]. Disponible en <https://es.calameo.com/read/004756707166d1d7a6919>
ISBN: 9789878600109.

BUCHANAN LS. The standardized technique in clinical practice. *Dent Clin North Am*, 44(1):35-58,2000. ISSN 0011 8532.

CALT S, SERPER A. Comparison of the efficacy of different irrigation solutions on calcium hydroxide removal. *Int Endod J*, 32(5):366–9, 1999. ISSN 0143 2885

COHEN S, HARGREAVES KM. Pathways of the Pulp. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2016. ISBN: 978-0-323-35823-0.

CZERW RJ, FULKERSON MS, DONNELLY JC, WALMANN JO. A comparison of six electronic apex locators. *JOE*; 21(4):200–2,1995. ISSN 0099 2399.

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY (ESE). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report. *Int Endod J*. 39(12):921–30,2006. ISSN 0143 2885.

FLORES MT et al. "Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth." *Dental Traumatology*; 23(2):66–71,2007. ISSN 1600 9657.

FULLING HJ, ANDREASEN JO. Influence of splinting upon periodontal and pulpal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand*. ;34(5):275–82,1976. ISSN 0001 6357.

GARVEY MT, BARRY HJ, BLAKE M. Supernumerary teeth — an overview of classification, diagnosis and management. *J Can Dent Assoc*;65(11):612–6,1999. ISSN 0709 8936.

GILLEN BM, LOONEY SW, GU LS, LOUSHINE BA, WELLER RN, LOUSHINE RJ, PASHLEY DH, TAY FR. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *JOE* ;37(7):895–902,2011. ISSN 0099 2399.

GOMES BPFA, VIANNA ME, UJISSATO MATSUMOTO C, ROSSI VP, ZAIAAA, RANDI FERRAZ CC, DE SOUSA FILHO FJ. Disinfection of guttapercha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 100: 512-7, 2005. ISSN: 2212-4403.

GROSSMAN LI. The relationship of endodontic procedures to the outcome of root canal therapy. *JOE*. 2(12):457–62,1976. ISSN 0099-2399.

GU L., KIM J R., LING J., CHOI K K., PASHLEY D.H. Y TAY F.R. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *JOE*, 35 (6):791–804, 2009. ISSN: 0099-2399.

HERMANN NV, ANDREASEN JO. Influence of trauma and treatment on pulp canal obliteration in luxated permanent teeth. *Dent Traumatol*. 28(5):356–63,2012. ISSN 1600 4469.

HAAPASALO M., ENDAL U., ZANDI H., COIL J. M. *Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions*. *Endodontic Topics*. 10(1):77–102, 2005. ISSN: 1601-1538.

HOLLAND R., SOUZA V. *Ability of a new calcium hydroxide paste to induce hard tissue formation*. *JOE*. 11(12):535–538, 1985. ISSN: 0099-2399.

INGLE J., WASH S. *A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 14:83–91, 1961. ISSN: 2212-4403.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF DENTAL TRAUMATOLOGY (IADT). *Guidelines for the Management of Traumatic Dental Injuries*. *Dental Traumatology*. 36(3):1–37, 2020. ISSN: 1600-4469.

KIRCHHOFF A. L., CHU R., MELLO I., PLAZAS GARZÓN A. D., DOS SANTOS M., CUNHA R. S. *Glide path management with single- and multiple-instrument rotary systems in curved canals: A micro-computed tomographic study*. *JOE*. 41(11):1880–1883, 2015. ISSN: 0099-2399.

LAM R. *Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: A review of the literature*. *Australian Dental Journal*. 61(Suppl 1):4–20, 2016. ISSN: 0045-0421.

Ley 26.529 – Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Buenos Aires, República Argentina. Boletín Oficial, 2009

MALMGREN B, ANDREASEN JO, FLORES MT, ROBERTSON A, DIANGELIS AJ, ANDERSSON L, CAVALLERI G, COHENCA N, DAY P, HICKS ML, MALMGREN O, MOULE AJ, ONETTO J, Y TSUKIBOSHI M. *Guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition*. *Dental Traumatology*. 28(6):420–428, 2012. ISSN: 1600-4469.

Manual de uso Calamus® Dual, Dentsply Sirona. 2019. *(sin ISSN aplicable — es un manual técnico)*

MICKENAUTSCH S., YENGOPAL V. *Therapeutic effect of glass ionomers: An overview of evidence. Australian Dental Journal.* 56(1 Suppl):10–15, 2011. ISSN: 0045-0421.

MOHAMMADI Z., SHALAVI S. *Sodium hypochlorite in endodontics: an updated review. International Dental Journal.* 62(6):329–341, 2012. ISSN: 1875-595X.

NAAMAN A, MEDIONI E, KALOUSTIAN H, OUNSI H F, NAAMAN-BOU ABBOUD N, RICCI C. *A scanning electron microscopic evaluation of root canal wall cleanliness after calcium hydroxide removal using three irrigation regimens. The Journal of Contemporary Dental Practice.* 8, 2007. ISSN: 1526-3711.

NG Y.-L, MANN V, GULABIVALA K. *Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 2. Influence of clinical factors. Int Endod J.* 44(7):610–625, 2011. ISSN: 0143-2885.

PETERS O. A. *Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. JOE.* 30(8):559–567, 2004. ISSN: 0099-2399.

PETERSSON K., SÖDERSTRÖM C., KIANI ANARAKI M., LÉVY G. *Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. Endod Dent Traumatol.* 15(3):127–131, 1999. ISSN: 0109-2502.

PLOTINO G., NAGENDRABABU V., BUKIET F., GRANDE N. M., VEETIL S. K., DE-DEUS G. y AHMED H. M. A. *Influence of negotiation, glide path, and preflaring procedures on root canal shaping — Terminology, basic concepts, and a systematic review. JOE.* 46(6):707–729, 2020. ISSN: 0099-2399.

RAI B., MADAN M., KAUR J., ANAND S. C. *Epidemiology and risk factors for traumatic dental injuries: a literature review. Dental Traumatology.* 32(6):429–435, 2016. ISSN: 1600-4469.

RAY H. A., TROPE M. *Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. Int Endod J.* 28(1):12–18, 1995. ISSN: 0143-2885.

RICUCCI D., SIQUEIRA J. F. Jr. *Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. JOE.* 36(1):1–15, 2010. ISSN: 0099-2399.

RICUCCI D. *Apical limit of root canal instrumentation and obturation, Part 1. Literature review. Int Endod J.* 31(6):384–393, 1998. ISSN: 1365-2591.

SALGADO R. J. C., MOURA NETTO C. de, YAMAZAKI A. K., CARDOSO L. N., MOURA A. A. M. de, PROKOPOWITSCH I. *Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removed: microscopic cleanliness evaluation. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology.* 107:580–584, 2009. ISSN: 1079-2104.

SCHAEFFER M. A., WHITE R. R., WALTON R. E. *Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. JOE.* 31(4):271–274, 2005. ISSN: 0099-2399.

SEGURA-EGEA J. J., CISNEROS-CABELLO R., LLAMAS-CARRERAS J. M., VELASCO-ORTEGA E. *Infection control in endodontics: a review. Int Endod J.* 43(9):543–556, 2010. ISSN: 0143-2885.

SHABBIR J., ZEHRA T., NAJMI N., HASAN A., NAZ M., PIASECKI L. y AZIM A. A. *Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. JOE.* 47(8):1229–1244, 2021. ISSN: 0099-2399.

SIQUEIRA J. F., LOPES H. P. *Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int Endod J.* 32(5):361–369, 1999. ISSN: 0143-2885.

SJÖGREN U., HÄGGLUND B., SUNDQVIST G., KAHN P. *Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. JOE.* 16(10):498–504, 1990. ISSN: 0099-2399.

Soares, I. J., y Goldberg, F. *Endodoncia: técnica y fundamentos* (3.^a ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana. 2002. ISBN: 9789500601863

TORABINEJAD, M.; KHADEMI, A. A.; BABAGOLI, J.; CHO, Y.; JOHNSON, W. B.; BOZHILOV, K.; KIM, J.; SHABAHANG, S. *A new solution for the removal of the smear layer. JOE.* 29(3):170–175, 2003. ISSN: 0099-2399.

WARLEY F. P., LEONARDO M. R., SILVA L. A., NELSON-FILHO P., ROSSI M. A.
Cytokine levels in periapical exudates after root canal treatments in dogs using calcium hydroxide. JOE. 38(2):205–210, 2012. ISSN: 0099-2399.

WEISLEDER R., YAMAUCHI S., CAPLAN D. J., TROPE M., TEIXEIRA F. B. *The validity of pulp testing: a clinical study. Journal of the American Dental Association. 140(8):1013–1017, 2009. ISSN: 0022-0302.*

ZORZIN J., WIEBNER J., WIEBNER T., LOHBAUER U., PETSCHERT A., EBERT J.
Removal of radioactively marked calcium hydroxide from the root canal: influence of volume of irrigation and activation. JOE. 42(4):637–640, 2016. ISSN: 0099-2399.

Paciente 2

Caso Clínico N°2. Pieza dentaria 2.6

Paciente de 73 años, sexo masculino, acudió a la consulta de la Carrera de Especialización de Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario derivado del Servicio de Guardia de la Facultad debido a “que le salía pus de un granito en la encía”.

Se realizó una Historia Clínica detallada sobre sus antecedentes médicos que no arrojó datos relevantes que afecten la toma de decisiones para su atención odontológica. A la observación visual extraoral no se detectó asimetría facial, ni presencia de fístula extraoral y a la palpación no se detectaron adenopatías regionales. Al examen clínico intraoral se observó que el paciente presentaba correcta higiene oral y múltiples áreas de retracción gingival. La pieza 2.6 presentaba una restauración de resina compuesta en su cara oclusal y una fístula intraoral en la encía vestibular a la altura de la raíz mesiovestibular, sin abombamiento de la tabla vestibular, y por la misma drenaba un contenido purulento.

Se realizó el test de sensibilidad al frío mediante un spray refrigerante a base de una mezcla de gas butano y gas propano (Klepp Ice®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina) (Alghaithy y Qualtrough, 2016) aerosolizado sobre una torunda de algodón que se colocó en la cara vestibular de las piezas dentarias para determinar su respuesta sensitiva, primero en piezas vecinas y contralaterales para obtener valores de referencia las cuales respondieron de forma normal y posteriormente en la pieza 2.6 que arrojó un resultado negativo. Las pruebas térmicas (frío, calor) son confiables para determinar el estado de las fibras nerviosas pulpares y el equipo necesario para realizarla suele ser económico y fácil de usar (Weine, 1996) pero las pruebas de frío en general son métodos más precisos para evaluar la pulpa que las pruebas de calor (Ehrmann, 1997; Shabahang, 2005). Al realizar el sondaje periodontal tampoco se detectó fístula transperiodontal. Al test de presión oclusal no expresó sensación de dolor ni movilidad dentaria.

Realizamos una fistulografía (Figura 1) con radiovisiógrafo HANDY® HDR 500 (Handy Medical Equipment Co., Ltd, Shanghái, China): valiéndonos de un cono de gutapercha #25 (Meta Biomed, Seúl, Corea), previamente desinfectado en solución de hipoclorito de sodio al 5,25% Endo Quim (Tedequim®, Córdoba, Argentina) durante 1 minuto (Gomes *et al.*, 2005) se lo introdujo por la boca de fístula hasta sentir resistencia y se tomó la radiografía, determinándose de esta manera el origen de la fístula.



Figura 1. Fistulografía.

En el examen radiográfico se observó, a nivel coronal, una imagen radiopaca que coincide con la restauración de resina presente clínicamente. Las raíces se presentaron cortas y rectas, con presencia de material de obturación radiopaco en el interior de los conductos radiculares, compatible con una obturación endodóntica a base de gutapercha. Se identificó una imagen radiolúcida periapical que circunscribía la raíz mesiovestibular compatible con una lesión osteolítica, denotando un proceso infeccioso crónico. Las crestas óseas se encontraban aplanadas y se evidenció un ligero ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal en las demás raíces. El extremo del cono de gutapercha en la raíz mesiovestibular se encontraba ubicado en el tercio coronal del conducto, estando el resto del conducto obturado solo con sellador aparentemente lo que indica una obturación incompleta. esta condición podría estar directamente relacionada con la lesión periapical observada al permitir la persistencia de microorganismos en el resto del conducto no tratado adecuadamente, ya que una obturación incompleta del espacio del conducto radicular deja vacíos que pueden actuar como reservorios bacterianos e impedir la reparación periapical (Schilder, 2006).

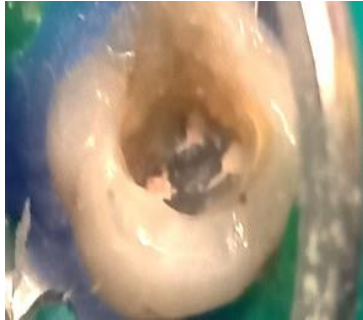
Según el consenso para estandarizar los términos de diagnóstico, llevado a cabo en la conferencia del año 2009 por la Asociación Americana de Endodoncistas, en base a las pruebas realizadas determinamos el siguiente **diagnóstico** pulpar y periapical para el elemento dentario 2.6: **Pieza Endodónticamente Tratada, Absceso Apical Crónico** respectivamente (AAE, 2009). El Absceso apical crónico es una reacción inflamatoria a la necrosis pulpar caracterizada por inicio gradual, ausencia o levedad de las molestias y producción de pus intermitente a través de un tracto sinusal asociado. En general no presenta síntomas clínicos, no responde a las pruebas de vitalidad pulpar y la radiografía revela una radiolucidez perirradicular. El diente no está sensible al morder, pero el paciente puede notarlo diferente a la presión (AAE, 2012).

El **tratamiento indicado** en este caso fue el **retratamiento no quirúrgico** del conducto radicular debido a que la infección intraradicular es la principal causa de fracaso en el tratamiento endodóntico primario inicial (Nair, 2006). Las posibles causas de patología persistente en dientes con tratamiento de conducto están relacionadas directamente con una infección persistente intra o extra conducto (Nair y Schroeder, 1984; Sjogren *et al.*, 1988; Nair 2006)) atribuida a una especie específica de bacteria (Pinheiro *et al.*, 2004; Rocas *et al.*, 2004; Sakamoto *et al.*, 2008) o a las posibles interacciones sinérgicas entre múltiples especies bacterianas (Costerton *et al.*, 1995). Las causas clínicas o procedimentales incluyen posibles errores con potencial iatrogénico, conductos radiculares pobremente limpiados o pobremente obturados, conductos radiculares sin abordar o una pobre restauración coronaria que no logre un correcto sellado (Ingle 2008; Orstavik y Pitt-Ford, 2008). Un estudio con tomografía de haz cónico (CBCT) reportó que los molares tenían una alta prevalencia de conductos sin abordar con radiolucidez apical en casos previamente tratados (Karabucak *et al.*, 2016). En el caso particular de este paciente no presentó conductos sin instrumentar.

Diversos estudios revelaron una tasa de éxito promedio del 83 % cuando el tratamiento se realizó en dientes vitales (Ng *et al.*, 2011), sin embargo, la tasa de éxito disminuyó al 72 % en dientes infectados con periodontitis apical (Ng *et al.*, 2007) mientras que el retratamiento de dientes con periodontitis apical posterior al tratamiento primario tuvo una tasa de éxito promedio del 66% (Ng *et al.*, 2008).

Se explicó al paciente el plan de tratamiento propuesto con especificación de los objetivos perseguidos, los beneficios esperados del procedimiento, los riesgos, molestias y efectos adversos, la especificación de los tratamientos alternativos y las consecuencias previsibles de la no realización del tratamiento especificado. Se le solicitó firmar el consentimiento informado para realizar el tratamiento endodóntico según la ley 26.529 de los Derechos de los Pacientes en su relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud, sancionada el 31 de octubre de 2009 (Ley 26529).

Se inició el tratamiento, con la analgesia de la zona. Se anestesió infiltrativamente con solución de carticaína al 4% y adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte®, Sidus S.A, Buenos Aires, Argentina) en el fondo del surco vestibular sobre el primer molar superior izquierdo. Se eliminó toda la restauración oclusal y se accedió a la cámara pulpar (Figura 2)



Se colocó un dique de goma (Sactuary, Muntal S.A, CABA, Argentina) a través de un clamp n#6 (HuFriedy, Chicago Illinois, EE. UU) y se desinfectó el campo operatorio (embrocado) con torunda de algodón embebida en una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% Endo Quim (Tedequim®, Córdoba, Argentina) para lograr la antisepsia del campo operatorio.

Figura 2. Cavidad de acceso.

La eficacia clínica de una técnica de eliminación de gutapercha dependerá del tiempo necesario para alcanzar la longitud de trabajo e idealmente lograr la eliminación completa del material de obturación (GU *et al.*, 2008) ya que la eliminación efectiva del material de obturación es una parte esencial de los procedimientos de retratamiento para lograr una mejor limpieza y desinfección de todo el sistema de conductos radiculares (Ruddle, 2004). Durante un retratamiento podemos remover la gutapercha con la técnica manual que combina limas Hedström con solventes químicos como por ejemplo el xilol. Sin embargo, la remoción de gutapercha bien compactada es tediosa y requiere mucho tiempo, por lo tanto, en este caso, se combinó la remoción manual de gutapercha con limas rotatorias para ahorrar tiempo y reducir la fatiga del paciente y del operador (Hülsmann y Stoz, 1997; Marques Da Silva *et al.*, 2012). El uso de dispositivos rotatorios en el retratamiento endodóntico combinado con instrumentación manual logra una limpieza óptima de las paredes del conducto radicular. (Bueno *et al.*, 2006; De Carvalho Maciel y Zaccaro Scelza, 2006). Para ello se utilizó el sistema rotatorio de níquel titanio Protaper Universal Retreatment (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) que consta de tres limas:

D1: diámetro 30/09 (color azul)

D2: diámetro 25/08 (color rojo)

D3: diámetro 20/07 (color amarillo)

La lima D1 posee punta activa para facilitar la entrada inicial en el material de obturación y se utilizó para desobturar tercio coronario, mientras que D2 y D3 tienen punta inactiva para reducir los errores del procedimiento durante la retirada de la gutapercha y se utilizaron para desobturar tercio medio y apical (Marfisi *et al.*, 2010; Rödig *et al.*, 2012; GU *et al.*, 2008). El uso adicional de la lima Hedström presentó resultados significativamente mejores que el sistema mecanizado solo: el diseño de las estrías y el movimiento de la lima manual facilitó la remoción de gutapercha.

Las radiografías se utilizaron para supervisar la eliminación total del material de obturación radicular. Durante las maniobras de desobturación se irrigó entre instrumento e instrumento con una solución de hipoclorito de sodio al 5,25% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) utilizando jeringa desechable de 5cm³ y aguja 27G (Nipro, Osaka, Japón) y aspiramos con cánulas endodónticas (Dochem Industries Co., Shanghai, China) los residuos en suspensión.

Una vez desobturados los conductos determinamos la longitud de trabajo utilizando un localizador electrónico de ápices (Propex Pixi® (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza) colocando dentro de cada conducto una lima tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) que ajuste en la longitud de trabajo (0.5 a 1 mm del extremo apical anatómico).

Aunque los localizadores de ápices son un complemento útil para localizar el extremo apical del conducto durante el tratamiento endodóntico no reemplazan la necesidad de radiografías, ya que la precisión de los localizadores de ápices varía del 55 al 93% (Seidberg *et al.*, 1975; Busch *et al.*, 1976; Trope *et al.*, 1985; Fouad *et al.*, 1990; McDonald, Hovland *et al.*, 1990). Por ello se realizó una radiografía digital (Figura 3) con un radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghai, China) para corroborar la longitud de trabajo. En la misma se observó que en el conducto palatino el extremo del instrumento se encontraba levemente sobreextendido por lo que se restó 1 mm. Basada en esta placa radiográfica, se determinó una longitud de 19mm para el conducto palatino, 18 mm para el conducto mesiovestibular y 18,5mm para el distovestibular.

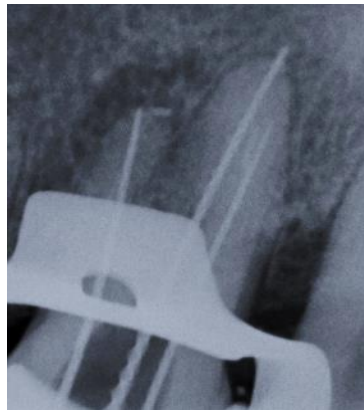


Figura 3. Conductometría.

Al tratarse de conductos rectos y amplios se decidió conformarlos utilizando la técnica secuencial o estandarizada de Ingle (Ingle, 1961). Se inició la conformación del tercio apical utilizando limas lisas tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) de calibre creciente siempre en la misma longitud de trabajo establecida con movimientos de fuerzas balanceadas de Roane: impulsión a longitud de trabajo, rotación 180° en sentido de las agujas del reloj y 120° en sentido inverso a las agujas del reloj con ligera presión apical (Roane *et al.*, 1985). Se determinó como lima memoria para el conducto palatino una lima #40 y para los conductos vestibulares #30. Los tercios coronario y medio se trabajaron con limas Hedström de calibre #45 y #50 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), disminuyendo en 3 mm la longitud de trabajo y empleando movimientos enérgicos de limado por todo el perímetro del conducto hasta lograr obtener paredes lisas y una forma del conducto acampanada y divergente hacia cervical (limado perimetral).

Con el fin de evitar obstrucciones producidas por el descombro de limallas dentinarias o la producción de barro dentinario durante la instrumentación, se recapituló e irrigó frecuente con hipoclorito de sodio 5,25% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) con jeringa desechable de 5cm³ y aguja G27 (Nipro, Osaka, Japón), aspirando con cánulas endodónticas (Dochem Industries Co., Shanghai, China) con el objetivo de mejorar la desinfección y de facilitar el movimiento del instrumental endodóntico.

Se utilizó EDTA al 17% Endoquim (Tedequim S.R.L, Córdoba, Argentina), un agente quelante común en endodoncia para remover el barro dentinario formado durante la instrumentación. Este barro dentinario puede obstruir los túbulos dentinarios e impedir la penetración de los irrigantes y selladores. Se realizó agitación manual con la propia aguja de irrigación, buscando activar la solución para mejorar la difusión del EDTA, favorecer su penetración en los conductillos dentinarios y aumentar la eficacia de la limpieza química de las paredes del conducto radicular (Zehnder, 2006).

Se secaron los conductos con conos de papel estériles (Meta Biomed, Seúl, Corea) del mismo diámetro de las limas de trabajo y se realizó una obturación intermedia con pasta a base de hidróxido de calcio (Tedequim S.R.L, Córdoba, Argentina). El hidróxido de calcio se utiliza como medicación intermedia en endodoncia por sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y reparadoras y es una estrategia de tratamiento para el caso de conductos infectados (Xavier *et al.*, 2013; De Rossi *et al.*, 2005). Se coloca dentro del conducto radicular entre sesiones para mejorar el pronóstico del tratamiento, ya que elimina bacterias residuales, inhibe y destruye bacterias resistentes como *Enterococcus faecalis*, neutraliza endotoxinas bacterianas, reduce la actividad de lipopolisacáridos (LPS) que son componentes tóxicos de bacterias Gram negativas que perpetúan la inflamación periapical, controla el exudado persistente que impide obturar en la misma sesión, reduce la inflamación y dolor postoperatorio (Siqueira y Lopes, 1999; Estrela *et al.*, 2001; Mohammadi y Dummer, 2011). Estudios *in vitro* demostraron que el hidróxido de calcio desnaturaliza efectivamente a la interleucina-1 alfa, al factor de necrosis tumoral alfa y al péptido relacionado con el gen de la calcitonina, modulando la respuesta inmunológico-inflamatoria periapical especialmente en lo referido a la reabsorción ósea de etiología bacteriana y a la reabsorción dentinaria externa (Blotta y Spoletti 2019).

Para ello se mezcló polvo de hidróxido de calcio (Farmadental S.c.c.l, Barcelona, España) con solución anestésica sobre una loleta estéril y se aplicó en el interior del conducto con espiral de Lentulo (Densply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y se compactó verticalmente con una lima embolada estéril, obturando completamente los conductos radiculares.

Luego se colocó una torunda de algodón estéril en la entrada de los conductos y una restauración provisoria a base de cemento de fosfato de zinc (Prothoplast, Laboratorios SL S.A, San Fernando, Argentina). Se retiró el aislamiento, se controló la oclusión y se tomó una radiografía digital con el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China) (Figura 4). En la misma se observó que los conductos radiculares están correctamente obturados ya que “desaparecieron” debido a que la pasta de hidróxido de calcio y la dentina poseen la misma radioopacidad.



Figura 4. Obturación intermedia a base de hidróxido de calcio.

El paciente fue citado 15 días después para realizarle la obturación definitiva en una segunda sesión.

Al concurrir a la segunda sesión el paciente se presentó asintomático. Al examen intraoral se observó la cicatrización de la fístula asociada a la lesión periapical.

Se anestesió con solución de carticaína al 4% y adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte®, Sidus S.A, Buenos Aires, Argentina) y se realizó aislamiento absoluto con dique de goma de 6x6 centímetros (Sanctuary™, Perak, Malaysia) y clamp para molares (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos). Se eliminó la restauración provisoria con piedra (Jota, Suiza) a alta velocidad y refrigeración.

Con limas lisas tipo K #15 y 20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y abundante irrigación dinámica con solución de hipoclorito de sodio al 5,25% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) se comenzó a eliminar el hidróxido de calcio. Se debe eliminar completamente el hidróxido de calcio del conducto ya que existe una interacción química de este material residual con el sellador a base de óxido de zinc-eugenol, inhibiendo en el mismo la formación de quelatos, lo que resulta en una consistencia quebradiza y estructura granular del sellador (Margelos y Eliades, 1997). Por ello, para aumentar la eficacia en la eliminación del hidróxido de calcio se irrigó utilizando quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17 % (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L. CABA, Argentina) ya que demostraron ser más eficaces en diversos estudios. (Calt y Serper 1999; Salgado *et al.*, 2009; Rödig *et al.*, 2010; Da Silva *et al.*, 2011; Fabricius *et al.*, 2006). Además, se aplicaron dos estrategias para una mejor eliminación: se aumentó el volumen de la solución de irrigación y se utilizó activación ultrasónica (Zorzín *et al.*, 2016). Para ello se utilizó una punta ultrasónica E1 Irrisonic (Helse®, S. R Viterbo, Brasil) montada en un ultrasonido (D1 DTE®, Woodpecker, Guilin, Guangxi, China) durante 3 minutos. Luego de su aspiración, se realizó una última irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25% y su activación ultrasónica para que logre alcanzar una mayor profundidad y se aspiró (Boutsioukis y Arias-Molis, 2022).

Una vez que se llegó a la longitud de trabajo preestablecida en la sesión anterior, se utilizó una lima de calibre ligeramente superior a la lima memoria y se eliminó parte de la pared dentinaria con restos de hidróxido de calcio en el tercio apical y así se aseguró el sellado apical de la obturación definitiva en ese tercio, determinando como lima memoria a una lima lisa tipo K #45 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) para el conducto palatino y limas flexibles #35 (K-Flexofile®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) para el mesio y distovestibular.

La preparación quirúrgica se concluyó con un protocolo de irrigación que incluye como agente quelante al ácido etilendiaminotetraacético al 17% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) activado con una punta ultrasónica E1 Irrisonic (Helse®, S. R Viterbo, Brasil) montada en un ultrasonido (D1 DTE®, Woodpecker, Guilin, Guangxi, China) durante 3 minutos a una frecuencia de 30 kHz, con presión de agua de 0,5 MPa. Luego de su aspiración y aprovechando la mayor permeabilidad de los túbulos dentinarios que provee el uso del agente quelante al tratar el barro dentinario de las paredes del conducto, se realizó una última irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25% y su activación ultrasónica para que logre alcanzar una mayor profundidad y se aspiró (Zorzin *et al.*, 2016). De esta manera se logró un sistema de conductos libre de la mayor parte de bacterias antes de obturarlo, lo que generará las condiciones óptimas de cicatrización de los tejidos periapicales (Fabricius *et al.*, 2006).

Se secaron los conductos con conos de papel estériles (Meta Biomed, Osong-eup, Corea) hasta la longitud de trabajo para que absorban la humedad residual de la irrigación. La maniobra se repitió hasta que las puntas de papel salieron totalmente secas.

Se probaron los conos principales (Meta Biomed®, Osong-eup, Corea del Sur) previamente descontaminados sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 min (Gomes *et al.*, 2005). Se los llevó al interior de los conductos para comprobar su asiento de forma visual y táctil. Se corroboró con una radiografía digital (Figura 6) realizada con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China). En la imagen radiografica se observó que el cono del conducto mesiovestibular se encontraba ligeramente extruido por lo que se realizó un ajuste, cortando 1 mm la punta del mismo con una hoja de bisturi N°12 "Surgi-Cut"(Paramount Surgimed Ltd.Nueva Delhi, India).

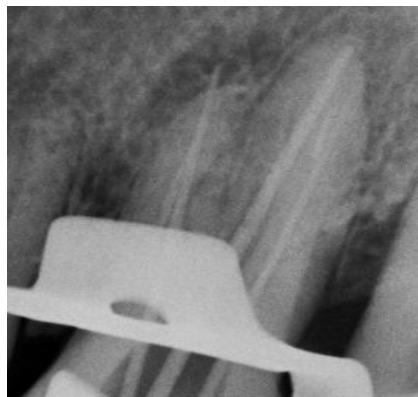


Figura 6. Conometría.

Se realizó la obturación definitiva de los conductos radiculares utilizando la técnica de condensación lateral en frío con agente sellador a base de óxido de zinc - eugenol según la fórmula de Grossman (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) y conos de gutapercha (Meta Biomed, Osong-eup, Corea) (Withworth, 2005). El agente sellador se llevó al conducto con espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Se cargó el cono principal con agente sellador y se introdujo hasta la longitud de trabajo. Luego se colocó un espaciador digital ajustado a 3 mm menos que la longitud de trabajo y se realizó presión lateral para, posteriormente, colocar el cono accesorio en el espacio generado. esta maniobra se repitió hasta que los conductos fueron obturados tridimensionalmente.

El corte de los conos se realizó a la altura de la entrada de los conductos radiculares con un instrumento Ladmore (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) y se compactó verticalmente la masa obturatriz con un compactador de gutapercha (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos). Con una torunda de algodón embebida en alcohol se retiraron los excesos de agente sellador. Se colocó una obturación provisional a base de cemento de fosfato de zinc (Prothoplast, Laboratorios SL S.A, San Fernando, Argentina). Es fundamental lograr un sellado coronario temporal hermético para prevenir el ingreso de fluidos, bacterias y contaminantes orales y así evitar la reinfección del sistema de conductos, protegiendo la integridad del tratamiento endodóntico hasta el sellado definitivo (Ricucci y Siqueira, 2010). El uso de una obturación provisional con cemento de fosfato de zinc es una práctica tradicional que, si bien tiene cierta solubilidad, ofrece buena adaptación y retención en el corto plazo. reforzaron la importancia del control del microentorno coronario para evitar contaminación durante el tratamiento.

Se retiró el aislamiento absoluto, se verificó la oclusión y se realizó una radiografía digital postoperatoria utilizando el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd., Shanghái, China) (Figura 7). En la imagen se observó en el conducto palatino una obturación radicular bien condensada y homogénea, con una leve extrusión apical del sellador. En el conducto mesiovestibular se evidenciaron vacuolas compatibles con zonas de menor compactación, lo que sugiere una técnica de condensación deficiente y una leve extrusión apical de material de obturación, probablemente correspondiente a un fragmento de cono de gutapercha y sellador. Esta condición, aunque indeseable, no suele comprometer el éxito del tratamiento, aunque puede demorar el proceso de curación periapical (Sjögren *et al.*, 1990; Siqueira *et al.*, 2001). El conducto distovestibular mostró una obturación con menor densidad y compactación, aunque sigue dentro de los parámetros clínicamente aceptables. La obturación provisoria mostró buena adaptación marginal, contribuyendo a mantener el sellado coronario temporal hasta la rehabilitación definitiva (Saunders y Saunders, 1994).



Figura 7. Radiografía postoperatoria.

Dado que la pieza 2.6 conservaba un volumen adecuado de estructura coronal remanente, se derivó al paciente a la Cátedra de Clínica de Operatoria Dental para su restauración definitiva. El paciente recibió las indicaciones postoperatorias correspondientes, incluyendo control del dolor, higiene oral y seguimiento clínico.

CONTROLES A DISTANCIA

El paciente acudió al primer control a los 4 meses del tratamiento. Clínicamente se presentó asintomático. Al examen extraoral no presentó asimetrías faciales ni signos de inflamación. Al examen intraoral no se observó presencia de fístula intraoral o transperiodontal ni movilidad de la pieza 2.6, la que fue rehabilitada coronalmente con resina compuesta. Radiográficamente (Figura 8) se observó una adecuada adaptación de la obturación coronaria, con buena continuidad entre el material restaurador y las paredes cavitarias. Los conductos radiculares mostraron obturaciones densas, compactas y homogéneas, aunque se identificaron algunas zonas radiolúcidas compatibles con espacios vacíos por falta de condensación o burbujas de aire (Schilder, 1974). En el conducto palatino el sellador extruido fue totalmente reabsorbido. En el conducto mesiovestibular se observó el fragmento de cono de gutapercha extruido apicalmente y presencia de sellador, aunque en vías de reabsorción. Se evidenció además una disminución notable de la radiolucidez periapical acompañada de signos de formación de trabeculado óseo, lo que sugiere un proceso de reparación en curso (Orstavik, 1996).



Figura 8. Control a 4 meses.

Al cumplirse un año desde la realización del tratamiento endodóntico, el paciente acudió a consulta para su segundo control clínico y radiográfico. En el examen clínico extraoral el paciente no presentó asimetría facial, edema, ni signos de infección o trayectos fistulosos extraorales. Al examen clínico intraoral se observó la pieza 2.6 correctamente restaurada, con buena adaptación marginal y sin filtración visible. No se detectaron fístulas. A la percusión la pieza estaba asintomática. La movilidad dentaria fue nula y la integridad de los tejidos adyacentes normal. Se efectuó una nueva toma con radiografía digital utilizando el sistema radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd., Shanghái, China) (Figura 9). En la radiografía periapical, se observó una obturación radicular densa y continua en los tres conductos. Se notó una notable disminución de la radiolucidez periapical previa, con signos de neoformación ósea y recuperación del trabeculado normal. La extrusión de material observada previamente permanecía sin cambios, sin generar signos clínicos adversos. Estos hallazgos

radiográficos son indicativos de una evolución favorable del proceso de curación periapical (Orstavik, 1996), compatible con una respuesta tisular positiva tras la terapia endodóntica, en ausencia de sintomatología (Sjögren *et al.*, 1990).



Figura 9. Control a un año.

Al año y cuatro meses del tratamiento endodóntico, el paciente asistió a una nueva cita de control. Durante la evaluación clínica, el paciente se mantenía completamente asintomático, sin presencia de fístulas intraorales ni signos de inflamación. La pieza 2.6 continuaba correctamente rehabilitada con resina compuesta, sin evidencia de filtración marginal ni alteraciones funcionales. Se realizó una radiografía periapical digital utilizando el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd., Shanghái, China) (Figura 10). En la imagen se observó una obturación radicular homogénea y bien adaptada en los tres conductos, persistencia del material de obturación extruido en el ápice del conducto mesiovestibular sin signos de lesión periapical. El material extruido se encontraba en vías de reabsorción progresiva, como lo evidencian los bordes más irregulares y su densidad atenuada en comparación con los controles previos.



Figura 10. Control 16 meses.

El tejido óseo circundante presentaba características normales, con un trabeculado óseo reparado y definido, indicativo de un proceso de cicatrización exitoso (Orstavik, 1996). La cortical ósea se encontraba conservada lo que refuerza la estabilidad del proceso de reparación periapical. Estos hallazgos radiográficos fueron compatibles con una evolución favorable y sostenida, lo que sugiere un pronóstico positivo a largo plazo (Sjögren *et al.*, 1990; Ng *et al.*, 2011).

BIBLIOGRAFIA:

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. *Glossary of endodontic terms* [en línea] Chicago: American Association of Endodontists; 2012 [cited 2025 Feb 12]. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms>

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Consensus conference recommended diagnostics terminology. *JOE*, 35(12) 1:1634, 2009. ISSN: 0099-2399

BLOTTA Francisco y SPOLETI Pablo. Bases Inmunológicas para la endodoncia [en línea]. Rosario, Argentina. BLOTTA Francisco y SPOLETI Pablo, 2019 [fecha de consulta: 23 de febrero 2025]. Disponible en <https://es.calameo.com/read/004756707e4d434982c6d> ISBN: 978-987-86-01533.

BOUTSIUKIS C, y ARIAS-MOLIZ MT. Irrigation dynamics in the root canal system: Challenges and directions. *Endodontic Topics*, 40(1): 1–22, 2022. ISSN:1601-1546.

BOUTSIUKIS C y ARIAS-MOLIZ MT. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *Int Endod J*, 55: 588-612, 2022. ISSN: 1365-2591.

BUENO CE da S, DELBONI MG, DE ARAÚJO RA, CARRARA HJ, CUNHA RS. Effectiveness of rotary and hand files in gutta-percha and Sealer removal using chloroform or chlorhexidine gel. *Braz Dent J*, 17(2):139-43, 2006. ISSN: 0103-6440.

BUSCH LR, CHIAT LR, GOLDSTEIN LG, HELD SA, ROSENBERG PA. Determination of the accuracy of the Sono-Explorer for establishing endodontic measurement control. *JOE*, 2: 295–7, 1976. ISSN: 0099-2399.

CALT S, SERPER A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *JOE*, 25:431–3, 1999. ISSN: 0099-2399

COSTERNON JW, LEWANDOWSKI Z, CALDWELL DE, KORBER, DR, Y LAPPIN-SCOTT HM. Microbial biofilms. *Annu Rev Microbiol*, 49:711-745, 1995. ISSN:0066-4227

DA SILVA JM, SILVEIRA A, SANTOS E, PRADO L, Y PESSOA OF. Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 112: 820–4, 2011. ISSN: 2212-4403

DE CARVALHO MACIEL AC, ZACCARO SCELZA MF. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int. Endod. J*, 39: 779-784, 2006. ISSN:13652591.

DE ROSSI A, SILVA LA, LEONARDO MR, ROCHA LB, Y ROSSI MA. Effect of rotary or manual instrumentation, with or without a calcium hydroxide/1% chlorhexidine intracanal dressing, on the healing of experimentally induced chronic periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99:628–36, 2005. ISSN: 2212-4403.

DUNCAN HF, CHONG BF. Removal of root filling materials. *Endodon Topics*, 19:33-57, 2011. ISSN 1601-1546.

EHRMANN EH. Pulp testers and pulp testing with particular reference to the use of dry ice. *Australian Dental Journal*, 22: 272–9, 1977. ISSN:1834-7819

ESTRELA C, SYDNEY GB, BAMMANN LL, FELIPPE JÚNIOR O. Mechanism of action of calcium hydroxide. A review. *Brazilian Dental Journal*, 12(2):85–90,2001. ISSN: 0103-6440.

FABRICIUS L, DAHLEN G, SUNDQVIST G, HAPPONEN R-P, MÖLLER AJR. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci*, 114: 278–285, 2006. ISSN: 1600-0722.

FOUAD AF, KRELL KV, MCKENDRY DJ, KOORBUSCH GF, OLSON RA. A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. *JOE*,16:446–9, 1990. ISSN: 0099-2399

GOMES BPFA, VIANNA ME, UJISSATO MATSUMOTO C, ROSSI VP, ZAIA AA, RANDI FERRAZ CC, DE SOUSA FILHO FJ. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100: 512-7, 2005. ISSN: 2212-4403.

GU LS, LING JQ, WEI X, HUANG XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int. Endod. J*, 41: 288-295, 2008. ISSN:0143-2885.

HEMBROUGH J, WEINE F, PISANO J, ESKOZ N. Accuracy of an electronic apex locator: a clinical evaluation in maxillary molars. *JOE*, 19: 242– 6, 1993. ISSN: 0099-2399.

HÜLSMANN M, BLUHM V. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J*, 37(7):468-76, 2004. ISSN:0143-2885.

HÜLSMANN M, STOZ S. Efficacy, cleaning ability and safety of different device for Gutta-percha removal in root canal retreatment. *I Endod J*, 30:227-233, 1997. ISSN:0143-2885

INGLE John I, BACKLAND Leif K, BAUMGARTER J Craig. Ingle´sEndodontics 6,6th ed. New york: BC Decker; 2008. 1555p. ISBN:1550093339,9781550093339

KARABUCAK B, BUNES A, CHEHOUD C, KIHILI M, ZETZER F. Prevalence of apical periododontitis in odontontically treated premolars and molars with untreated canal: a cone-beam computed tomography study. *Int Endod J*, 42: 538-541, 2016. ISSN:0143-2885.

KAWASHIMA N, WADACHI R, SUDA H, YENG T, Y PARASHOS P. Root canal medicaments. *Int Dent J*, 59:5–11, 2009. ISSN:0022-6539.

KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc*, 50:544–52, 1955. ISSN: 0002-8177

Ley N°26.529. Derechos del Paciente en si Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de noviembre de 2009

MAGALHAES BS, JOHANN JE, LUND RG, MARTOS J, Y DEL PINO FAB. Dissolving efficacy of some organic solvents on gutta-percha. *Braz Oral Res*, 21:303-307, 2007. ISSN:1806-8324.

MARFISI K, MERCADE M, PLOTINO G, DURAN-SINDREU, F, BUENO R, Y ROIG M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilion from root canals. *Int Endod J*, 43:1022-1028, 2010. ISSN: 0143-2885.

MARGELOS J, ELIADES G, VERDELIS C, Y PALAGHIAS G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *JOE*, 23:43– 8, 1997. ISSN: 0099-2399.

MARQUES DA SILVA B, BARATTO-FILHO F, LEONARDI DP, HENRIQUE BORGES A, VOLPATO L, Y BRANCO BARLETTA F. Effectiveness ofProTaper, D-Race, and

Mtwo retreatment files With and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *I Endod J*, 45:927-932, 2012. ISSN: 0143-2885.

MCDONALD NJ, HOVLAND EJ. An evaluation of the apex locator Endocater. *JOE*, 16:5- 8, 1990. ISSN: 0099-2399.

MOHAMMADI Z, DUMMER PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*, 44(8):697-730, 2011. ISSN: 1365-2591.

NAIR PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int. Endod J*, 39: 249-281,2006. ISSN: 0143-2885.

NAIR PN, SCHROEDER HE. Periapical actinomycosis. *JOE*, 10:567-570, 1984. ISSN: 0099-2399.

NG YL, MANN V, GULABIVALA K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J*, 44:583-609, 2011. ISSN: 0143-2885

NG YL, MANN V, GULABIVALA K. Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J*, 41:1026-46, 2008. ISSN: 0143-2885

NG YL, MANN V, RAHBARAN S, LEWSEY J, GULABIVALA K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature: part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J*, 40:921-39, 2007. ISSN: 0143-2885

ORSTAVIK Dag, PITT-FORD Tomas R. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis, 2nd ed. New York: Wiley Blackwell; january 2008. 2008p. ISBN:9781405149761

ORSTAVIK D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J*, 29(3):150-155, 1996. ISSN: 0143-2885.

PINHEIRO ET, GOMES BP, FERRAZ CCR, SOUSA ELR, TEIXEIRA FB, Y SOUZA-FILHO JF. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J*, 36:1-11, 2003. ISSN:0143-2885. ISSN: 0143-2885.

RICUCCI D y SIQUEIRA JF. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *JOE*, 36(1):1-15, 2010. ISSN: 0099-2399.

ROANE JB, SABALA CL, and DUNCANSON Jr. MG. The "Balanced Force" Concept for Instrumentation of Curved Canals. *The American Association of Endodontists*, 11(5):203-211, 1985. ISSN: 0099-2399.

ROCAS IN, SIQUIERA JF, ABOIM MC, ROSADO AS. Denaturing gradient gel electrophoresis análisis of bacterial communities associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 98: 741-749, 2004. ISSN: 2212-4403.

RÖDIG T, HAUSDÖRFER T, KONIETSCHKE F, DULLIN C, HAHN W, y HÜLSMANN M. Efficacy of D-Race and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved canals-a micro-computed tomography study. *Int Endod J*, 45:580-589, 2012. ISSN: 0143-2885.

RÖDIG T, VOGEL S, ZAPF A, y HÜLSMANN M. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J*, 43:519–27, 2010. ISSN: 0143-2885.

RUDDLE CJ. Non surgical retreatment. *JOE*, 30:827-845 ,2004. ISSN:0099-2399.

SAKAMOTO M, SIQUIERA JF Jr, ROCAS IN, BENNO Y. Molecular análisis of the root canal microbiota associated with endodontic treatment failures. *Oral Microbiol Immunol*, 23: 275-281, 2008. ISSN:2041-1006.

SALGADO RJ, MOURA-NETTO C, YAMAZAKI AK, CARDOSO LN, DE MOURA AA, y PROKOPOWITSCH I. Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 107:580–4, 2009. ISSN:2212-4403.

SCHILDER H. *Glossary of Endodontic Terms*. *JOE*, 32(4):293–296, 2006. ISSN:0099-2399.

SCHILDER H. Filling root canals in three dimention. *Dent Clin North Am*, 11: 723-744, 1967. ISSN: 0011-8532. ISSN (online): 1558-0512.

SEIDBERG BH, ALIBRANDI BU, FINE H, LOGUE B. Clinical Investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital tactile sense. *J Am Dent Assoc*, 90:379 – 87, 1975. ISSN:00028177.

HABAHANG S. State of the art and science of endodontics. *Journal of the American Dental Association*, 136: 41–52, 2005. ISSN:0002-8177.

SIQUEIRA JF, y LOPES HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: A critical review. *Int Endod J*, 32(5):361–369, 1999. ISSN: 0143-2885.

SJÖGREN U, HAAONER RP, KAHNBERG KE, SUDQVIST G. Survival of *Arachnia propionica* in periapical tissue. *Int Endod J*, 21: 277-282, 1988. ISSN: 0143-2885.

TROPE M, RABIE G, TRONSTAD L. Accuracy of an electronic apex locator under controlled clinical conditions. *Endod Dent Traumatol*, 1:142-5, 1985. ISSN:1600-4469.

WEINE Franklin S. *Endodontic Therapy*, 5th ed. St. Louis: Mosby. 1996. 861p. ISBN: 84-8174-189-2

WITHWORTH J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*, 12: 2-24, 2005. ISSN:1601-1538

XAVIER ACC, MARTINHO FC, CHUNG A, OLIVEIRA, LD., JORGE, AOC, VALERA MC, y CARVALHO CAT. One-visit versus two-visit root canal treatment: effectiveness in the removal of endotoxins and cultivable bacteria. *JOE*, 39:959-64, 2013. ISSN:0099-2399.

ZEHNDER M. Root canal irrigants. *JOE*, 32 (5):389-398, mayo 2006. ISSN: 0099-2399.

ZORZIN J, WIEBNER J, WIEBNER T, LOHBAUER U, PETSCHILT A, EBERT J. Removal of Radioactively Marked Calcium Hydroxide from the Root Canal: Influence of Volume of Irrigation and Activation. *JOE* ,42(4): 637-640, 2016. ISSN:0099-2399.

Paciente 3.

Casos clínicos N°3 y 4. Piezas dentarias 1.1 y 1.2

Paciente masculino, de 44 años, acudió a la consulta de la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario luego de ser derivado por el servicio de guardia de dicha institución, donde 3 días antes se lo medicó con amoxicilina 500mg cada 8 horas e ibuprofeno 600 mg cada 8hs por dolor e inflamación en región anterosuperior derecha.

Se le realizó una historia clínica para recabar datos sobre sus antecedentes médicos. No presentaba enfermedades sistémicas ni patologías de base, negaba alergias medicamentosas y no se encontraba bajo tratamiento médico. En la anamnesis el paciente nos relató que había tenido un episodio previo de dolor en los dientes anteriores hace aproximadamente un año, pero se automedicó con analgésicos y no realizó tratamiento, remitiendo los síntomas de forma temporal.

En el examen clínico extraoral, a la inspección visual presentó una asimetría facial con borramiento del surco nasogeniano del lado derecho, el labio aumentado de volumen y ligeramente levantado lo que le dificultaba su cierre. No presentó cambio de coloración en la piel ni adenopatías regionales.

En el examen intraoral a la palpación se observó abombamiento de tabla vestibular sin presencia de fístula intraoral, la pieza 1.2 presentó una gran pérdida de estructura coronaria por caries y la pieza 1.1 una restauración de resina proximal con filtración marginal.

Una parte importante y esencial del proceso de diagnóstico de la enfermedad pulpar es el uso de pruebas de sensibilidad pulpar, sin embargo, solo proporcionan información de manera indirecta del estado de la pulpa al medir una respuesta neuronal en lugar del suministro vascular (Jafarzadeh y Abbott, 2010). Las pruebas de sensibilidad pueden ser térmicas (estímulos de calor y frío), eléctricas, y prueba de la cavidad (Jafarzadeh y Abbott 2010). Se procedió a realizar una valoración pulpar de las piezas y para ello se realizó una prueba de sensibilidad a través de una estimulación térmica con frío mediante un spray refrigerante a base de una mezcla de gas butano y gas propano (Klepp ICE ®, Raysan S.A, Buenos Aires, Argentina) (Mainkar y Kim, 2018) para la evaluación de las piezas. Se inició colocando una torunda de algodón embebida en el spray sobre las caras vestibulares de piezas contralaterales y adyacentes al sector para poder familiarizar al paciente con la técnica y percibir su umbral de respuesta. Luego se procedió con las piezas a evaluar y se registró para las piezas 1.1 y 1.2 resultados negativos en ambos casos.

Para la evaluación de los tejidos de soporte se realizó una prueba de presión oclusal en la que se apreció un dolor intenso en las piezas involucradas con respecto a sus adyacentes y leve movilidad. Se realizó exploración con sonda periodontal calibrada (Hu-Friedy, Chicago, Illinois, EEUU) y no se percibieron defectos al realizar el sondaje, descartando la posibilidad de fístulas transperiodontales.

Se tomó una radiografía digital (Figura 1) utilizando un radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia) donde se observó que la pieza dental número 1.1 presentaba a nivel coronario una obturación con un material radiopaco en el ángulo mesioincisal con filtración marginal sin comunicación con la cámara pulpar, la que se identifica con un tamaño estrecho. A nivel radicular se observa una raíz única y recta con desarrollo radicular completo y un conducto amplio, recto, único y con desembocadura apical centrada. El espacio correspondiente al ligamento periodontal estaba ensanchado. A nivel apical el tejido óseo circundante mostraba una lesión

osteolítica extensa que afectaba la región perirradicular de los dientes 1.1 y 1.2. La pieza número 1.2 mostraba una fractura coronaria cervical. Esta pieza presentó una raíz única con una leve curvatura hacia distal en el tercio apical y un conducto amplio, único y curvado apicalmente hacia distal, el espacio del ligamento periodontal estaba ensanchado y el hueso periapical circundante presentaba una lesión osteolítica de bordes irregulares.

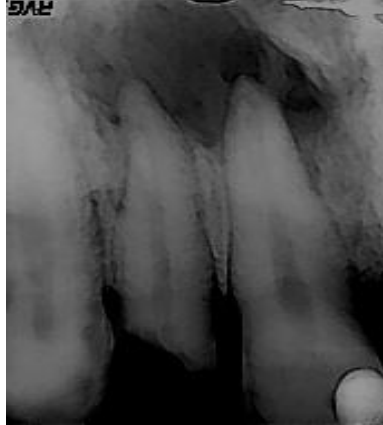


Figura 1. Radiografía preoperatoria.

Con la información recabada, se determinaron los siguientes diagnósticos (AAE, 2009):

Pieza 1.1:

-Diagnóstico pulpar: necrosis pulpar.

-Diagnóstico periapical: absceso apical agudo.

Pieza 1.2:

-Diagnóstico pulpar: necrosis pulpar.

-Diagnóstico periapical: absceso apical agudo.

En el Absceso Apical Agudo (AAA) el paciente presenta clínicamente todos los signos de inflamación: dolor, calor, rubor y tumor. Además, pueden observarse síntomas como movilidad de la pieza dentaria, dolor a la percusión y palpación, con o sin compromiso sistémico (fiebre, decaimiento o compromiso ganglionar). Los signos clínicos son patognomónicos, es decir, que son suficientemente específicos para determinar el diagnóstico de manera concluyente. En cuanto al diagnóstico clínico, es crucial identificar la pieza dentaria causante del problema, la cual, debido a la necrosis pulpar puede presentar una cavidad de caries, una pérdida de sustancia por fractura que expone la cavidad pulpar, una obturación filtrada o incluso una pieza intacta con cambio de coloración. Radiográficamente, se puede observar un ensanchamiento del espacio periodontal o una radiolucidez periapical en la zona afectada. (Spoletti y Blotta, 2019).

Se indicó al paciente la realización de un **tratamiento endodóntico** en ambas piezas afectadas y del **drenaje del absceso**.

En cumplimiento con la ley de derechos del paciente en su relación con los profesionales e instituciones de la salud, se informó al paciente su estado de salud e higiene oral, el plan de tratamiento propuesto (endodoncia de las piezas 1.1 y 1.2 y posterior

rehabilitación de las mismas), la especificación de los objetivos perseguidos y los beneficios esperados del procedimiento. Se hizo hincapié en las desventajas y los tratamientos alternativos y sus beneficios, y las consecuencias previsibles de la no realización del plan de tratamiento especificado. Una vez que el paciente brindó su consentimiento por escrito, se comenzó el tratamiento (LEY 26.529, 2009).

Se decidió realizar ambos tratamientos en 1 misma sesión.

Se inició el procedimiento con la analgesia de la zona mediante la aplicación de una solución anestésica a fondo de surco vestibular alrededor del absceso. El anestésico se inyectó en la mucosa bucal anterior y posterior al absceso, así como en los sitios circundantes, con el objetivo de crear un anillo de anestesia. Se utilizó una jeringa carpule, aguja descartable hipodérmica corta (Misawa, Tokyo, Japón) y una solución anestésica de carticaína clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina).

Posteriormente con una piedra redonda JOTA (JOTA AG, Rüthi, Suiza) se eliminó la obturación provisoria de la pieza 1.1 y con una fresa redonda grande y lisa MEISINGER (Hager y Meisinger GMBH, Neuss, Alemania) montada en micromotor a baja velocidad se eliminó el tejido cariado de la pieza 1.2. Al completar la eliminación de este tejido se expuso la cámara pulpar de la pieza 1.2 por donde comenzó el drenaje espontáneo de material purulento (Figura 2). Luego se procedió a realizar la apertura cameral en el elemento 1.1 utilizando una piedra redonda JOTA (JOTA AG, Rüthi, Suiza), la cual se posicionó perpendicular a la cara palatina del diente. Con esta orientación inicial se esbozó la forma triangular de la cavidad de acceso, intentando replicar la proyección anatómica de la cámara pulpar sobre la superficie externa. Una vez alcanzada la dentina se modificó el ángulo de entrada colocando la piedra paralela al eje mayor del diente hasta ingresar a la cámara pulpar. Una vez dentro, se utilizó una piedra troncocónica extralarga JOTA (JOTA AG, Rüthi, Suiza) para eliminar completamente el techo de la cámara pulpar. El diseño final de la cavidad de acceso presentó paredes lisas y continuas, lo que permitió un acceso directo y sin interferencias a la cámara pulpar (Soares y Goldberg, 2012). En ese momento también se observó el drenaje espontáneo de material purulento a través del conducto de esta pieza dentaria (Figura 2).



Figura 2. Drenaje espontáneo del absceso a través de los conductos.

Se realizó el aislamiento absoluto del campo operatorio. Para ello se utilizó un arco de Young plástico Evoden® (LLanyunang Baishun Medical Treatment Articles Co. Ltd, Jiangsu, China), dos clamps para premolares (HU FRIEDY®, Chicago, ESTADOS UNIDOS), goma dique de 6x6 cm (SANCTUARY™, Perak, Malaysia) y pinza porta clamp (HU FRIEDY®, Chicago, ESTADOS UNIDOS). Los clamps se colocaron sobre la pieza 1.1 y 1.3 para mayor comodidad. El uso de goma dique es imprescindible en el tratamiento de conductos radiculares (Cohen, 1989; Kuttler y Sokol, 1988) ya que presenta múltiples ventajas: protege al paciente de la aspiración o deglución de instrumentos y soluciones irrigadoras, proporciona un campo operatorio limpio y libre de saliva, reduce el riesgo de contaminación cruzada, retrae y protege los tejidos blandos, mejora la visibilidad y permite trabajar en un entorno seco y controlado (Cochram *et al.*, 1989; Forrest y Perez, 1989). Posteriormente se realizó la desinfección del campo operatorio. El embrocado se llevó a cabo con una torunda de algodón estéril embebida en una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% (TEDEQUIM, Córdoba, Argentina) desinfectando el remanente coronario de la pieza 1.2 y la corona de la pieza 1.1, ambos clamps y por último la goma dique.

La preparación quimiomecánica es una etapa fundamental del tratamiento endodóntico. A través del uso combinado de instrumentos endodónticos y agentes químicos se logra limpiar, conformar y desinfectar el sistema de conductos radiculares, creando así condiciones óptimas para una posterior obturación eficaz. Cuando se produce la necrosis pulpar, las células pulpares se destruyen y sus estructuras se ven comprometidas de forma irreversible. En estas condiciones, un gran número de bacterias colonizan el sistema de conductos radiculares, incluyendo los túbulos dentinarios, lo que repercute directamente en los tejidos periapicales. En este contexto, el objetivo principal del tratamiento endodóntico es combatir la infección, lo que hace imperiosa la necesidad de eliminar los microorganismos responsables de ella. La preparación quimiomecánica, por tanto, no solo busca la limpieza física del conducto, sino también una desinfección profunda que permita condiciones adecuadas para el éxito clínico del tratamiento. (Soares y Goldberg, 2012). La preparación quimiomecánica se desarrolla en varias etapas sucesivas, cada una con un objetivo específico que contribuye al éxito del tratamiento endodóntico (Soares y Goldberg, 2012). Estas etapas incluyen:

1.Exploración del conducto con limpieza parcial: Durante esta etapa inicial, se realizó el reconocimiento del trayecto del conducto y una remoción parcial de su contenido. Antes o durante la exploración inicial, es fundamental neutralizar el contenido séptico del conducto radicular. Una vez obtenida mediante la cavidad de acceso una entrada libre en línea recta, se realizó una primera irrigación dinámica (inyección/aspiración en simultáneo) (Gu *et al.*, 2009) durante 3 a 5 minutos con una solución de hipoclorito de sodio al 5,25% (TEDEQUIM, Córdoba, Argentina), jeringa descartable de 5 mililitros, aguja de irrigación endodóntica (con tope de goma, punta inactiva y salida lateral) (TEDEQUIM, Córdoba, Argentina), cánula de aspiración extrafina y succión de alta potencia. Esto logró una disminución inicial de la carga microbiana en la cavidad pulpar ya que permitió que detritus y/o restos de tejido necrótico que se encontraban dentro de los conductos radiculares pudieran ser removidos, evitando así su arrastre hacia zonas más apicales con el posible riesgo de proyección a los tejidos periapicales durante las maniobras de conformación del conducto.

Se inicio con una lima lisa tipo K extrafina N°10 precurvada en la pieza 1.2 y una lima lisa tipo K n°15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) en la pieza 1.1 con movimientos de vaivén ($\frac{1}{4}$ de giro en sentido horario y $\frac{1}{4}$ de giro en sentido antihorario) hasta alcanzar una longitud tentativa con el objetivo de reconocer la morfología y evaluar el grado de permeabilidad inicial de ambos conductos (Plotino *et al.*, 2020)

En la pieza 1.2 se percibió un conducto permeable y conforme se avanzó hacia el tercio apical se palpó una curvatura hacia distal. En la pieza 1.1 se percibió un conducto amplio, recto y permeable en toda su longitud. Una vez alcanzada la longitud presuntiva se comprobó la permeabilidad apical y se estableció en cada conducto una trayectoria de deslizamiento repetible para los instrumentos (Kirchoff *et al.*, 2015).

Se combinó la instrumentación manual con la irrigación activa, que implica la utilización de soluciones irrigadoras dentro del conducto radicular mientras se realizan movimientos mecánicos. La instrumentación simultánea con irrigación-aspiración resulta clave en este proceso ya que permite eliminar parte del material necrótico y reducir la carga bacteriana garantizando así una mayor efectividad en la limpieza y desinfección del conducto. (Boutsioukis y Arias-Moliz, 2022).

La pieza 1.2 presentaba una curvatura en el tercio apical, es por ello que la preparación efectiva del conducto radicular comenzó con el ensanchamiento del tercio cervical y medio lo cual permitió establecer una línea de acceso directo al tercio apical. Esta estrategia facilitó la instrumentación, redujo la fatiga de los instrumentos y mejoró la irrigación (Goerig, Michelich y Schultz, 1982). El objetivo principal fue crear una vía amplia, segura y reproducible que permita el avance pasivo de los instrumentos hacia el ápice disminuyendo el riesgo de transporte apical.

2. Determinación de la longitud de trabajo: La longitud de trabajo es definida como la distancia entre un punto de referencia coronal y el límite donde la preparación y obturación del conducto debería culminar (Tsesis *et al.*, 2015). La determinación precisa de la longitud de trabajo es uno de los pasos fundamentales en la terapia endodóntica, ya que permite definir la extensión exacta hasta donde deben avanzar los instrumentos dentro del conducto radicular. Esta medida también determina el límite máximo que alcanzarán las soluciones irrigadoras y establece el punto hasta el cual deben completarse tanto la preparación biomecánica como la obturación final del sistema de conductos (Lopreite y Basilaki, 2016). Los procedimientos de conformación y obturación deben limitarse al interior del sistema de conductos radiculares basándose en los principios biológicos y mecánicos de la preparación quirúrgica (Schilder, 1974). El ápice anatómico, el foramen apical menor y mayor, la confluencia cemento-dentinaria (CDC) y la constricción apical son los reparos que se analizan para establecer el límite apical ideal (Kuttler 1955 Y Ricucci, 1998). El límite CDC es donde se produce la unión entre la dentina y el cemento y representa la transición entre los tejidos pulpar y periodontal. Es el referente para preservar la anatomía apical durante su conformación. Sin embargo, al ser zonas tridimensionalmente irregulares y difíciles de establecer clínicamente no es posible considerarlas un límite neto (Ricucci Y Langeland, 1998, Spoleti y Blotta, 2019; Nekoofar *et al.*, 2006). El ápice radiográfico suele ser considerado como referencia a la hora de la determinación del límite apical ideal; sin embargo, el foramen apical mayor no siempre coincide con el ápice radiográfico. Diversos estudios han demostrado que las longitudes de los conductos determinadas radiográficamente varían considerablemente de las longitudes reales de los conductos radiculares (Ricucci y Langeland, 1998; Williams *et al.*, 2006). Desde hace varias décadas se establece el límite apical a una longitud entre 0,5 y 1mm por debajo del ápice radiográfico, que es donde se encontrarían generalmente el foramen apical menor y la menor constricción apical (Kuttler, 1955, Nekoofar *et al.*, 2006 y ESE, 2006). Una instrumentación que no coincida con esos límites podría producir una limpieza y sellado insuficiente conduciendo a un pronóstico incierto del tratamiento (Ricucci y Langeland, 1998; Monteiro Czornobay *et al.*, 2024). El estado pulpar (vital o no vital) no afecta significativamente la precisión a la hora de la toma de medidas, manteniéndose los mismos criterios independientemente de la patología pulpar (Keratiotis *et al.*, 2019).

Los métodos para la determinación de la longitud de trabajo pueden agruparse en táctil, radiográficos y electrónicos (Mancini *et al.*, 2011). En todos los casos es necesario tener

un punto de referencia coronal que debe mantenerse estable y ser reproducible en las etapas posteriores del tratamiento endodóntico.

- Determinación táctil de la longitud de trabajo en endodoncia: Es un método clásico utilizado en endodoncia. Consiste en la introducción pasiva de un instrumento manual, generalmente una lima tipo K cuyo calibre sea acorde con la anatomía del conducto previamente valorada en la radiografía diagnóstica. Durante la inserción, el operador percibe un aumento en la resistencia al avance del instrumento, lo cual sugiere la proximidad a la constricción apical, considerada el límite ideal para establecer la LT (Ingle y Bakland, 2002). Una vez determinado este punto, es imprescindible confirmar la longitud mediante una radiografía de conductometría. Sin embargo, la precisión de esta técnica puede verse comprometida en casos clínicos con conductos severamente curvados, calcificaciones apicales o ápices inmaduros y abiertos, donde la sensación táctil se vuelve poco confiable y subjetiva (Kuttler, 1955; Ricucci y Langeland, 1998). En la práctica actual, la determinación táctil se considera complementaria a métodos más precisos como los localizadores electrónicos de ápice (LEA), los cuales han demostrado mayor exactitud, especialmente en anatomías complejas (Shabahang, 2005). A pesar de ello, la sensibilidad táctil del operador sigue siendo una habilidad valiosa en la localización inicial del ápice y en la validación de otros métodos de medición.
- Determinación radiográfica de la longitud de trabajo: Las radiografías periapicales son herramientas indispensables en el diagnóstico y planificación del tratamiento endodóntico pero su uso exclusivo para la determinación de la longitud de trabajo presenta limitaciones: las imágenes son bidimensionales y no representan con precisión la complejidad tridimensional del sistema de conductos radiculares sumado a que la interpretación de las mismas es subjetiva y depende en gran medida de la experiencia del clínico (Williams *et al.*, 2006). Otro aspecto a tener en cuenta es que la constricción apical no siempre coincide con el ápice radiográfico visible en la imagen, lo que puede generar errores en la medición. Además, la superposición de estructuras anatómicas puede dificultar o impedir una correcta visualización del área apical. A esto se suma la posibilidad de que curvaturas o dilaceraciones orientadas hacia las caras libres pasen desapercibidas (Mancini *et al.*, 2011).

Por estas razones, se recomienda la combinación de métodos —como la utilización conjunta de radiografías, determinación táctil y localizadores electrónicos de ápice— para una determinación de la LT más precisa y confiable. Esta integración de recursos permite minimizar las limitaciones individuales de cada técnica y optimizar los resultados clínicos (Mancini *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2006).

- Determinación de la longitud de trabajo con localizadores electrónicos de ápices: Se ha determinado que la constricción apical posee una resistencia eléctrica aproximada de 6,5 kiloohmios. En 1942, Suzuki observó que el ligamento periodontal y la mucosa oral compartían valores de resistencia similares, lo cual permitía registrar mediciones eléctricas constantes al introducir un instrumento dentro del conducto radicular y colocar un electrodo sobre la mucosa oral (Suzuki, 1942). A partir de estos hallazgos, Sunada en 1962 desarrolló el primer método electrónico para estimar la longitud del conducto radicular basándose en principios de resistencia eléctrica (Sunada, 1962). Este avance sentó las bases para la creación del primer localizador electrónico de ápices (LEA), que vio la luz en 1984. Desde entonces, la tecnología de estos dispositivos ha evolucionado significativamente, con el objetivo de incrementar su precisión y adaptabilidad clínica.

Actualmente, los LEAs se clasifican en generaciones según las propiedades eléctricas que utilizan para medir (resistencia o impedancia) y el número de frecuencias empleadas en su funcionamiento (monofrecuencia, bifrecuencia o multifrecuencia). En este sentido, el desarrollo de dispositivos que operan con múltiples frecuencias ha representado un hito tecnológico, mejorando considerablemente la precisión de las mediciones incluso en condiciones clínicas desfavorables como presencia de irrigantes o conductos húmedos (Tsesis *et al.*, 2015). Los dispositivos de tercera y cuarta generación constituyen los modelos más utilizados en la práctica clínica actual. La diferencia principal entre ambas generaciones radica en la forma en que analizan la impedancia: mientras que los de tercera generación la calculan a partir de dos frecuencias distintas, los de cuarta generación integran múltiples frecuencias con algoritmos más sofisticados lo cual permite una localización más exacta del foramen apical, independientemente del medio intracanal (Monteiro Czornobay *et al.*, 2024). Estos dispositivos también son eficaces en la detección de perforaciones, reabsorciones radiculares y fracturas radiculares (Lopez-Maekawa y García Rupay, 2022 y Shekarchizade *et al.*, 2021). Tienen algunas limitaciones como la medición alterada en presencia de saliva en caso de un aislamiento deficiente, la presencia de restauraciones metálicas a nivel coronario o la presencia de material de obturación dentro del conducto en casos de retratamiento no quirúrgicos; es por ello que se recomienda realizar la verificación de la medición de la longitud de trabajo también por métodos radiográficos para lograr una mayor precisión en la toma de medidas (Vieyra y Acosta. 2011).

Se estableció la longitud de trabajo para la pieza 1.2 con una lima flexible #15 (K-Flexofile®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y para la pieza 1.1 con una lima lisa tipo K # 25 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), utilizando un localizador electrónico de ápices de cuarta generación Propex Pixi (Dentsply Sirona; Charlotte, EE.UU.). Su uso representa una estrategia válida y confiable para la determinación precisa de la longitud de trabajo. Diversos estudios han demostrado que su rendimiento es comparable al de otros localizadores electrónicos de reconocida calidad, incluso bajo condiciones de irrigación con hipoclorito de sodio (Serna Pena *et al.*, 2020). En estudios *in vitro*, el Propex Pixi ha mostrado una precisión en la localización del foramen apical que oscila entre el 87 % y el 93 % (Oliveira *et al.*, 2017; Saxena *et al.*, 2017).

Posteriormente se procedió a la toma de una radiografía digital (Figura 3) para confirmar la longitud de trabajo (Al-Shawwa y Al-Shawwa, 2013) utilizando un radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia). La combinación de radiografía y localizador electrónico de ápices aumenta la precisión en la determinación de la longitud de trabajo, especialmente en conductos con anatomía alterada o reabsorción apical (Kobayashi y Suda, 1994). Esta imagen permitió verificar la proximidad de la lima al foramen apical y confirmar que no sobrepasara el límite fisiológico. La longitud de trabajo (LT) se estableció en 20 mm para la pieza 1.2 y 25 mm para el elemento 1.1 utilizando como referencia coronal el borde o remanente incisal en ambas piezas.



Figura 3. Conductometría.

3. Limpieza y conformación: Una vez establecida la longitud de trabajo, se procedió con la instrumentación e irrigación dinámica del conducto radicular con el objetivo de lograr una conformación adecuada que facilite la posterior obturación y garantice la desinfección completa del sistema de conductos. Para la conformación del tope apical de la pieza 1.2 se seleccionó la técnica escalonada. La técnica escalonada, también conocida como técnica telescópica, es un método de conformaciónápico-coronaria utilizado para la preparación de conductos radiculares que presentan cierto grado de curvatura. Esta técnica fue descrita por Clem en 1969 y se basa en el uso de limas lisas flexibles o limas tipo K precurvadas, las cuales se accionan mediante movimientos de vaivén $\frac{1}{4}$ de giro en sentido horario, $\frac{1}{4}$ en sentido antihorario y tracción— hasta alcanzar la longitud de trabajo (LT). Se comienza con limas finas o extrafinas y se aumenta progresivamente de calibre hasta un instrumento de calibre #25, que se denomina "instrumento de memoria". Una vez alcanzada la LT con el instrumento #25, se continúa la preparación utilizando limas de mayor calibre. Sin embargo, por cada aumento de calibre, se retrocede 1 mm respecto a la LT, con el fin de respetar y "salvar" la curvatura del conducto radicular. Entre cada retroceso se realiza la recapitulación, es decir, la reinsertación del instrumento #25 a LT, acompañada de una irrigación dinámica lo cual es fundamental para mantener la permeabilidad del conducto y evitar obstrucciones (Clem, 1969). Además, la irrigación y aspiración durante toda la instrumentación mejoran la capacidad de corte de los instrumentos y facilitan la remoción de detritos. Algunos autores han señalado limitaciones en esta técnica, especialmente en relación con el calibre del instrumento de memoria. Se considera que una lima #25 no siempre es capaz de limpiar completamente la circunferencia del conducto radicular. Asimismo, lograr un buen ajuste apical con un cono #25 durante la obturación puede resultar difícil en ciertos casos (Clem, 1969). En respuesta a estas limitaciones, se ha propuesto una modificación de la técnica original, denominada técnica telescópica modificada. Esta variante consiste en ampliar el diámetro de la preparación apical más allá del instrumento #25, pudiendo alcanzar calibres #30, #35 o incluso #40, siempre que la anatomía del conducto lo permita. Esta modificación mejora la limpieza apical y facilita una obturación más eficaz respetando la morfología del conducto radicular. Tras finalizar la preparación quimiomecánica se estableció como instrumento memoria una lima calibre # 40

Para la conformación del tope apical de la pieza 1.1, por tratarse de un conducto amplio y recto, se eligió la técnica de instrumentación secuencial o estandarizada de Ingle (Ingle, 1961) que consiste en el aumento progresivo del calibre de los instrumentos a longitud de trabajo constante (Hülsmann *et al.*, 2005). Se procedió de forma manual

utilizando limas lisas tipo K con una cinemática de fuerzas balanceadas de Roane (Roane *et al.*, 1985) y el conducto se conformó secuencialmente comenzando con una lima lisa tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) hasta un instrumento de calibre #40/02 (instrumento de memoria). Los tercios coronario y medio se trabajaron con limas Hedström de calibre #55 y #60 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) disminuyendo en 3 mm la longitud de trabajo y empleando movimientos de limado por todo el perímetro del conducto hasta lograr obtener una forma del conducto divergente hacia cervical (limado perimetral). Se retomó la longitud de trabajo con el instrumento de memoria (recapitulación) con el fin de evitar obstrucciones producidas por el descombro de limallas dentinarias o la producción de barro dentinario durante la instrumentación, corroborando que se alcance la longitud de trabajo establecida.

Debido a sus propiedades biocompatibles, hemostáticas y antisépticas se decidió colocar como obturación intermedia en ambas piezas dentarias una pasta a base de hidróxido de calcio (Farmadental®, Laboratorio Ultra d S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). El hidróxido de calcio es una sustancia altamente alcalina con un Ph de aproximadamente 12,5 (Hilton 2009, Siqueira y Lopez 1999). Las principales propiedades del hidróxido de calcio, atribuidas a su disociación en iones calcio (Ca^{2+}) e iones hidroxilo (OH^-), son: bactericida, inhibición de la reabsorción dentaria y periradicular e inducción de la aposición de tejido duro. Las características del hidróxido de calcio en relación al Factor de Necrosis Tumoral alfa ($\text{TNF}\alpha$) y al péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) soportan su indicación como medicación intraconducto para aprovechar no solo su acción antibacteriana sino también para modular la respuesta periapical, especialmente en lo referido a la reabsorción ósea de etiología bacteriana (periodontitis apical bacteriana) y a la reabsorción dentinaria externa (Blotta y Spoleti, 2019). El hidróxido de calcio desnaturaliza a los mediadores endógenos proinflamatorios como la Interleuquina 1, el Factor de Necrosis Tumoral alfa y al Péptido Relacionado con el Gen de la Calcitonina que son secretados por células del sistema inmune cuando son activados por bacterias o sus subproductos, contribuyendo así a la reparación de la periodontitis periradicular. (Khan *et al.*, 2008). La medicación intraconducto con hidróxido de calcio es útil no solo para la eliminación de los microorganismos y la inactivación de sus subproductos sino también para evaluar la resolución de los signos y síntomas antes de la obturación definitiva del conducto (Chong y Pitt Ford, 1992).

La colocación de un medicamento en el interior del conducto radicular permite al profesional evaluar la eficacia de los procedimientos endodónticos iniciales. Si los resultados a corto plazo del uso de estos medicamentos son positivos, el tratamiento endodóntico puede concluirse. La resolución de una fístula, la remisión del dolor y la ausencia de sensibilidad a la percusión o palpación son indicadores clínicos favorables de una desinfección exitosa del sistema de conductos radiculares (Ordinola-Zapata *et al.*, 2022).

Se realizó una irrigación final con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% (Farmadental®, Laboratorio Ultra d S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) con el objetivo de eliminar el barro dentinario y así aumentar la permeabilidad dentinaria. De esa manera los iones hidroxilo pueden difundir a través de los túbulos dentinario cambiando el Ph a 9 (Tronstad *et al.*, 1981), esto es importante para controlar la carga bacteriana dentro de los túbulos dentinarios.

El conducto fue secado utilizando conos de papel estériles (DiaDent Group, Tianun, China), asegurando la eliminación de la humedad remanente antes de realizar la obturación.

Para su preparación, el polvo de hidróxido de calcio se mezcló con solución anestésica de carticaína clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina) y se espatuló sobre una loseta estéril hasta lograr una consistencia cremosa. Se introdujo en el conducto con un espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y se compactó con una lima lisa embolada con algodón estéril. Se repitió esta maniobra hasta que ambos conductos radiculares quedaran obturados en toda su extensión. El acceso fue sellado con una torunda de algodón estéril y se colocó una corona provisoria de resina de policarbonato (3M™ España S.L., Madrid, España) en la pieza 1.2 y se selló la cavidad de acceso de la pieza 1.1 con una obturación temporaria de cemento a base fosfato de zinc (PROTHOPLAST, Laboratorios SL S.A., Buenos Aires, Argentina), asegurando un cierre hermético que evite la contaminación del sistema de conductos radiculares hasta la próxima sesión. El tiempo que debe permanecer el hidróxido de calcio en el interior del conducto puede variar de 7 a 30 días (Adl *et al.*, 2015).

A los 15 días el paciente concurrió nuevamente a la consulta, asintomático. En el examen clínico, a nivel extraoral no se observaron fístulas y/o asimetrías destacables. Al examen intraoral, los tejidos blandos peridentarios no presentaron signos de inflamación. Las piezas dentarias no presentaban movilidad y al sondaje periodontal no se percibieron defectos, por lo que se descartó la presencia de fístulas transperiodontales. A la presión oclusal en ambas piezas no experimentó dolor alguno.

Se comenzó realizando la analgesia local. Se realizó el bloqueo anestésico realizando la punción en el fondo de surco vestibular utilizando una jeringa carpule, aguja descartable hipodérmica corta de 21 milímetros (mm) (Misawa, Tokyo, Japón) y una solución anestésica de carticaína clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina).

Se procedió con el aislamiento absoluto del campo operatorio. Para ello se utilizó un arco de Young plástico, dos clamps de premolares (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos), goma dique de 6x6 centímetros (cm) (Sanctuary™, Perak, Malaysia) y pinza porta clamps. La maniobra se realizó en un sólo tiempo llevando los clamps previamente adaptado a la perforación realizada en la goma dique y sujetado con la pinza hacia la pieza dentaria 1.1 y 1.3 para mayor comodidad durante la instrumentación. Se retiró la corona provisoria y la obturación provisoria del elemento 1.2 y 1.1 respectivamente y se comenzó con la remoción de la obturación intermedia con pasta a base de hidróxido de calcio del interior de los conductos. El hidróxido de calcio se eliminó totalmente antes de realizar la obturación definitiva ya que su presencia en las paredes de los conductos afectaría las propiedades físicas y la penetración del agente sellador en el interior de los túbulos dentinarios (Calt y Serper, 1999; Hosoya *et al.*, 2004).

En la pieza 1.2 se comenzó utilizando una lima flexible #15 (Flexofile®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) a longitud de trabajo y luego con limas de calibre creciente hasta llegar al instrumento memoria con irrigación dinámica (irrigación y aspiración) con solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% (Tedequim, Córdoba, Argentina).

En la pieza 1.1 se inició trabajando con una lima lisa tipo K #15 y se continuó con limas de mayor calibre hasta alcanzar nuestra lima maestra inicial, una lima tipo K lisa #40/02. Posteriormente se amplió el conducto hasta una lima #45/02 con el objetivo de eliminar posibles restos de medicación en el tercio apical del conducto. Se repitió la secuencia de irrigación de la misma forma en que hizo en la pieza 1.2.

Concluida la preparación quirúrgica, se realizó una irrigación con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% (Farmadental®, Laboratorio ultra d S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) (Hülsmann *et al.*, 2003) y se lo dejó actuar unos minutos dentro de ambos conductos, activándolo mediante la agitación

manual de una lima tipo K #20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Seguidamente se realizó una última irrigación con hipoclorito de sodio al 2,5% (Tedequim, Córdoba, Argentina) aprovechando la mayor capacidad de difusión por las paredes dentinarias otorgadas por el tratamiento del barro dentinario de la solución quelante. El régimen de irrigación se completó con la activación ultrasónica del mismo. (Zorzín *et al.*, 2016). Para ello se utilizó una punta ultrasónica E1 Irrisonic (Helse®, S. R Viterbo, Brasil) montada en un ultrasonido (D1 DTE®, Woodpecker, Guilin, Guangxi, China) durante 3 minutos.

Se secaron los conductos principales con conos de papel estériles (Meta Biomed®, Osong-Eup, Corea del Sur) del mismo calibre que su instrumento de memoria.

Se dio inicio a la obturación definitiva de los conductos radiculares. Para ello se seleccionaron ambos conos principales de gutapercha estandarizados correspondiente al calibre de la lima maestra previamente establecida (Meta Biomed®, Osong-Eup, Corea del Sur), los que fueron descontaminados en una solución de NaOCl al 2,5% (Tedequim, Córdoba, Argentina) durante 1 min y secaron con una gasa estéril (Gomes *et al.*, 2005) con el fin de garantizar la asepsia antes de su colocación en el conducto.

Se realizó la prueba del cono principal en ambas piezas dentarias de forma visual y táctil para corroborar su ajuste y asentamiento. Se introdujo el cono dentro de cada conducto y se evaluó que presentara un ajuste adecuado y un tope apical firme, sin sobrepasar el límite de la longitud de trabajo. Este paso es fundamental para asegurar la correcta adaptación tridimensional del material obturador, evitando sobreobturaciones o vacíos.

Posteriormente, se tomó una radiografía digital (Figura 4) con el radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia) para realizar la conometría, confirmando radiográficamente la posición y longitud de cada cono de gutapercha antes de proceder con la técnica de obturación definitiva.



Figura 4. Conometría.

La obturación definitiva se realizó utilizando conos de gutapercha y sellador a base de óxido de zinc-eugenol según la fórmula de Grossman (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). La técnica de obturación seleccionada fue la de condensación lateral en frío. Se llevó el sellador al interior de ambos conductos con un espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y se introdujeron los dos conos principales, impregnados con una delgada película del mismo, hasta la longitud de trabajo. Se agregaron conos accesorios (previamente

descontaminados) con ayuda de espaciadores digitales de calibres decrecientes (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) realizando movimientos de cuña acompañados por fuerza lateral hasta que se oblitero la totalidad del espacio (Withworth, 2005). Con un instrumento Ladmore (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) calentado al rojo vivo se cortaron los dos ramilletes de conos a la altura de la entrada de cada conducto, realizando la maniobra de una sola vez para evitar el desplazamiento hacia coronal de la masa obturatriz. Luego, con un compactador vertical (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos), aprovechando la plasticidad que presenta la gutapercha se realizó una condensación vertical para potenciar el sellado y lograr una mayor tridimensionalidad (Schilder, 1967). Esta técnica permitió una distribución uniforme del sellador y la compactación controlada del material en todo el trayecto del conducto radicular. La cámara pulpar fue limpiada con una torunda de algodón embebida en alcohol, con el objetivo de eliminar restos de sellador adheridos a las paredes internas. Finalmente, se colocó nuevamente una corona provisional de policarbonato en el elemento n.º 1.2 y se selló con cemento a base de fosfato de zinc la pieza 1.1, restableciendo la integridad temporal de los dientes con el fin de lograr un cierre coronario que evite la filtración microbiana hasta tener una obturación coronaria definitiva.

Una vez sellada las piezas dentarias, se retiró el aislamiento absoluto con pinza porta clamp y se controló la oclusión con papel de articular. Se tomó una radiografía de control postoperatorio (Figura 5) utilizando un radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia).



Figura 5. Radiografía Postoperatoria.

En la valoración de la radiografía postoperatoria de la pieza dentaria 1.2 se identificó que la longitud de la obturación endodóntica se encontraba dentro de los parámetros aceptables. A lo largo de todo el conducto radicular se observó una homogeneidad y radiopacidad uniforme de la obturación, compatible con una adecuada compactación y ausencia de espacios vacíos. La obturación temporaria de la cavidad de acceso no logró una continuidad con la obturación endodóntica y presentó falta de adaptación a los márgenes gingivales coronarios.

En la pieza dentaria 1.1 se evidenció una sobreobturación, lo cual indica que el material obturador se extendió en longitud más allá del foramen apical, pero logro un buen sellado tridimensional del conducto radicular.

La sobreobturación, aunque no deseada, puede ocurrir y debe ser evaluada cuidadosamente, ya que puede provocar irritación periapical. La extrusión apical de

materiales durante la obturación de los conductos radiculares puede producirse por múltiples factores (The Australian Society of Endodontology, 2019). En casos de patología periapical, la presencia de reabsorción apical contribuye adicionalmente a facilitar la extrusión del material debido a la pérdida de la constricción natural del foramen. La ausencia de una constricción apical natural, reduce la capacidad del conducto para actuar como una barrera física frente a la extrusión. La permanencia del material de obturación extruido más allá del foramen apical puede variar según su tipo, masa y consistencia. En algunos casos, dicho material puede permanecer inalterado durante años en los tejidos periapicales, mientras que en otros puede reabsorberse progresivamente debido a fenómenos físicos, químicos y biológicos locales.

La evidencia actual indica que la presencia de material extruido más allá del ápice no determina por sí sola el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico (Ricucci *et al.*, 2016). El desenlace clínico del caso no se asocia ni al tipo de material extruido o su reabsorción o persistencia tras un tratamiento de conducto primario o retratamiento (Goldberg *et al.*, 2020). Factores como la correcta desinfección del conducto y el sellado apical adecuado son más determinantes para el pronóstico. Si bien la sobreobturación puede generar una respuesta inflamatoria transitoria o retrasar la cicatrización, no impide el proceso en sí (Sari y Duruturk, 2007). Siempre que se controle adecuadamente la infección bacteriana es poco probable que los materiales endodónticos modernos puedan mantener una respuesta inflamatoria persistente en los tejidos periapicales (Siqueira, 2001). Basados en la evidencia científica, en este caso clínico se decidió no desobturar ya que la persistencia del material extruido no afectaría negativamente el pronóstico.

Se dieron al paciente las indicaciones a seguir, destacando la necesidad de realizar una rehabilitación coronaria definitiva para lograr una impermeabilidad que posibilite que la obturación y sellado del sistema de conductos radiculares permanezca estable en el tiempo y se genere una reparación predecible de la lesión en los tejidos periapicales. El paciente fue derivado al área de prótesis fija para su rehabilitación definitiva. Se advirtió de posibles molestias postoperatorias para las que se indicó la toma de analgésicos (ibuprofeno 600 mg). Se programaron citas de control.

CONTROLES A DISTANCIA

El paciente concurrió a la **primera cita de control a los 5 meses** de terminados los tratamientos, asintomático y relato no haber sufrido molestias los días posteriores por lo que no fue necesario la toma de medicación analgésica. En el examen clínico, a nivel extraoral no se observaron fístulas y/o asimetrías destacables. Al examen intraoral, los tejidos blandos peridentarios no presentaron signos de inflamación. Tanto la pieza 1.1 como el elemento 1.2 no presentaban movilidad y al sondaje periodontal no se percibieron defectos, por lo que se descartó la presencia de fístula transperiodontal. Ambas piezas dentarias aún presentaban restauraciones coronarias provisionales.



Figura 6. Radiografía Control 5 meses.

En el examen radiográfico (Figura 6) se observó que a nivel coronario las piezas dentarias presentaban restauraciones con un material de radiopacidad media a nivel de las cavidades de acceso. A nivel radicular, tanto la longitud como la morfología de las raíces no se encontraban alteradas, descartando posibles reabsorciones. La obturación del sistema de conductos radiculares permaneció sin variaciones en ambas piezas dentarias. A nivel de los tejidos periapicales, se observó la reabsorción parcial del agente sellador extravasado en la pieza 1.1 y una importante disminución en el tamaño de la lesión osteolítica lo cual es indicativo de un proceso de reparación ósea. No se observó ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. Se informó al paciente los datos obtenidos y se explicó nuevamente la importancia de realizarse las rehabilitaciones definitivas ya que piezas dentarias tratadas y protegidas funcionalmente pueden conservar integridad ósea, ausencia de movilidad y función a largo plazo (Fransson y Dawson, 2023). Se programó un nuevo control.

Al año y 10 meses el paciente se presentó a la consulta para realizar un nuevo control. Clínicamente, el paciente no presentó signos ni síntomas de inflamación. El examen extraoral no reveló asimetrías faciales ni presencia de fístulas. Las piezas dentarias tratadas se encontraban rehabilitadas de forma definitiva mediante coronas de porcelana, las cuales presentaban un correcto sellado marginal, sin filtraciones. Los tejidos gingivales se encontraban normales, sin evidencia de defectos al sondaje. No se registró dolor a la presión oclusal ni movilidad dentaria en las piezas tratadas.



Figura 7. Control 1 año y 10 meses.

Las tomas radiográficas de las citas de control se realizaron con un radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. LTD, Shangai, China) (Figura 7). En la imagen radiográfica no se evidenciaron imágenes radiolúcidas compatibles con lesiones periapicales. El hueso esponjoso periapical circundante a ambas piezas tratadas mostró un trabeculado de características normales. La lámina dura se observaba continua y la cortical ósea preservada, sin signos de rarefacción ni reabsorciones. Si bien se observó la persistencia de una pequeña cantidad de material de obturación extruido más allá del foramen apical, este ha disminuido en volumen respecto a controles anteriores, sin asociación con signos inflamatorios lo que sugiere una integración tisular sin complicaciones. En base a los hallazgos clínicos y radiográficos, se concluyó que las piezas dentarias presentan una evolución favorable dentro de los parámetros esperados para un tratamiento endodóntico exitoso.

A los **dos años y un mes del tratamiento**, el paciente se presentó a la consulta clínicamente asintomático. No se observaron signos de inflamación en el examen intraoral ni extraoral y no se reportaron molestias funcionales. Las piezas dentarias rehabilitadas mediante coronas de porcelana presentaban un correcto sellado marginal, sin filtraciones (Figura 8). Una restauración coronal adecuada y perfectamente ajustada es fundamental para mantener el sellado apical y la función fisiológica de la pieza (Goodacre y Spolnik, 1995).



Figura 8. Restauraciones definitivas control 25 meses.

En el control radiográfico (Figura 9) se observó un trabeculado óseo periapical de características normales en ambas piezas tratadas y la preservación de la cortical ósea. En la pieza n°11 se observó aún la presencia de gutapercha extruida más allá del foramen apical; sin embargo, esta muestra signos de reabsorción progresiva. La ausencia de imágenes radiolúcidas periapicales y de alteraciones en el espacio del ligamento periodontal sugiere la resolución completa del proceso inflamatorio inicial y una respuesta tisular favorable frente al material extruido. Estos hallazgos, tanto clínicos como radiográficos, permiten concluir que el tratamiento endodóntico ha sido favorable a largo plazo, con una reparación periapical completa.



Figura 9. Control a los 2 años y un mes.

A los **dos años y medio** de concluidos los tratamientos, el paciente se presentó a un nuevo control. Clínicamente asintomático, sin signos de inflamación, dolor ni movilidad dentaria. Las piezas tratadas se encuentran funcionales y bien integradas al sistema estomatognático. Las rehabilitaciones protésicas definitivas presentaban una integridad marginal adecuada, contribuyendo al mantenimiento del sellado coronal.

Radiográficamente (Figura 10) se observaron restauraciones coronarias bien adaptadas, sin filtraciones visibles. El perno colocado de la pieza 1.1 mostraba una adaptación precisa, mientras que en la pieza 1.2 se apreciaba un leve espacio entre el perno y el material de obturación. Si bien esta discontinuidad no representa una situación ideal, pequeñas separaciones no necesariamente afectan el pronóstico, siempre que no haya filtración coronal o signos clínicos de fracaso (Tahal *et al.*, 2011). Las obturaciones endodónticas se encontraban adecuadamente compactadas en ambos elementos con condensación correcta en el tercio apical. Restauraciones con buen ajuste marginal y compactación del material intraconducto se asocian con hueso alveolar normal y ausencia de reabsorción ósea (Almohefer *et al.*, 2025). Aún se evidenció en apical de la pieza n°1.1 restos de material de obturación extruido más allá del foramen apical; sin embargo, su presencia no ha interferido con la reparación tisular ni con la resolución del proceso periapical. El hueso alveolar circundante presentaba características normales, con trabeculado óseo fisiológico, sin signos de reabsorción ni alteraciones del espacio del ligamento periodontal en ambas piezas tratadas. La cortical ósea permanecía intacta.



Figura 10. Control 2 años y medio.

En conjunto, tanto los hallazgos clínicos como los radiográficos permiten concluir que el tratamiento ha sido favorable, con estabilidad funcional, ausencia de signos patológicos, y una rehabilitación protésica que favorece el mantenimiento de la salud periapical.

BIBLIOGRAFIA

AAE. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *JOE*, 35(12):1634, 2009. ISSN: 0099-2399.

ADL A, MOTAMEDIFAR M, SHAMS MS, MIRZAIIE A. Clinical investigation of the effect of calcium hydroxide intracanal dressing on bacterial lipopolysaccharide reduction from infected root canals. *Aust Endod J*, 41:12–6, 2015. ISSN: 1329-1947

ALMOHEFER SA, AL-KHERAIF AA, ALSHAHRANI RI, ZAFAR MS, y ALLAM RM. Radiographic assessment of the quality of post and core restorations and its effect on apical health in endodontically treated teeth. *Saudi Journal of Dental Research*, 301 págs, 2025. ISSN (impreso): 2352-0035. ISSN (electrónico): 2352-0043.

BLOTTA Francisco y SPOLETI Pablo. Bases biológicas para la endodoncia [en línea]. 2da edición, Rosario. Blotta Francisco y Spoleti Pablo, 2019 [fecha de consulta: 20 de enero 2025]. Disponible en <https://es.calameo.com/read/004756707166d1d7a6919> ISBN: 9789878600109

BOUSIOUKIS C y ARIAS-MOLIZ MT. Present status and future directions – irrigants and irrigation methods. *Int Endod J*, 55 (Suppl 3):588-612, 2022. ISSN:1365-2591 55

BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scandinavian Journal of Dental Research*. 89:321–8, 1981. ISSN:0029-845X.

CALT S, SERPER A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *JOE*, 25:431–3, 1999. ISSN:0099-2399.

CHONG BS y PITT FORD TR. The role of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endod J*, 25:97–106, 1992. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591

COCHRAN MA, MILLER CH, y SHELDRAKE MA: The efficacy of the rubber dam as a barrier to the spread of microorganisms during dental treatment. *Journal of the American*

Dental Association, 119(2):141, 1989. ISSN (print): 0002-8177 · ISSN (online): 1943-4723

COHEN S: Endodontics and litigation: an American perspective. *International Dental Journal*, 39(1):13-18, 1989. ISSN impreso (print): 0020-6539

CALT S, SERPER A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *JOE*, 25:431–3, 1999. ISSN impreso: 0099-2399

CLEM W. Endodontics: the adolescent patient. *Dental Clinics of North America*, 13(2): 483-493, 1969. ISSN: 0011-8532.

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*, 39(12):921-30, 2006. ISSN: 1365-2591.

FRANSSON H y DAWSON VS. Tooth survival after endodontic treatment. *Int Endod J*, 56(Suppl 2), 140–153, 2023. ISSN: 1365-2591

FORREST WR y PEREZ RS. The rubber dam as a surgical drape: Protection against AIDS and hepatitis. *Journal of the Academy of General Dentistry*, 37(3):236, 1989. ISSN: 0163-5727

GARG N, SHARMA S, CHHABRA A, DOGRA A, BHATIA R, THAKUR S. Clinical evaluation of maintenance of apical patency in postendodontic pain: An in vivo study. *Endodontology*, 29(2):115–9, 2017. ISSN: 0970-7212.

GOERIG AC, MICHELICH RJ y SCHULTZ HH. Instrumentation of root canals in molar using the stepdown technique. *JOE*, 8(12): 550-554, 1982. ISSN: 0099-2399.

GOLDBERG F, CANTARINI C, ALFIE D, MACCHI RL y ARIAS A. Relationship between unintentional canal overfilling and the long-term outcome of primary root canal treatments and nonsurgical retreatments: a retrospective radiographic assessment. *Int Endod J*, 53 (1):19-26, 2020. ISSN:1365-2591. ISSN: 1365-2591.,

GOMES BPFA, VIANNA ME, MATSUMOTO, CU, ROSSI V DE P, ZAIA AA, FERRAZ CC., y SOUZA FILHO FJ. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100(4):512–7, 2005. Print ISSN: 1079-2104. (e-ISSN): 1528-395X

GOODACRE CJ, y SPOLNIK KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: A literature review. Part III. Tooth preparation considerations. *Journal of Prosthodontics*, 4(2), 122–128, 1995. ISSN: 1059-941X.

GU LS, KIM JR, LING J, CHOI KK, PASHLEY DH, TAY FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *JOE*, 35(6):791–804, 2009. ISSN: 0099-2399.

HASHEMINIA SM, FARHADI N, SHOKRANEH A. Effect of patency file on transportation and curve straightening in canal preparation with ProTaper system. *Int Sch Res Notices* [Internet]. 2013; 2013:704027. ISSN (electrónico): 2356-7872.

HILTON TJ. Keys to clinical success with pulp capping: A review of the literature. *Oper Dent*, 34(5):615–25, 2009. ISSN: 0361-7734.

HOSOYA N, KURAYAMA H, IINO F, y ARAI T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J*, 37:178–84, 2004. ISSN: 0143-2885. ISSN online: 1365-2591

HÜLSMANN M, PETERS OA Y DUMMER PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontics Topics*, 10: 30–76, 2005. ISSN: 1601-1546.

HÜLSMANN M, HECKENDORFF M y LENNON A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, 36: 810-830, 2003. ISSN: 1365-2591

INGLE JI. y BAKLAND LK. Endodoncia 5° Edición. México, D.F: Mc GrawHill Interamericana. 736p. 2002. ISBN:970-10-4244-1.

INGLE JI. A standardized Endodontics technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 11(1):83-91, 1961. ISSN: 0030-4220

JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J*, 43(9):738-62, 2010. ISSN: 0143-2885. ISSN online: 1365-2591

JAFARZADEH H Y ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. *Int Endod J*, 43(11):945-58, 2010. ISSN: 1365-2591

KERATIOTIS G, KOURNETAS N, AGRAFIOTI A Y KONTAKIOTIS EG. A comparative evaluation of two working length determination methods. *Australian Endodontics Journal*, 45(3):331-336, 2019. ISSN: 1747-4477.

KHAN AA, SUN X, HARGREAVES K. Effect of calcium hydroxide on proinflammatory cytokines and neuropeptides. *JOE*, 34(11): 1360-1363, 2008. ISSN: 0099-2399

KIRCHHOFF A L, CHU R, MELLO I, PLAZAS GARZON A D, DOS SANTOS M, CUNBA R S. Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A Micro-Computed Tomographic Study. *JOE*, 41 (11): 1880-1883, 2015. ISSN: 0099-2399

KOBAYASHI, C., y SUDA, H. Accuracy in determining the working length with electronic apex locator: Comparison with the radiographic method. *JOE*, 20(7):329-32,1994. ISSN: 0099-2399

KUTTLER B y SOKOL DJ. Legal implications and considerations in dental practice management. *Dental Clinics of North America*, 32(1):123, 1988. ISSN: 0011-8532

KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. *The Journal of the American Dental Association*, 50(5): 544-552, 1955. ISSN: 0002-8177.

LEY N° 26529. Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Sancionada: octubre 21 de 2009.Promulgada de Hecho: noviembre 19 de 2009. Ministerio de Justicia de la Nación

LOPEZ-MAEKAWA A y GARCÍA RUPAY CR. Accuracy of four apex locators in premolars with root resorption: an in vitro study. *Iranian Endodontics Journal*, 17:20-6, 2022. ISSN: 2008-2746.

LOPREITE GH, BASILAKI JM. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos.1ª edición. ciudad autónoma de buenos Aires, Argentina: Grupo Guía,2016. 416p.ISBN:978-987-1113-31-6.

MAINKAR, A Y KIM SG. Diagnostic Accuracy of 5 Dental Pulp Tests: A Systematic Review and Meta-analysis. *JOE* 44(5): 694-702, 2018. ISSN: 0099-2399.

MANCINI M, FELICI R, CONTE G, COSTANTINI M Y CIANCONI L. Accuracy of Three Electronic Apex Locators in Anterior and Posterior Teeth: and ex vivo study. *JOE*, 37(5):684-7, 2011. ISSN: 0099-2399.

MONTEIRO CZORNOBAY LF, DE OLIVEIRA ROCHA A, CABRAL LEITE C, MENEZES DOS ANJOS L, SILVA RIBEIRO J, PACHECO DE CASTRO HENRIQUES BA, CARDOSO M, MACHADO R, DA SILVEIRA TEIXEIRA C Y DA FONSECA ROBERTI GARCIA L. A Global Overview on Electronic Apex Locator Use From 1968 to 2023: A Bibliometric Analysis. *JOE*, 50(7):925-933, 2024. ISSN: 0099-2399.

NEKOO FAR MH, GHANDI MM, HAYES SJ Y DUMMER PMH. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J*, 39(8):595-609, 2006. ISSN: 1365-2591.

OLIVEIRA TN, VIVACQUA-GOMES N, BERNARDES RA, VIVAN RR, DUARTE MAH, y VASCONCELOS BC. Determination of the accuracy of 5 electronic apex locators in the function of different employment protocols. *JOE*, 43:1663–7, 2017. ISSN impreso: 0099-2399.

ORDINOLA-ZAPATA R, NOBLETT WC, PÉREZ-RON A, YE Z, VERA J. Present status and future directions of intracanal medicaments. *Int Endod J*, 55(Suppl 3):613–36, 2022. ISSN: 1365-2591.

PLOTINO G, NAGENDRABABU V, BUKIET F, GRANDE NM, VEETIL SK, DE-DEUS G Y AHMED HMA. Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping—Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. *JOE*, 46 (6):707-729, 2020. ISSN: 0099-2399.

RICUCCI D, ROCAS IN, ALVES FRF, LOGHI S, SIQUEIRA JF Jr. Apically extruded sealers: fate and influence on treatment outcome. *JOE*, 42, 243–9, 2016. ISSN:0099-2399.

RICUCCI D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, Part 1. Literature review. *Int Endod J*, 31: 384-393, 1998. ISSN: 1365-2591.

RICUCCI D Y LANGELAND K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J*, 31(6):384-409, 1998. ISSN: 1365-2591.

ROANE J, SABALA C y DUNCANSON M. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *JOE*, 11(5): 203-211, 1985. ISSN: 0099-2399.

SARI S, DURUTURK L. Radiographic evaluation of periapical healing of permanente teeth with periapical lesions after extrusión of AH plus Sealer. *Oral Surg.Oral Med Oral Patol Oral Rad Endod*, 104(3):54-59, 2007. ISSN 2212-4403.

SAXENA D, SAHA SG, BHARADWAJ A, VIJAYWARGIYA N, DUBEY S, y KALA SA. Comparative evaluation of accuracy of three electronic apex locators using histological section as gold standard: an ex vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 20(3):251–254,2017. ISSN (print): 0972-0707. ISSN (online): 0974-5203.

SCHILDER H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 11(3):723–44, 1967. ISSN: 0011-8532.

SERNA PENA G, GOMES-ACEVEDO S, FLORES TREVINO J, MADLA-CRUZ E, RODRIGUEZ-DELGADO I, and MARTINEZ-GONZALEZ G. Clinical Research, In Vivo. Evaluation of 3 Electronic Apex Locators: Root ZX Mini, Apex ID, and Propex Pixi. *JOE*, 46(2):158-161, 2020. ISSN:0099-2399.

SHABAHANG S. Electronic apex locators—A review. *JOE*, 31(8): 593–599, 2005. ISSN: 0099-2399.

SHEKARCHIZADE N, FARHAD A Y KHALIFEZADE S. The accuracy of three apex locators in determining the location of strip root perforation in different environments. *Iranian Endodontics Journal*, 16(3):184-188, 2021. ISSN: 2008-2746.

SIQUEIRA JF. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J*, 34: 1–10, 2001. ISSN: 0143-2885. ISSN online: 1365-2591.

SIQUEIRA JF y LOPES HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, 32:361–369, 1999. ISSN: 0143-2885. ISSN online: 1365-2591.

SOARES IJ, GOLDBERG F. Endodoncia: Técnicas y fundamentos. 2° Edición. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana, 2012. 532p. ISBN: 978-950-06-0402-4.

SCHILD H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*, 18(2): 269–296, 1974. ISSN: 0011-8532. ISSN: 1558-0512.

SPOLETI Pablo y BLOTTA Francisco: Bases Biológicas para la endodoncia 2° edición. [en línea]. Rosario, Argentina: Blotta Francisco y Spoleti Pablo, 2019. [fecha de consulta: 4 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://bibliotecas.unr.edu.ar/acceso/9789878600109.pdf> ISBN 978-987-86-0010-9.

SUNADA I. New method for measuring the length of the root canals. *Journal of Dental Research*, 41(2): 375–387, 1962. ISSN: 0022-0345.

SUZUKI K. Experimental study on iontophoresis. *Journal of the Japanese Stomatological Society*, 16: 411–417, 1942. ISSN: **0029-0297**.

TAHAL GA. The effect of gap between post and gutta-percha on periapical status. *Int Endod J*, 44(5): 413–422, 2011. ISSN: 0143-2885. ISSN online: 1365-2591.

THE AUSTRALIAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. The impact of sealer extrusion on endodontic outcome: A systematic review with meta-analysis. *JOE*, 45(6), 689–701, 2019. **ISSN**: 0099-2399.

THORLEY W. Working length determination. *British Dental Journal*, 230(1):5, 2021. ISSN: 1476-5373

TRONSTAD L, ANDREASEN JO, HASSELGREN G, KRISTERSON L y RIIS I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *JOE*, 7: 17–21, 1981. ISSN: 0099-2399

TSESIS I, BLAZER T, BEN-IZHACK G, TASCHIERI S, DEL FABBRO M, CORBELLA S, y ROSEN E. The Precision of Electronic Apex Locators in Working Length Determination: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature. *JOE*, 41(11): 1818–1823, 2015. ISSN: 0099-2399.

VIEYRA JP Y ACOSTA J. Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *Int Endod J*, 44(6):510-8, 2011. ISSN: 1365-2591

WILLIAMS CB, JOYCE AP Y ROBERT S. A Comparison between In Vivo Radiographic Working Length Determination and Measurement after Extraction. *JOE*, 32(7):624-627, 2006. ISSN: 0099-2399.

WILLIAMS CB, JOYCE AP y ROBERTS S. Comparison of conventional radiography and computerized radiography in determining working length. *JOE*, 32(8): 762–767, 2006. ISSN: 0099-2399.

WITHWORTH JM. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endod Topics*, 12:2–24, 2005. ISSN: 1601-1538. e-ISSN: 1601-1546.

ZORZIN J, WIEBNER J, WIEBNER T, LOHBAUER U, PETSCHERT A, EBERT J. Removal of Radioactively Marked Calcium Hydroxide from the Root Canal: Influence of Volume of Irrigation and Activation. *JOE*, 42(4): 637-640, 2016. ISSN:0099-2399.

Paciente 4.

Caso Clínico N°5. Pieza dentaria 1.2

Paciente femenina, de 30 años de edad, concurrió a la consulta en la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario, derivada desde el servicio de guardia de la misma institución y medicada con analgésico (Ibuprofeno 600 mg) por presentar dolor intenso en la pieza dentaria 1.2, especialmente al momento de morder.

Se procedió a confeccionar la historia clínica, la cual no reveló antecedentes médicos de relevancia que pudieran influir en el tratamiento odontológico. Durante la anamnesis odontológica la paciente refirió que hacía varios años le habían realizado una restauración en ese diente.

Al examen extraoral no presentó asimetría facial ni fístula extraoral y a la palpación no se evidenciaron adenopatías regionales.

Durante el examen clínico intraoral se observó un deficiente estado de higiene oral, presencia de caries y restos radiculares. En particular, la pieza dentaria 1.2 presentaba una restauración proximal desadaptada con caries asociada. No se evidenció fístula intraoral ni abombamiento de la tabla vestibular.

Para determinar un diagnóstico pulpar en la pieza dentaria N°1.2 se realizó una prueba de sensibilidad pulpar al frío. El test pulpar al frío debe ser considerado el método primario de elección para evaluar la vitalidad pulpar, ya que ha demostrado ser el más simple, accesible y preciso para diferenciar pulpas vitales de no vitales. Antes de comenzar se le explicó a la paciente que experimentaría una sensación breve de frío sobre algunos dientes y que debía levantar la mano en cuanto lo sintiera, con el fin de reducir la ansiedad y favorecer su cooperación. Se seleccionaron previamente dientes sanos, preferentemente contralaterales, para comparar la respuesta del diente sospechoso. Se procedió a realizar un aislamiento relativo a fin de evitar la dispersión del spray frío. Se roció una torunda de algodón con spray refrigerante a base de una mezcla de gas butano y gas propano con temperatura de -26°C (Klepp Ice®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina) durante aproximadamente 1–2 segundos. La torunda fue sujeta con una pinza para algodón, evitando el contacto con los dedos para no transferir calor y se aplicó en el tercio medio de las caras vestibulares de las piezas, manteniéndolo en contacto durante un máximo de 5–10 segundos o hasta que la paciente refiriera sensación térmica (Hargreaves y Cohen, 2011). Al realizarlo sobre la pieza 1.2, la interpretación clínica de la respuesta fue negativa. La respuesta fue contrastada con los dientes controles, lo cual permitió una mejor interpretación del resultado obtenido.

Posteriormente se realizó la evaluación periodontal de la pieza dentaria 1.2, comenzando con el test de presión oclusal, una prueba clínica utilizada para identificar dolor de origen periodontal relacionado con fuerzas funcionales como la masticación. El test se llevó a cabo solicitando a la paciente que cerrara la boca y aplicara fuerza masticatoria sobre un suctor plástico desechable colocado sobre el borde incisal de la pieza. Esta maniobra reproduce la carga oclusal directa sobre el órgano dentario. Durante la prueba, la paciente manifestó dolor intenso y persistente durante varios segundos tras la aplicación de la presión, lo que sugiere una inflamación del ligamento periodontal. Este tipo de respuesta suele asociarse a una sobrecarga oclusal, necrosis pulpar con periodontitis apical sintomática o incluso microfracturas (Abbott, 2018). El test de presión oclusal, como complemento del examen clínico pulpar y radiográfico, es útil para diferenciar entre procesos inflamatorios pulpares y periapicales, y también para identificar dientes con fisuras o fracturas. Además, su interpretación debe realizarse en

conjunto con otros hallazgos clínicos para establecer un diagnóstico integral y un plan de tratamiento adecuado (Ricucci y Siqueira, 2022).

Se realizó el sondaje periodontal en toda la circunferencia del diente, sin encontrar fístulas transperiodontales ni presencia de bolsas profundas o sangrado al sondaje. Asimismo, se evaluó la movilidad dentaria y se constató ausencia de movilidad en la pieza evaluada.

Se realizó una radiografía preoperatoria digital (Figura 1) con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghai, China).



Figura 1. Radiografía preoperatoria.

En la imagen radiográfica digital se observó a nivel coronal de la pieza N°1.2 una restauración proximal mal adaptada. El conducto radicular mostró ser amplio y permeable, con una forma recta en el tercio coronario y medio, presentando una curvatura hacia distal en su extremo apical. El espacio correspondiente al ligamento periodontal se encontraba ensanchado.

Después de realizar las pruebas diagnósticas correspondientes y conforme a todos los datos recabados, se arribó a los siguientes diagnósticos pulpar y periapical para la pieza dentaria 1.2 (AAE, 2009):

Diagnóstico pulpar: Necrosis Pulpar

Diagnóstico periapical: Periodontitis Apical Sintomática.

Tratamiento indicado: Tratamiento Endodóntico de pieza dentaria 1.2.

Conforme con la Ley N°26529 se le informa a la paciente su estado de salud bucal, el diagnóstico obtenido y el plan de tratamiento indicado con las especificaciones de los objetivos perseguidos, los beneficios esperados del procedimiento, las desventajas y efectos adversos previsibles, las especificaciones del tratamiento alternativo y las consecuencias posibles de la no realización del plan de tratamiento indicado para la pieza dentaria 1.2. Solicitamos que la paciente firme el consentimiento informado para proceder con el tratamiento endodóntico (Ley 26.529, 2009).

Inicialmente se procedió a realizar la analgesia local en la zona correspondiente a la pieza N°1.2 mediante anestesia infiltrativa en el fondo del surco vestibular. Para ello se administró una dosis de 1,8 ml de solución de carticaína al 4% con adrenalina 1:100,000 (Anestcart Forte®, Sidus S.A., Buenos Aires, Argentina) utilizando una jeringa carpule y una aguja descartable hipodérmica corta de 21 milímetros (MISAWA, Tokyo, Japón) logrando una completa anestesia. La elección de utilizar una solución de carticaína con adrenalina en el procedimiento endodóntico se basa en su capacidad para proporcionar una profundidad anestésica eficaz y prolongada, lo que es crucial para la realización de tratamientos complejos como la endodoncia. La carticaína es un anestésico local con un inicio rápido y duración intermedia, altamente efectiva (Kuhlmann *et al.*, 2019). Su combinación con adrenalina mejora la calidad de la anestesia al proporcionar vasoconstricción en los tejidos, lo que ayuda a prolongar la acción del anestésico manteniendo la analgesia durante un tiempo mayor, lo cual es particularmente útil

durante procedimientos que requieren una intervención prolongada como la endodoncia (Sisk y Guttman, 1974).

Se eliminó la restauración existente en la pieza 1.2 utilizando piedra diamantada redonda montada en turbina. Posteriormente se limpió el área afectada con fresa redonda a baja velocidad, asegurando la eliminación completa de la lesión de caries eliminando cualquier posible fuente de infección.

Se procedió a realizar el aislamiento absoluto de la pieza N°1.2 utilizando arco de Young plástico Evoden™ (Llanyungang Baishun Medical Treatment Articles Co. Ltd, Jiangsu, China), goma dique Sanctuary™ 5´´x 5´´ (Perak, Malaysia) y clamp # 9 (Hu-Friedy Mfg. Co., LLC, Chicago, Estados Unidos). Este aislamiento permitió una completa separación del área de trabajo de los tejidos bucales circundantes, garantizando un campo operatorio seco y libre de contaminación durante todo el tratamiento endodóntico. Este procedimiento es clave para garantizar la eficacia de los tratamientos endodónticos, pues previene la contaminación del sistema de conductos radiculares y facilita la correcta obturación del conducto, lo que se ha demostrado ser esencial para el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico (Peters *et al.*, 2020). Se realizó el embrocado del campo operatorio utilizando algodón embebido en hipoclorito de sodio al 2,5%.

La apertura coronaria fue diseñada con forma de triángulo de ángulos redondeados de base incisal y vértice cervical, teniendo en cuenta que para el incisivo lateral el punto de elección está localizado en la cara palatina a 2mm del cingulum en dirección al borde incisal. La cavidad de acceso debe permitir una visión clara del interior de la cámara pulpar, facilitar la localización de los conductos y minimizar la posibilidad de errores técnicos como escalones, perforaciones o fracturas de instrumentos (Spoleti y Blotta, 2016). Este diseño racional del acceso, adaptado a la anatomía del diente tratado, contribuye a mejorar la eficacia del tratamiento endodóntico y a preservar la integridad estructural del diente.

Se irrigó con solución de hipoclorito de sodio al 5,25%(NaOCl) (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) durante 2 a 3 minutos con el objetivo de inactivar la infección y posteriormente se aspiró todos los desechos en suspensión. El NaOCl es la solución irrigadora más utilizada en endodoncia debido a su amplio espectro antimicrobiano, su capacidad para disolver y eliminar el tejido orgánico y su acción detergente. Diversos estudios han demostrado que concentraciones entre 2,5% y 5,25% logran una mayor eficacia bactericida, especialmente en casos de necrosis pulpar, donde la presencia de bacterias anaerobias y residuos tisulares es mayor (Zehnder, 2006).

Se introdujo un explorador endodóntico, deslizándolo por las paredes de la cámara hasta localizar la entrada del conducto. En este caso, la pieza dentaria N°1.2 es un diente unirradicular y su conducto continúa a la cámara, lo que simplificó su localización. Se exploró el conducto radicular con una lima tipo K#15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) con el objetivo de obtener información precisa sobre dirección del conducto, diámetro, presencia de curvaturas, interferencias o constricciones.

Por tratarse de un conducto curvo se realizó el abordaje corono apical del tercio coronario y medio del conducto, lo que facilitó el acceso directo hacia el tercio apical favoreciendo la irrigación y reduciendo el riesgo de extrusión de residuos hacia los tejidos periapicales (Hargreaves y Cohen, 2011). Para realizar un correcto acceso se utilizaron las fresas de Gates Glidden® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Las mismas tienen un tallo largo y su extremo cortante es corto en forma de llama con punta inactiva y un anillo de identificación grabado según el tamaño (Hargreaves y Cohen, 2016). Se montó una Fresa Gates-Glidden #2 en contraángulo. La penetración se limitó a los primeros 2 tercios del conducto, sin alcanzar zonas con curvaturas para evitar el

riesgo de perforación, con un movimiento de entrada-salida rectilíneo, rotando en sentido horario en línea con el eje del diente. Todo esto tiene como objetivo final ampliar el conducto en su porción cervical y media, generando un cono de acceso o embudo que facilitó la inserción recta de las limas al tercio apical disminuyendo el estrés sobre los instrumentos (Walton y Torabinejad, 2009).

Se procedió a la determinación de la longitud de trabajo, con el objetivo de asegurar que los procedimientos endodónticos se realicen dentro de los límites anatómicos del conducto radicular, lo cual es fundamental para el éxito clínico del tratamiento. (Soares y Goldberg, 2015). Para ello se utilizó un localizador electrónico de ápices (LEFA), específicamente el Propex Pixi® (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza). Este dispositivo permite una medición precisa de la longitud de trabajo al detectar el momento en que la lima endodóntica alcanza la constricción apical, punto ideal para finalizar la preparación biomecánica y la obturación. El funcionamiento del LEFA se basa en la conductividad eléctrica del cuerpo humano, mediante un circuito que se cierra al entrar en contacto con los tejidos periapicales. Un extremo del circuito se conecta al instrumento endodóntico (generalmente una lima tipo K), mientras que el otro extremo se conecta al paciente, comúnmente mediante una pinza labial que hace contacto con la mucosa oral (Lopreite y Basilaki, 2015). Este método ha demostrado ser preciso y confiable, incluso en presencia de humedad dentro del conducto, y se ha convertido en una herramienta indispensable en la práctica endodóntica moderna.

Se realizó una radiografía digital periapical (Figura 2) utilizando un radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd., Shanghái, China). Este sistema de imagen digital permite una visualización rápida y precisa de las estructuras dentarias y periapicales, facilitando la verificación de la posición de la lima endodóntica dentro del conducto radicular. Además, al tratarse de un sistema digital, contribuye a una significativa reducción en la dosis de radiación recibida por el paciente, en comparación con los métodos convencionales de radiografía intraoral (Horner *et al.*, 1990). Se determinó que la longitud de trabajo para la pieza 1.2 era de 24 mm. tomando como referencia el borde incisal de la pieza.



Figura 2. Conductometría.

Una vez establecida la longitud de trabajo se procedió con la instrumentación e irrigación dinámica con agitación manual del conducto radicular utilizando un cono de gutapercha

para movilizar el irrigante dentro del sistema de conductos radiculares con el objetivo de mejorar su penetración, circulación y eficacia en la eliminación de restos orgánicos, microorganismos y capa de barrillo y potenciar la acción química del mismo (Huang *et al.*, 2008).

Para la conformación del tope apical de la pieza 1.2 se seleccionó la técnica telescópica, también denominada step-back, preparación escalonada, la cual fue descrita por primera vez por Clem en 1969 y popularizada posteriormente por Weine (Weine *et al.*, 1975). Su propósito es mantener una preparación estrecha en la porción apical mientras se produce un ensanchamiento gradual hacia la región coronal, lo que genera una forma cónica adecuada para facilitar la desinfección y obturación sin comprometer la estructura del ápice, logrando un control anatómico y una limpieza eficiente del conducto, evitando errores como transporte apical o deformaciones. Es un método de conformación apico-coronaria ideal para prevenir errores en conductos curvos.

Esta técnica se basa en el uso de limas lisas flexibles (Flexofile® Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), fabricadas en acero inoxidable, que tienen sección transversal triangular lo que le confiere mayor flexibilidad y una punta de seguridad que facilita la instrumentación manual con menor riesgo de formación de escalones o bloqueos en conductos estrechos. Las mismas se accionaron mediante movimientos de vaivén ($\frac{1}{4}$ de giro en sentido horario, $\frac{1}{4}$ en sentido antihorario y tracción).

Se preparó la porción apical hasta alcanzar la longitud de trabajo (LT) con limas #15, #20 y #25 (instrumento de memoria). Una vez alcanzada la LT con el instrumento #25, se continuó la preparación utilizando instrumentos de calibre progresivamente más grandes, cada uno retirado 1 mm respecto de la LT, generando una forma cónica desde el ápice hacia la corona. Entre cada retroceso se recapituló, es decir, se utilizó nuevamente el instrumento maestro hasta LT para eliminar detritos y evitar bloqueos apicales, acompañado de una irrigación dinámica, lo cual es fundamental para mantener la permeabilidad del conducto (Clem, 1969).

Algunos autores han señalado limitaciones importantes en la técnica escalonada tradicional, particularmente en relación con el calibre del instrumento de memoria. Una lima #25 no siempre logra limpiar completamente la circunferencia del conducto radicular, y alcanzar un sellado apical eficaz con un cono #25 puede resultar difícil en ciertos casos (Clem, 1969). Para superar estas limitaciones, se ha desarrollado una variante modificada de la técnica escalonada, denominada técnica telescópica modificada, que permite ensanchar la preparación apical más allá del instrumento #25, llegando a calibres #30, #35 o #40, de acuerdo con la anatomía del conducto (hasta donde lo permiten la flexibilidad del conducto y la seguridad clínica). Esta modificación ofrece dos ventajas clave: mejorar la limpieza apical, al permitir una mayor acción del irrigante y el acceso para desbridamiento y facilitar una obturación más eficaz, al lograr un espacio apical más amplio, mejorando el ajuste adecuado del cono de gutapercha sin alterar la morfología original del conducto. En este caso clínico, se modificó la técnica original y se estableció como lima memoria el instrumento #35.

Al finalizar la preparación quirúrgica del conducto se irrigó con una solución acuosa de ácido etilendiaminotetraacético al 17% (Farmadental, Buenos Aires, Argentina) para eliminar la capa de barro dentinario. Se realizó una última irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25% (NaOCl) (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) y se activó la solución irrigadora enérgicamente con la misma aguja de irrigación (Irrigación Manual Dinámica) que consiste en introducir y retirar repetidamente una aguja de irrigación (o en algunos protocolos un cono de

gutapercha estéril del mismo tamaño que la última lima utilizada) dentro del conducto radicular, generalmente hasta 1–2 mm por debajo de la longitud de trabajo. Estos movimientos crean un flujo turbulento que ayuda a distribuir el irrigante y mejorar su contacto con las paredes dentinarias y zonas difíciles de instrumentar. Aunque no genera cavitación como la activación ultrasónica, puede mejorar la eficacia del irrigante en comparación con una irrigación estática (Gu *et al.*, 2009). Estudios clínicos han demostrado que la eliminación del contenido pulpar, seguida de una desinfección efectiva mediante irrigación y activación del irrigante, reduce significativamente la carga bacteriana, condición indispensable para el éxito del tratamiento endodóntico a largo plazo (Zehnder 2006).

Se secó el conducto con conos de papel estériles (Meta Biomed, Osong-eup, Corea) hasta la longitud de trabajo para que absorban la humedad residual de la irrigación. La maniobra se repitió hasta que las puntas de papel salían totalmente secas. La evidencia indica que la presencia de humedad o tejido necrótico residual en el interior del conducto compromete el sellado y puede favorecer la reinfección del sistema (Violich y Chandler, 2010).

Una vez limpio y conformado el conducto se procedió a la obturación del mismo. La obturación es entendida como el reemplazo del contenido del sistema de conductos radiculares y el relleno del espacio creado por la preparación quimiomecánica con materiales capaces de sellar tridimensionalmente dicho sistema. Consiste en rellenar un conducto radicular en toda su extensión con un material inerte o antiséptico que selle permanentemente y de manera hermética (o mejor dicho impenetrable) no interfiriendo, y en lo posible estimulando, el proceso de reparación apical y periapical que debe producirse después de un tratamiento endodóntico (Schilder *et al.*, 1974). El objetivo fundamental de la obturación es bloquear el paso de microorganismos y sustancias nutritivas hacia los microorganismos residuales, con el fin de eliminarlos o mantenerlos en un estado de latencia. Una correcta conformación del conducto provee una forma adecuada que facilita la adaptación del material obturador y minimiza el riesgo de extrusión hacia los tejidos perirradiculares (Schilder, 1967).

Los materiales de obturación deben cumplir ciertos requisitos fundamentales, estipulados originalmente por Grossman, los cuales siguen vigentes en endodoncia moderna: facilitar su introducción en el conducto, permitir un sellado apical y lateral efectivo, mantener estabilidad dimensional, ser biocompatibles, impermeables, radiopacos, estériles o esterilizables, bactericidas o bacteriostáticos (como mínimo) y fáciles de retirar en caso de retratamiento. En adición, dichos materiales no deben teñir o colorear la estructura dentaria, deben ser fácilmente manipulables con un tiempo de trabajo adecuado, y requieren versatilidad para adaptarse a formas diversas (Schilder, 1967). Estos aspectos permiten reducir la posibilidad de microfiltración y mejorar la longevidad del tratamiento. El sellado tridimensional, tanto lateral como apical, es esencial para impedir el paso de microorganismos y fluidos. Una vez instalada la obturación, el núcleo (gutapercha) junto al sellador deben formar una barrera hermética en todo el sistema de conductos (Siqueira *et al.*, 2000) La biocompatibilidad y ausencia de toxicidad en tejidos periapicales resultan indispensables: cualquier material residual o sus productos de degradación no deben causar inflamación ni daño tisular. Asimismo, la impermeabilidad frente a fluidos tisulares y la resistencia a la corrosión garantizan la estabilidad del sellado a lo largo del tiempo. La radioopacidad adecuada permite visualizar el material en radiografías, asegurando que el operador detecte posibles vacíos o excesos. Al mismo tiempo, no debe ser tan radiopaco que enmascare defectos o irregularidades en la obturación. Por último, la facilidad de remoción es fundamental en caso de retratamiento: el material debe disolverse en solventes comunes o extraerse mediante técnicas mecánicas sin dañar la dentina o complicar el procedimiento clínico (Grossman, 1988).

Los materiales de obturación se clasifican en: (Grossman, 1988)

1) Elementos preformados sólidos: Conos de gutapercha y alternativas sintéticas.

Gutapercha: La gutapercha es un polímero natural. Se obtiene de la savia de árboles tropicales del género *Palaquium* y *Isonandra* (familia Sapotaceae), originarios del archipiélago malayo e importados luego desde Brasil. Químicamente es el isómero trans del poliisopropeno (trans-1,4-polisopreno) de disposición lineal lo que lo hace un material duro y quebradizo al natural (Soares y Goldberg, 2015).

Es una goma sólida, translúcida, termoplástica (se ablanda al calentarse) e insoluble en agua, características que le confieren impermeabilidad y un excelente manejo en obturaciones radiculares. Se ablanda a 60° aproximadamente (Goodman *et al.*, 1974). Después de la purificación del producto originalmente obtenido del árbol se agregan varias sustancias como el óxido de zinc, el carbonato de calcio, algunos sulfatos, aceite de clavo, catgut pulverizado y otros elementos con el propósito de mejorar las propiedades físicoquímicas, y facilitar su empleo (Prakash *et al.*, 2005). La composición química típica es de aproximadamente 20 % polímero de gutapercha, 60–80 % óxido de zinc, 10–11 % sulfato de bario y alrededor de 3 % de ceras o resinas como plastificantes. Estas proporciones varían entre marcas y afectan propiedades como rigidez, ductilidad, tenacidad y radioopacidad.

La gutapercha existe en dos formas cristalinas:

- Alfa: su fase en estado natural. Al enfriarse sufre contracción en su masa. A diferencia de la beta, la alfa tiene un punto de fusión más bajo y mayor fluidez, siendo utilizada en técnicas termoplásticas actuales
- Beta: es aquella gutapercha que al ser calentada adquiere una estructura amorfa que retoma su estructura cristalina luego de ser enfriada. La fase β es la que se expende en el comercio dental. Se presenta como una masa sólida que puede condensarse, mientras que al calentarla cambia a la fase α con características de un material flexible, pegajoso y con capacidad de fluir bajo una presión.

Tiene capacidad viscoelástica, al ser sometida dentro del conducto a una fuerza de condensación mantenida durante un breve lapso el material se deforma plásticamente. Sometida al calor y presión es compactada por la eliminación de los espacios existentes como consecuencia de su fabricación (Schilder *et al.*, 1974). Otra característica es su solubilidad en cloroformo, eucaliptol, o xilol, propiedad que permite un reblandecimiento químico utilizado tanto para su remoción en casos de retratamiento o para impresionar el conducto y obtener una mejor adaptación (Siraparapu *et al.*, 2024).

Comercialmente puede encontrarse en diferentes presentaciones en función de la técnica de obturación empleada. Sin embargo, la más común es en conos principales y accesorios. Los conos principales son también llamados conos maestros. Estos deben ser estandarizados (ISO/ANSI), es decir, poseer los mismos diámetros y rangos de conicidad que los instrumentos de conformación. Se adaptan a la morfología del conducto previamente instrumentado. Esta coincidencia geométrica entre instrumento y cono permite lograr un mejor ajuste, especialmente en el tercio apical, donde el contacto íntimo con las paredes es crítico para el sellado hermético. Los conos secundarios (también conocidos como auxiliares o accesorios) sirven para rellenar, por medio de la técnica de condensación lateral, los espacios existentes entre el cono principal y las paredes del conducto radicular. No son estandarizados, poseen una forma más cónica con puntas finas que facilita su inserción en los espacios abiertos por la acción de los espaciadores digitales (Ingle y Bakland, 2002).

La gutapercha ha demostrado ser el material de elección para el buen relleno del conducto radicular (Schilder, 1967). Presenta como desventajas la carencia

de rigidez, lo que en conductos estrechos hace difícil su introducción y la falta de adhesividad, por lo que debe ser acompañado de un sellador. Pero resalta otras virtudes: logra buena adaptación a las paredes del conducto, es fácilmente removible de ser necesario, no mancha el diente, tiene radioopacidad adecuada, es estable física y químicamente y moldeable con posibilidad de reblandecimiento o plastificación por medio de calor y disolventes químicos. Por lo expuesto anteriormente la gutapercha es sin dudas el material de obturación más utilizado en la actualidad. Estudios clínicos, radiográficos e histológicos demuestran su alto grado de biocompatibilidad. (Ingle y Bakland 2002)

Los conos sintéticos de resina (ej. Resilon) están fabricados de polímeros como policaprolactona y diseñados para adherirse químicamente al sellador, siendo introducidos como alternativa a la gutapercha tradicional. Sus propiedades antimicrobianas y retratable aún son objeto de estudio (Hargreaves y Cohen, 2011).

2) Materiales en estado plástico:

Se clasifican en:

- Selladores: A base de óxido de zinc eugenol, de resinas, de hidróxido de calcio, de ionómeros vítreos, de óxidos minerales
- Pastas: Antisépticas y Alcalinas.

La obturación del sistema de conductos radiculares se logra a través de la combinación de materiales sólidos y plásticos con el fin de crear un sellado tridimensional que impida la reinfección del conducto y favorezca el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico.

A) SELLADORES. (Lopreite y Basilaki, 2016)

Los cementos selladores son materiales de más de un componente que combinan polvos y líquidos o pastas y líquidos o pastas entre sí, para generar algún tipo de reacción química que les confiere endurecimiento, estabilidad dimensional y resistencia en el tiempo (Ingle y Bakland, 2002).

Debido a la imposibilidad de los materiales rígidos (conos de gutapercha) de ocupar por completo el volumen del conducto, los selladores se emplean para rellenar los espacios entre la pared dentinaria y el núcleo de la obturación (Grossman, 1988). Actúan como medio de unión entre los conos de obturación y las paredes del conducto, rellenando espacios irregulares, conductos accesorios y microespacios que la gutapercha no puede alcanzar por sí sola.

Las características deseables son la adhesión a dentina y a la gutapercha, que tenga buen corrimiento y, al mismo tiempo, una resistencia cohesiva adecuada sin disolución ni contracción posterior a su endurecimiento (Schilder, 1967).

Es necesario conocer las formulaciones básicas de los selladores con el fin de escoger su empleo en diferentes situaciones clínicas sobre la base de las características que le aportan sus componentes, que deben responder a las necesidades de cada caso en particular, ya sea por tiempo de trabajo, endurecimiento, adhesividad, capacidad antiséptica, etc.

Según su composición química se clasifican en:

-Selladores a base de óxido de zinc - eugenol: Son los más antiguos. Se presentan como una fórmula polvo (óxido de zinc) / líquido (eugenol). Se caracterizan por fraguar

mediante una reacción de quelación, formándose eugenolato de zinc luego de su fraguado. Se debe incorporar la mayor cantidad de polvo en la mezcla obtenida para lograr la menor cantidad de eugenol libre, ya que es irritante y citotóxico para los tejidos periapicales. Autores sugieren que estos selladores a base de óxido de zinc y eugenol tienen el potencial de ayudar en el control microbiano dentro del sistema de conductos radiculares (Siqueira, 2000).

En 1925, Rickert propuso el uso de un sellador junto con el cono de gutapercha (Bellizzi y Cruse, 1980). Crea junto con Dixon el primero de los selladores (Rickert y Dixon, 1933) desarrollado por el fabricante Kerr Sybron, EEUU, que es el Pulp Canal Sealer™ en forma polvo/líquido, caracterizado por el contenido de plata debido a sus propiedades antibacterianas y radioopacidad. (Polvo Oxido de Zinc % 34-41,2 Plata (molecular/precipitada) 28-30 Oleorresinas 16-30 Yoduro de Timol 11-1.2,5 Líquido Aceite de Clavos 78-80 Bálsamo de Canadá 20-22). La temperatura y humedad aceleran el tiempo de endurecimiento (corto). Como consecuencia aparece en el mercado el Pulp Canal Sealer EWT™ que tenía un tiempo de trabajo prolongado mejorando a su versión anterior por una modificación del catalizador que realiza la casa comercial (Racciatti, 2003). Evaluando su biocompatibilidad presenta irritación de los tejidos periapicales como los demás selladores que conforman el grupo, induciendo una reacción inflamatoria con buena reparación del mismo (Gomes-filho, 2007). La fórmula inicial de Rickert más tarde fue modificada eliminando las partículas de plata por trióxido de bismuto, debido a la desventaja de tinción de las estructuras dentarias, presentándose como Procosol™ (Procosol Inc., Philadelphia, Estados Unidos) (Racciatti, 2003).

En el año 1958, Grossman modificó la composición e introdujo una nueva formulación que no producía tinción, comercializándose como cemento sellador de Roth (Roth internacional, EEUU). El sellador de Grossman (Grossman, 1958) se compone de una fase líquida (eugenol) y una sólida, polvo (óxido de zinc (42 partes), resina hidrogenada (27 partes) que le brindan plasticidad, subcarbonato de bismuto (15 partes), sulfato de bario (15 partes) y borato de sodio anhidro como retardador (1 parte)). Presenta buenas características fisicoquímicas, buen tiempo de trabajo, escurrimiento y adherencia a las paredes dentinarias con radioopacidad aceptable. Se debe espatular del lado esmerilado de la loseta, con lentitud de modo de incorporar al líquido la cantidad de polvo necesaria a fin de lograr las adecuadas propiedades del material (prueba del hilo 2cm durante 15 segundos). La mezcla es a saturación, es decir a mayor cantidad de polvo menor cantidad de eugenol libre ya que un sellador con alta proporción de eugenol resultará muy irritante y con propiedades fisicoquímicas disminuidas. Posee un tiempo de trabajo prolongado de entre 1 y 3 horas. El tiempo de fraguado final ronda las 72 hs momento hasta el cual conserva su potencial irritante (el tiempo se acorta con la temperatura corporal aproximadamente en 24 horas). Es antibacteriano sobre un amplio espectro de bacterias. Autores sugieren que estos selladores a base de óxido de zinc y eugenol tienen el potencial de ayudar en el control microbiano dentro del sistema de conductos radiculares. (Siqueira *et al.*, 2000)

Dentro de este grupo también se incluye a selladores que incorporaron corticosteroides (acción antiinflamatoria), comercialmente conocido como Endomethasone® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, Francia) cuya fórmula se presentaba en forma polvo/líquido, conteniendo hidrocortisona y dexametasona como constituyentes antiinflamatorios. Tenía buen tiempo de trabajo (3 horas) y un fraguado final de 20 horas. Su desventaja era la presencia de paraformaldehído, que lo determinaba como el más citotóxico e irritante para los tejidos. Poseía alta acción antibacteriana por la acción de trioximetileno que disminuía con el paso del tiempo, pero al ser altamente citotóxico y mutagénico fue eliminado de la industria odontológica hace varios años. Endomethasone N® es la versión sin paraformaldehído de Endomethasone

desarrollada por Septodont. Por el contenido de dexametasona o hidrocortisona, los estudios de biocompatibilidad marcan una diferencia significativa respecto a la menor reacción inflamatoria ocurrida con el uso de este sellador. (Kaplan *et al.*, 2003).

Una presentación más moderna es el Tubliseal® (Kerr-Sybron Endo-USA) que se presenta como pasta-pasta: la pasta base contiene óxido de cinc, sulfato de bario (le da radiopacidad), aceite mineral almidón de maíz y lecitina y el catalizador está constituido por una resina polipeptídica, eugenol y yoduro de timol. Una de sus ventajas es la facilidad de preparación: se presenta en dos pomos colapsables con lo cual es mucho más fácil de dosificar. Se colocan partes iguales de ambas pastas y es una forma de controlar el eugenol residual que pudiera quedar en la mezcla. Se le agregan resinas y aceites que le van a dar mayor plasticidad por lo cual, tiene un corrimiento y buena fluidez, pero un grado de contracción postfraguado alto y la presencia de oleorresinas en su composición lo torna irritante para los tejidos periapicales. Otra desventaja es su rápido fraguado sobre todo en presencia de humedad. El endurecimiento es muy rápido (20 minutos), por lo que surge el Tubli-Seal - EWT™ con un tiempo de trabajo prolongado (Hargreaves y Cohen, 2011).

-Selladores a base de resinas plásticas: Las resinas polivinílicas y epóxicas presentan como características generales: impermeabilidad, buena biocompatibilidad, estabilidad dimensional, ausencia de reabsorción, insensibilidad a la humedad, fácil manipulación y buena relación con las técnicas adhesivas de rehabilitación posteriores al tratamiento.

-AH26® (Dentsply Sirona, Konstanz, Alemania) es una resina epóxica con formaldehído introducida por Schroder en 1954. Consiste de un polvo y pasta (resina) que permite escoger la viscosidad del material. El polvo está constituido por plata (10%), óxido de bismuto (60%) Dióxido de titanio (5%) y hexametilentretamina (25%). El gel es un éter bisfenol diglicidilo. Tiene buenas propiedades físico mecánicas: estabilidad dimensional, adhesividad, baja contracción y solubilidad, eficacia selladora y fluidez brindando así alto índice de corrimiento (por lo que es necesario un buen tope apical para evitar sobreobturaciones) y buena radioopacidad. A medida que este sellador fragua, en un lapso de 24 a 48 horas, se liberan temporalmente residuos de formaldehído que es muy inferior a la liberación a largo plazo de los selladores convencionales que contienen este componente en su composición. Sin embargo, produce un efecto tóxico inicial tanto in vitro como in vivo.

-El AH 26® Silver Free (Dentsply Sirona, Konstanz, Alemania) eliminó el polvo de plata y el óxido de titanio de la fórmula original. Fue retirado del mercado porque al endurecer, como parte de los subproductos que se formaban, aparecía el paraformaldehído.

-Aparece la reformulación de este agente sellador comercializado como AH Plus™ (Dentsply Sirona, Konstanz, Alemania), versión mejorada del tradicional cemento AH 26 (Leonardo *et al.*, 1999). Es una resina epoxi-bis-fenol que se presenta en forma pasta/pasta. En una de las pastas contiene resina epóxica, tungsteno de calcio, óxido de circonio y pigmento. En la otra pasta presenta amina adamantina, N-dibencil-S-oxanonandiamina-1,9, TDC diamina, tungsteneato de calcio, óxido de circonio y aceite de silicona. La proporción para la mezcla es por partes iguales de ambas pastas. Posee buen corrimiento, ofrece mejor biocompatibilidad, mejor radio-opacidad, estabilidad de color y es más fácil de eliminar. Su manipulación también es más fácil y rápida (McMichen *et al.*, 2003). Posee características de sellado aceptables y un tiempo de trabajo de 4 horas, mientras que su tiempo de endurecimiento total es de 8 horas (Hargreaves y Cohen, 2011). El hecho de no liberar paraformaldehído ni poseer eugenol lo convierte en uno de los selladores menos irritante para los tejidos periapicales. (Leonardo *et al.*, 1999).

-En 1990 la compañía Dentsply-Tulsa incorpora su propio agente sellador Thermaseal Plus® basado en un polímero epoxi diseñado para ser utilizado con el sistema Thermafil.

Se presenta pasta/pasta con excelente biocompatibilidad y baja solubilidad. Es fácil de mezclar, tiene buena adhesión y tiempo de trabajo

- El Diaket® (3M Espe, Minneapolis, Estados Unidos) es un buen agente sellador a base de óxido de zinc y diferentes resinas que producen el endurecimiento de la masa. Se presenta en forma polvo/gel. Es una resina polivinílica con tiempo de trabajo reducido ya que luego de unos minutos de su preparación adquiere una consistencia filamentosa que dificulta su manipulación. Es muy sensible a las condiciones ambientales por lo cual el tiempo de endurecimiento varía mucho y, por ende, no nos permite obturar con tranquilidad. El óxido está presente para darle radiopacidad y poder antimicrobiano a la mezcla del agente. Posee capacidad antimicrobiana intensa y prolongada, buena capacidad adhesiva y escasa solubilidad. Presenta escaso corrimiento. En caso de sobreobtusión su reabsorción es muy lenta.

- El Adseal™ (Meta Biomed, Cheongju, Corea del Sur) se compone de una base de resina epóxica, salicilato de etilenglicol y carbonato de bismuto más un catalizador, presentados en una jeringa dual que dosifica ambas fases. Presenta ventajas como biocompatibilidad, fácil manipulación, logra buen sellado, no mancha las estructuras dentarias, es insoluble en los fluidos tisulares y tiene buena radioopacidad.

- Sealer 26® (Dentsply Industria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) es un sellador a base de hidróxido de calcio con la incorporación de resinas. Es una resina epoxi, tiene en el polvo hidróxido de calcio y otros óxidos metálicos. Algunos autores consideran a este sellador a base de resinas (Hargreaves y Cohen, 2011). Se presenta en polvo y resina, lo que dificulta mantener las proporciones al preparar la mezcla. Es bastante difícil de manipular. Es económico. Tiene buena radioopacidad, es biocompatible y tiene largo tiempo de trabajo. Endurece a las 10 horas por lo que la acción del hidróxido es corta.

- Selladores a base de resinas hidrofílicas: El Real Seal de Sybron Endo-USA se trata de un sistema de obturación compuesto por conos de resilon, un imprimador y el agente sellador en una jeringa automezclante. Presentan muy buena unión con la dentina, penetran en los conductillos dentinarios y permiten un efectivo sellado de la obturación. Se debe tener en cuenta de realizar una última irrigación con EDTA para eliminar todo el hipoclorito que haya en el interior del conducto porque este va a interferir en la intimación de la pared de la dentina del conducto radicular. No utilizar peróxido porque va a enlentecer el proceso de endurecimiento del agente sellador. Presentan como desventaja que no pudieron desarrollar técnicas que aseguren el relleno completo de la porción apical con estos selladores, además de que una vez polimerizados se hace muy difícil su remoción en caso de ser necesaria. Tiene la particularidad de que es factible iniciar su polimerización por medio de la activación de catalizadores fotosensibles, empleando lámparas de fotocurado. La polimerización continua por un mecanismo dual con el fin de completarse en la parte más profunda del conducto radicular. Primero, se utiliza el imprimador en la superficie del conducto, el agente sellador y finalmente, los conos de resina. Una vez que terminamos de obturar, se cortan los conos y se hace incidir la luz para producir el endurecimiento. Se debe lograr un monobloque de obturación, a través de la unión química entre todos los elementos. Sin embargo, se observó que a lo largo del tiempo el fracaso de la obturación a partir de este sistema fue casi seis veces mayor que cuando se obturaba con gutapercha y AH plus. Hoy en día, están siendo re evaluados.

-Selladores a base de hidróxido de calcio Aportan una buena capacidad de recuperación de las lesiones apicales y tiene poder osteogénico: los iones calcio al estar en contacto con los tejidos periapicales van a iniciar a futuro un proceso de calcificación en la reparación. Antes del fraguado, la mayoría produce un efecto antibacteriano efectivo basado en el alto Ph al modificar el escenario del conducto radicular haciéndolo inviable para los microorganismos. La liberación de iones OH⁻ es el fundamento de su empleo.

El inconveniente es que, si se quiere aprovechar el hidróxido, este debe salir de la masa de la obturación o no endurecer del todo para cumplir con sus efectos. Esta pérdida de masa por solubilidad aumentaría la filtración de la masa obturadora. Esto es precisamente una de las carencias respecto a los requisitos fundamentales de los agentes selladores (Tagger *et al.*, 1988). Se caracterizan por su escasa radioopacidad.

-El Calcibiotic Root Canal Sealer (Hygenic, Akron, Estados Unidos) se presenta como polvo-líquido. El polvo está constituido por óxido de cinc, resina hidrogenada, sulfato de bario, hidróxido de calcio, y subcarbonato de bismuto. El líquido tiene eugenol y eucaliptol. El polvo y el líquido se mezclan en proporciones iguales hasta obtener una consistencia cremosa. Tiene un tiempo de trabajo corto y uno de fraguado total muy largo y presenta poca absorción de humedad durante este período, por lo que su estabilidad dimensional es buena. Presenta buena adherencia y radioopacidad.

- El Apexit® (Vivadent/Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) posee dentro de su composición Ca (OH)₂, óxido de zinc, estearato de zinc, fosfato tricálcico, colofonia hidrogenada, carbonato de bismuto, diferentes salicilatos. Posee un tiempo de trabajo aceptable. Se ha establecido, por diversas investigaciones, que posee considerable acción irritante (Bezerra *et al.* 1997).

-El Apexit plus® posee menos efecto irritante que el Apexit. Se presenta en jeringas predosificadas automezclantes de base y catalizador para ser premezcladas a través de una aguja especialmente diseñada. Tiene buen corrimiento y es impermeable. Tiene un tiempo de endurecimiento de solo dos horas.

- Sealapex™ (Kerr Sybron, Brea, Estados Unidos). Se presenta en pasta-pasta. Está compuesto por hidróxido de calcio 25%, sulfato de bario 18,6%, óxido de cinc 6,5%, dióxido de titanio 5%, estearato de cinc 1,0%. Es un sellador con tiempo de trabajo y endurecimiento muy prolongado que fragua en el conducto en presencia de humedad. Tiene buena plasticidad y corrimiento, pero su radioopacidad es escasa. Tiene alta solubilidad por lo tanto poca estabilidad. El dióxido de titanio puede irritar crónicamente a los tejidos periapicales.

-Selladores a base de ionómeros vítreos: Se propusieron como alternativa a la obturación endodóntica debido a su capacidad de adhesión química a la dentina. (Friedman *et al.*, 1995). Estudios indican que el sellador de ionómero de vidrio es superior al sellador de Grossman respecto a: tiempo de fraguado, radioopacidad, facilidad para llevarlo al conducto radicular, adaptabilidad y adhesión a la pared dentinaria del conducto radicular (Ray y Seltzer, 1991). Poseen buena estabilidad dimensional, mínima contracción, baja irritación tisular y buena biocompatibilidad. El tiempo de trabajo es 15 minutos. Son ideales para el tratamiento en visita única en el que puede programarse la instalación de postes unirradiculares. Presentan como desventaja su dificultad de remoción en caso de ser necesario el retratamiento y tienen actividad antimicrobiana mínima (Heling y Chandler, 1996). Cuando realizamos la preparación, se trituran los cristales que presenta el polvo en su composición, y al formarse la masa quedan muchos espacios vacíos que son visibles en la masa de obturación. Esos vacíos o burbujas de aire son indeseables para un sellador endodóntico porque deja un lugar que en presencia de filtración de fluidos van a ser el sustrato para microorganismos. Existen dos marcas comerciales:

-KetacEndo (3M Espe, Minneapolis, Estados Unidos). Fue introducido con el objetivo de utilizar un solo cono de obturación, evitando así la condensación lateral y posibilidad de fractura, aunque en la actualidad quedó en desuso. Se presentaba en cápsula predosificada, sin conocer sus proporciones. Esa cápsula se debía vibrar con amalgamador con el fin de realizar la mezcla. Presentaba un pico bien fino que nos permitía llevarlo directamente al interior del conducto. Tenía un tiempo de trabajo corto y alta solubilidad en las primeras horas después del endurecimiento. Otra desventaja

era la posibilidad de formar burbujas dentro de la masa de obturación teniendo en cuenta que no se puede compactar y su elevado costo Su ventaja está en la capacidad de crear enlaces hidrógeno con la estructura dentinaria, esta quelación proporciona una unión química entre el material y la estructura dental. (Hargreaves y Cohen, 2011).

-El Endion® (Voco, Cuxhaven, Alemania) se presenta en forma de polvo-líquido, mezclándose el polvo con agua destilada. Tiene toxicidad severa, ésta se puede deber a la posibilidad de que contenga aditivos especiales como agentes bactericidas que esgrimen un efecto tóxico sobre las células Beltes *et al.*, 1997).

-Selladores a base de siliconas: Los selladores a base de silicona endurecen por la formación de una red tridimensional polimérica producto de una serie de enlaces cruzados entre divinilpolisiloxano y polimetilhidrosiloxano con una sal de platino como catalizador (Komabayashi *et al.*, 2020).

-Lee Endo Fill ® (Lee Pharmaceuticals, EEUU) es densamente radiopaco presentado en forma pasta a la que se adiciona un líquido y proporciona buen tiempo de trabajo. Es de fácil manipulación y puede ser retirado del conducto. Surgen interrogantes respecto a la posible contracción posterior a su polimerización y es necesario que el conducto este muy seco para utilizarlo y que logre penetrar en túbulos dentinarios.

-RSA RoekoSeal Automix® (Roeko, Alemania) es un sellador que se aplica con una jeringa de doble cámara donde los dos componentes se mezclan de forma homogénea sin que se formen burbujas. Tiene una elevada fluidez, es insoluble, biocompatible y estable dimensionalmente, pero tiene poca adhesión. Puede usarse en conductos secos o húmedos, se expande en ligeramente (un 0.2%) al fraguar. Es radiopaco. Tiene un tiempo de trabajo de 15 -30 minutos (Gençoglu *et al.*, 2003).

-GuttaFlow® (Coltène/Whaledent, Langenau, Alemania) es una matriz fluida de gutapercha añadida a RoekoSeal, que se presenta como su versión mejorada. Comercializado en cápsulas para ser inyectado en el conducto posterior a la colocación de un cono principal. Esta técnica tiene capacidad de rellenar efectivamente las irregularidades del conducto y el material es biocompatible.

-Selladores Biocerámicos: Los selladores biocerámicos representan una innovación importante en la endodoncia contemporánea. Se trata de compuestos cerámicos altamente biocompatibles, con una estructura química similar a la hidroxiapatita, principal componente mineral del hueso. Esta similitud les otorga propiedades bioactivas y osteoconductoras, favoreciendo la formación de tejido óseo en la interfaz con el material cuando se colocan en contacto con estructuras periapicales. Algunos estudios señalan una capacidad osteoinductora indirecta, ya que pueden absorber moléculas osteoinductivas presentes en un entorno de curación ósea activa (Espinoza *et al.*, 2020).

En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, los biocerámicos presentan:

- Alta alcalinidad (pH1.2,8), lo que les confiere efecto antibacteriano en las primeras 24 horas.
- Hidrofilia, que facilita su fraguado en presencia de humedad dentinaria.
- Leve expansión dimensional tras el fraguado, contribuyendo a un sellado apical más efectivo.
- Insolubilidad en los fluidos tisulares, lo que asegura su estabilidad en el entorno biológico.
- El fraguado de estos materiales ocurre por precipitación in situ de cristales de hidroxiapatita, fenómeno que no solo garantiza una adaptación íntima a las paredes dentinarias, sino que también contribuye a sellar los túbulos, limitando la filtración y la adhesión bacteriana. Las nanopartículas (2 micrones) presentes en su estructura potencian esta interacción al permitir una mejor penetración en irregularidades de la superficie canalicular.

- Desde el punto de vista clínico, los biocerámicos se presentan en diferentes presentaciones comerciales:

-Polvo/líquido, que requiere mezcla manual y es más sensible a errores de técnica. Ejemplos: Grey y Neo MTA Plus® (NuSmile Avalon Biomed), BioRoot™ RCS (Septodont), Endo CPM® Sealer (EGEO).

-Premezclas monocomponentes en jeringa, activadas por la humedad interna del conducto. Ejemplos: iRoot® SP (Innovative Bioceramix), EndoSequence BC Sealer™ (Brasseler), CeraSeal™ (Meta Biomed), Bio-C® Sealer (Angelus).

Estos materiales no solo se utilizan para la obturación convencional del conducto radicular, sino que también tienen aplicaciones en: obturación retrógrada, reparación de perforaciones, tratamiento de reabsorciones radiculares, pulpotomías, protocolos de regeneración y revascularización. A diferencia de los selladores tradicionales, los biocerámicos no se ven afectados negativamente por la humedad, lo que representa una ventaja significativa en entornos clínicos complejos.

-Selladores a base de óxidos minerales en Endodoncia: En las últimas décadas, los materiales a base de óxidos minerales han cobrado una gran importancia en el campo de la Endodoncia debido a su biocompatibilidad, capacidad de sellado y propiedades osteoconductoras. Uno de los materiales más representativos de esta categoría es el agregado trióxido mineral (MTA, por sus siglas en inglés), desarrollado a mediados de los años noventa a partir de cemento Portland, tradicionalmente utilizado en la industria de la construcción (Torabinejad y White, 1995). El cemento Portland está compuesto por una mezcla de silicato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), silicato dicálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), aluminato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) y sulfato de calcio ($2\text{CaSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$). El MTA conserva esta base, pero incorpora óxido de bismuto como agente radiopaco, permitiendo su visualización en estudios radiográficos. Su fraguado se produce por hidratación dando lugar a la formación de silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio, el cual libera iones de calcio que interactúan con los iones fosfato del medio biológico favoreciendo la formación de hidroxiapatita y facilitando su integración tisular. Tiene múltiples indicaciones clínicas, incluyendo recubrimiento pulpar directo, apexificaciones, sellado de perforaciones y reabsorciones radiculares, y como material de obturación retrógrada en procedimientos quirúrgicos como la apicectomía. Su uso ha sido favorecido por su excelente biocompatibilidad, la capacidad de promover la adhesión y proliferación de fibroblastos, así como su propiedad de expandirse ligeramente durante el fraguado, lo que mejora su adaptación marginal. Mediante procesos específicos de purificación se ha logrado eliminar a presencia de arsénico de su composición, garantizando su seguridad en aplicaciones clínicas. Entre sus desventajas puede provocar tinción dentaria, lo que limita su uso en zonas estéticamente comprometidas.

- ProRoot MTA (Dentsply, Alemania). Es considerado el estándar original. Este material combina hidróxido de calcio con óxidos minerales, ofreciendo buena biocompatibilidad, adecuada plasticidad y una aceptable radiopacidad, lo que lo convierte en una opción confiable para obturaciones endodónticas (Sarkar *et al.*, 2005).

- Biodentine® (Biodentine®, Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) es un biomaterial bioactivo a base de silicato de calcio, utilizado en diversas aplicaciones dentro de la endodoncia y odontología restauradora. Su composición y comportamiento son similares al MTA (Agregado Trióxido Mineral), pero con propiedades físicas y tiempos de trabajo mejorados. No genera reacciones inflamatorias importantes y es bien tolerado por los tejidos periapicales y pulpares (biocompatibilidad excelente), estimula la formación de dentina reparativa y promueve la regeneración tisular (bioactividad), tiene buen sellado marginal ya que reduce la microfiltración gracias a su expansión durante el fraguado y alta resistencia mecánica que mejora con el tiempo, permitiendo su uso incluso en zonas de carga (Laurent *et al.*, 2012). El tiempo de fraguado inicial es

de aproximadamente 12 minutos, mucho más corto que el MTA. Su radiopacidad aceptable (aunque menor que el MTA) permite un adecuado seguimiento radiográfico, no decolora los dientes (a diferencia del MTA) porque no contiene óxidos metálicos que tiñan las estructuras dentarias, puede usarse en múltiples situaciones clínicas, tanto en restauraciones directas como en procedimientos endodónticos (Camilleri, 2014). En estudios in vivo mostró un efecto similar al MTA en recubrimientos pulpaes directos, con una excelente respuesta del tejido pulpar. (Nowicka *et al.*, 2013). Se presenta en un sistema monodosis compuesto por un vial de polvo que contiene trióxido de silicato de calcio, carbonato de calcio, óxido de zirconio y cloruro de calcio y un recipiente de líquido que contiene una solución acuosa con cloruro de calcio como acelerador y un agente reductor de la viscosidad. Para la preparación del material se vierte el contenido del líquido en el vial del polvo y se mezcla en un amalgamador (vibrador de cápsulas) durante 30 segundos hasta obtener una pasta homogénea. Se aplica directamente en el sitio deseado con una espátula o jeringa especial y se debe esperar el fraguado inicial (aprox. 12 minutos) antes de continuar con otras etapas del tratamiento. Indicaciones clínicas: recubrimiento pulpar directo e indirecto, pulpotomías en dientes temporales y permanentes, reparación de perforaciones radiculares, apexificación, sellado retrógrado en cirugías periapicales, base cavitaria o sustituto temporal de dentina.

B) PASTAS Son materiales que se generan por la combinación de polvos y algún vehículo acuoso o viscoso que no presenta reacción de endurecimiento salvo por su compactación mecánica. Sus componentes no reaccionan químicamente por lo que no endurecen se llevan al conducto en estado plástico. El uso exclusivo de pastas no garantiza un sellado duradero, ya que estos materiales son susceptibles a la disolución, al colapso de su estructura y a la filtración coronal o apical. En consecuencia, su aplicación como único medio obturador compromete la integridad del tratamiento, incumpliendo con uno de los principios fundamentales de la obturación que es la estabilidad a largo plazo del material utilizado en el interior del conducto (Grossman, 1988).

Según su composición se dividen en: (determina el uso o función)

- **Antisépticas:** formadas a base yodoformo con distintos agregados. El yodoformo es un antiséptico que se usa en el conducto radicular. El inconveniente que presenta es que tiñe la superficie dentaria y es insoluble en agua (difícil de eliminar). Se debe incorporar un vehículo volátil (como el alcanfor y el mentol) que facilite la difusión de los iones de yodo hacia todas las áreas del conducto radicular, potenciando así la acción antiséptica característica del yodoformo. Estas pastas deben emplearse exclusivamente como medicación intraconducto entre sesiones (Gomes *et al.*, 2009).

- Pasta de Walkhoff: se lleva en un vehículo untuoso formado por la mezcla de clorofenol, mentol y alcanfor. La función del alcanfor y el mentol es darle volatilidad a la mezcla. La pasta, cuando se volatiliza dentro del conducto, arrastra los iones de yodo hacia la zona más apical y quizás hacia la zona de los tejidos periapicales. Su ventaja es que tiene buena acción sobre los microorganismos Gram negativos porque el yodo tiene la capacidad de intervenir sobre los lípidos de su doble membrana.

- Pasta lentamente reabsorbible Maisto: formada por óxido de zinc, yodoformo, clorofenol alcanforado y lanolina anhidra. Los componentes de ambas pastas son muy similares. La diferencia se presenta en el óxido de zinc presente en la pasta de Maisto que le va a dar la lentitud a la reabsorción y va a hacer que el yodoformo no se reabsorba tan rápidamente como en la pasta de Walkhoff. Rellena muy bien el conducto recorriendo los conductos laterales y deltas apicales, pero es tal el corrimiento que si es bien compactada probablemente se sobreobture. Esto es un efecto buscado porque la

pasta va a terminar reabsorbiéndose hasta donde se invagine el tejido periodontal en el CDC o en la desembocadura de los conductos y al reabsorberse va a modular la reparación y va a permitir una mejor reparación. Comercialmente se presenta como una pasta lista para llevar al interior del conducto radicular. La pasta de Maisto tiene como desventaja que no tiene estabilidad en el tiempo, se disgrega y desaparece del conducto por lo que no puede ser considerada un material definitivo. El post operatorio es bastante molesto para el paciente porque cuando la pasta pasa a los tejidos periapicales como contiene clorfenol alcanforado, elemento bastante irritante, va a provocar molestias dentro de las primeras 24hs.

- **Alcalinas:** son a base de Hidróxido de calcio. El hidróxido de calcio tiene acción antibacteriana por su alto pH y estimula la reparación tisular. La acción antimicrobiana facilita la reparación periapical al reducir la inflamación, mejorar la microcirculación y favorecer el reclutamiento celular evitando una reagudización severa posterior al tratamiento, conocida como "reagudización de reparación postendodóntica", caracterizada por signos inflamatorios clásicos (Tronstad, 1988). Se comercializa como un polvo blanco y se prepara utilizando diferentes vehículos: solución fisiológica estéril (o anestesia), metilcelulosa, propilenglicol (mejor corrimiento) o Clorhexidina (para sumar la acción de dos antisépticos). Es fundamental lograr una buena aplicación del material, asegurando su compactación adecuada para que tenga un contacto uniforme con todas las paredes del conducto (Gomes *et al.*, 2001). Tiene una radiopacidad semejante a la dentina. Este compuesto necesita entre 7 y 14 días para difundir a través de los túbulos dentinarios y ejercer su efecto terapéutico ((Sarkar, 2005; Mohammadi y Dummer, 2011). Es una pasta rápidamente reabsorbible.

Durante la limpieza y conformación del conducto radicular el uso de soluciones irrigadoras permite modificar el ambiente endodóntico, eliminando la mayor cantidad posible de microorganismos y sustratos orgánicos que permiten su supervivencia y reproducción. Sin embargo, debido a la complejidad anatómica del sistema de conductos, no siempre es posible lograr una desinfección completa. En estos casos, se indica el uso de una medicación intraconducto —conocida como obturación medicamentosa o intermedia— que permanece en el canal durante un período determinado, permitiendo ejercer una acción antimicrobiana prolongada. Esta debe ir acompañada de un sellado coronario adecuado para evitar la recontaminación. (Siqueira *et al.*, 2008) Se recomienda especialmente realizar obturaciones medicamentosas en casos de patología periapical extensa, donde es útil observar la evolución antes de obturar definitivamente, en caso de piezas incompletamente desarrolladas y cuando no es posible obtener un conducto seco por hemorragia o exudado. La elección de dejar una medicación intraconducto dependerá de cada caso clínico. La medicación intraconducto permite: mejorar la desinfección, controlar exudados que impidan el secado del conducto, mantener las condiciones de limpieza si no es posible obturar en la misma sesión y disminuir el riesgo de reagudización de patologías periapicales asintomáticas.

La obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares es una etapa crítica en el tratamiento endodóntico, ya que permite prevenir la reinfección bacteriana y promover la cicatrización de los tejidos periapicales. El objetivo final es lograr un sellado hermético, estable e impermeable en el tiempo (Schilder, 1967). Para ello, en este caso clínico, se seleccionó como material obturador la gutapercha combinada con un sellador endodóntico a base de óxido de zinc- eugenol según la fórmula de Grossman dada su

biocompatibilidad, buena adaptación a las paredes del conducto, estabilidad dimensional, radiopacidad y posibilidad de ser retirada en caso de retratamiento.

Se realizó la selección del cono de gutapercha principal o maestro #35 (Meta Biomed, Osong-eup, Corea) que coincidió en calibre con la lima memoria, el cual fue desinfectado con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% y secado con gasa estéril para garantizar la asepsia del material antes de su inserción en el sistema de conductos radiculares (Gomes *et al.*, 2005). Posteriormente, se llevó el cono al conducto radicular para verificar su adaptación tridimensional. Se efectuó la prueba táctil de ajuste, observándose una resistencia mecánica leve al retirar el cono, lo que indicó un contacto adecuado entre el cono de gutapercha y las paredes del tercio apical del conducto. Asimismo, se confirmó visualmente la llegada al tope apical mediante la coincidencia con la longitud de trabajo previamente determinada y lo corroboramos con una radiografía digital tomada con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China) (Figura 3). La utilización de RVG en la práctica clínica es atribuida a su rapidez, menor irradiación y mejor calidad de imagen (Madarati, 2020).



Figura 3. Conometría.

Como la pieza 1.2 presentaba un conducto amplio y recto en el tercio coronario y medio, se optó, como técnica de obturación, por la técnica híbrida de Tagger (Tagger *et al.*, 1984). Esta técnica combina los beneficios de la condensación lateral en frío y la termocompactación mecánica aprovechando la termoplasticidad de la gutapercha para lograr un relleno más homogéneo y adaptado a la anatomía del conducto (Withworth, 2005). Si bien la técnica híbrida de Tagger presenta múltiples ventajas como una obturación más densa, mejor adaptación a las irregularidades del conducto y menor riesgo de sobreextensión apical en forma de botón, requiere ciertas precauciones. Entre las posibles complicaciones se incluyen la fractura del compactador (frecuente si se utiliza a baja velocidad o con excesiva presión apical), extrusión del material plastificado, vacíos en el relleno por falta de plastificación completa o el efecto de "hélice" sin penetración del material en el conducto. Por este motivo, se recomienda utilizar esta técnica exclusivamente en conductos rectos o levemente curvos, donde el riesgo de fractura del instrumento es mínimo. La técnica híbrida representa una excelente opción para lograr una obturación eficaz, especialmente en conductos amplios, ovales o con anatomía irregular.

El procedimiento se comenzó con la colocación del agente sellador dentro del conducto, aplicado con un espiral de Lentulo. Luego se introdujo el cono maestro de gutapercha y se agregaron dos conos accesorios, previamente descontaminados en una solución de hipoclorito de sodio, mediante la técnica de condensación lateral en frío con un espaciador digital (Withworth, 2005). A continuación, se utilizó el compactador de McSpadden (Gutta-Condensor®, Dentsply Maillefer, Suiza), instrumento rotatorio que, al girar en sentido horario a máxima velocidad mediante un contraángulo, generó fricción y calentó la gutapercha, provocando su reblandecimiento y posterior compactación hacia el ápice. Este proceso impulsó progresivamente al compactador en sentido coronal, completando la obturación tridimensional (McSpadden 1980). El calibre del compactador debe coincidir con el calibre de la lima memoria utilizada durante la preparación biomecánica y se introdujo 3 mm antes de la longitud de trabajo con un tope de silicona para control de profundidad.

Una vez finalizada la termocompactación, se realizó la sección de los conos con un condensador calentado a rojo cereza y se llevó a cabo una ligera condensación vertical para asegurar el sellado coronal. Los excesos de sellador fueron eliminados con una torunda de algodón embebida en alcohol y se selló la cámara pulpar con un material temporal a base de fosfato de zinc (Prothoplast®, Laboratorios SL S.A., Argentina) hasta la obturación coronaria definitiva.

Se retiró el aislamiento absoluto, se verificó la oclusión con papel de articular y se tomó la radiografía postoperatoria de control (Figura 4) con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd., Shanghái, China). Como la radiografía es una imagen bidimensional de estructuras tridimensionales, en ella se puede evaluar la longitud de trabajo (desde la cavidad de acceso hasta el límite apical) y la compactación en el plano mesiodistal (Ingle y Bakland, 2002).



Figura 4. Radiografía postoperatoria.

En la radiografía post operatoria se pudo apreciar una obturación radicular homogénea de bordes nítidos, con una radiopacidad compatible con ausencia de espacios vacíos. En cuanto a la longitud, se notó una extensión justa de la obturación evidenciándose agente sellador extruido hacia los tejidos periapicales, imagen comúnmente llamada "sealer puff". Los selladores a base de óxido de zinc-eugenol (ZnOE) se reabsorben más rápidamente del periápice en comparación con la gutapercha, que persiste por más tiempo. Con el tiempo, estos selladores desaparecen de los tejidos periapicales sin intervención adicional (Matsumura, 1991). Se observó una buena adaptación y sellado de la obturación provisoria.

Finalmente, se instruyó a la paciente sobre la necesidad de una restauración coronaria definitiva que asegure el éxito del tratamiento a largo plazo y se le dieron las instrucciones post endodónticas.

CONTROLES A DISTANCIA

- **Primer control 5 meses postratamiento.** A los cinco meses de realizado el tratamiento endodóntico, la paciente se presentó clínicamente asintomática, sin signos de inflamación. El examen intraoral reveló la ausencia de fístulas intraorales y transperiodontales. La pieza 1.2 conservaba su rehabilitación provisoria en buen estado.



En la imagen radiográfica tomada con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China) (Figura 5), se observó una obturación radicular homogénea con una adecuada extensión apical. Se evidenciaron restos de cemento sellador extruidos en proceso de reabsorción, alejados de la obturación endodóntica. También se apreció un ligero ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal en la región apical. El hueso circundante presentó trabeculado de características normales, con la cortical ósea conservada. Se le recalcó a la paciente la necesidad de realizar la restauración definitiva.

Figura 5. Control 5 meses.

- **Segundo control 8 meses postratamiento.** A los 8 meses postratamiento, la paciente continuaba asintomática y sin signos clínicos de inflamación. No presentaba dolor a la presión oclusal, fístulas ni movilidad dentaria. Se constató que aún no ha sido realizada la rehabilitación coronaria definitiva, motivo por el cual se reiteró la importancia de completar esta etapa para garantizar el éxito del tratamiento endodóntico a largo plazo (Ray y Trope, 1995).



La imagen radiográfica tomada con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China) (Figura 6) mostró un tejido óseo periapical de densidad y estructura normal, sin signos de radiolucidez ósea ni lesiones periapicales. Se apreció un ligero ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal en la región apical. El cemento sellador extruido continuaba en reabsorción, sin provocar respuesta inflamatoria visible en los tejidos circundantes.

Figura 6. Control 8 meses.

- **Tercer control 1 año postratamiento.** Al cumplirse un año del tratamiento, la paciente se mantenía asintomática, sin signos de inflamación. La pieza 1.2 presentaba una restauración coronaria definitiva en buen estado, con márgenes periféricos sellados y sin filtración. No se observó movilidad.



La radiografía digital (Figura 7) evidenció una adecuada cicatrización ósea periapical, con tejido esponjoso de características normales y cortical ósea íntegra. Los restos de sellador extrusado se encontraban en vías de reabsorción, sin generar alteraciones en los tejidos periapicales. Estos hallazgos son consistentes con la respuesta biológica esperada a materiales biocompatibles como el sellador utilizado (Ørstavik, 2005).

Figura 7. Control al año del tratamiento.

- **Cuarto control 15 meses postratamiento.** En el último control registrado, la paciente se presentó nuevamente sin sintomatología clínica, fístulas ni movilidad dentaria. La rehabilitación coronaria definitiva presentaba márgenes bien adaptados, sin signos de filtración ni fracturas, manteniendo la integridad estructural de la pieza.



La radiografía intraoral (Figura 8) se realizó con un equipo de rayos X de tecnología analógica (Dental San Justo, San Justo, Buenos Aires, Argentina), siguiendo los parámetros convencionales de exposición para uso odontológico. En la misma se observó una obturación endodóntica densa, con límites apicales adecuados. El hueso periapical presentó características normales, con cortical ósea conservada. Los restos de sellador, casi imperceptibles, indicaron una reabsorción casi completa del material en los tejidos periapicales (Wu y Wesselink, 1995).

Figura 10. Control 15 meses.

Podemos concluir que la evolución clínica y radiográfica de la pieza 1.2 a lo largo de 15 meses posteriores al tratamiento endodóntico ha sido favorable, mostrando una respuesta tisular adecuada, ausencia de signos clínicos patológicos y una reabsorción progresiva de los restos de sellador extruidos. Esto confirma la eficacia de la técnica empleada y la biocompatibilidad de los materiales utilizados.

BIBLIOGRAFIA

AAE. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *JOE*, 35 (1.2): 1634, 2009. ISSN: 0099-2399

ABBOTT PV. Diagnosis and management of cracked teeth. *Aust Dent J*, 63(1 Suppl): S63–S77, 2018. ISSN: 0045-0421. e-ISSN: 1834-7819.

ALTUNBAŞ D, KUŞTARCI A y TOYOĞLU M. Effectiveness of a silicon-based root canal sealer for filling of simulated lateral canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(3), e95–e98, 2007. ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X

BALEVI B. Cold pulp testing is the simplest and most accurate of all dental pulp sensibility tests. *Evidence-based dentistry*, 20 (1): 22–23, 2019. ISSN: 1476-5446.

BELLIZZI R, CRUSE WP. A historic review of endodontics, 1689-1963, part 3. *JOE*, 6 (5): 576–580, 1980. ISSN: 0099-2399.

BELTES P, KOULAOUZIDOU E, KOLOKURIS I, KORTSARIS AH. In vitro evaluation of the cytotoxicity of two glass-ionomer root canal sealers. *JOE*, 23 (9): 572-4, 1997. ISSN:0099-2399.

BEZERRA L, LEONARDO M, FACCIOLI L, FIGUEIREDO, F. Inflammatory response to calcium hydroxide based root canal sealers. *JOE*, 23 (2): 86-90, 1997. ISSN: 0099-2399.

CAMILLERI J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *J Dent*, 42(5):532–539, 2014. ISSN: 0300-5712.

CLEM WH. Endodontics: the adolescent patient. *Dent Clin North Am*, 13(2):482–486, 1969. (p-ISSN): 0011-8532 (e-ISSN): 1558-051.2.

COHEN S, HARGREAVES KM. Pathways of the Pulp. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2016. p. 549–573. ISBN: 978-0-323-35823-0.

FRIEDMAN S, LÖST C, ZARRABIAN M, TROPE M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *JOE*, 21 (7): 384–390, 1995. ISSN:0099-2399.

GENÇOĞLU N, TÜRKMEN C, AHISKALI R. A new silicon-based root canal sealer (Roekoseal-Automix). *Journal of oral rehabilitation*, 30 (7): 753–757, 2003. ISSN: 1365-2842.

GEURTSSEN W, LEYHAUSEN G, Y SALZER B. Cytotoxicity of root canal filling materials. *Clinical Oral Investigations*, 1(1): 5-11,1997. ISSN: 1432-6981. ISSN (online): 1436-3771.

GOLDBERG F, GURFINKEL J, Y SPIELBERG C. Microscopic study of standardized gutta-percha points. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 47(3): 275-276, 1979. ISSN 0030-4220.

GOMES-FILHO JE, WATANABE S, BERNABÉ PF, LODI CS, CINTRA LT. Evaluation of the effect of iodoform on the biocompatibility of endodontic materials. *Int Endod J*, 42(9):769–75, 2009. ISSN: 1365-2591.

GOMES BPFA, VIANNA ME, MATSUMOTO CU, ROSSI VDE P, ZAIA AA, FERRAZ CC, SOUZA FILHO FJ. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 100(4):512-517, 2005. ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X

GOMES BPFA, FERRAZ CCR, VIANNA ME, BERBER VB, TEIXEIRA FB, SOUZA-FILHO FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*, 34(6):424–8, 2001. ISSN: 1365-2591.

GOMES-FILHO JE, GOMES BP, ZAIA AA, FERRAZ CR, SOUZA-FILHO FJ. Evaluation of the biocompatibility of root canal sealers using subcutaneous implants. *Journal of Applied Oral Science*, 15(3):186-94, 2007. ISSN: 1678-7765

GOODMAN A, SCHILDER H, Y ALDRICH W. The thermomechanical properties of gutta-percha: II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 37(6): 954-961, 1974. ISSN 0030-4220.

GROSSMAN LI. Endodontic practice. 11th ed. Philadelphia: Lea y Febiger; 1988. p. 255. ISBN: 978081.2110708.

GROSSMAN L. An improved root canal cement. *The Journal of the American Dental Association*, 56 (3): 381-385, 1958. ISSN: 0002-8177.

GU LS, KIM JR, LING J, CHOI KK, PASHLEY DH, TAY FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *JOE*, 35(6):791–804, 2009. ISSN: 0099-2399.

HARGREAVES Kenneth m y COHEN Stephen. Vías de la pulpa. 10° Edición. Barcelona, España: Elsevier Mosby, 2011. 987p. ISBN: 978-84-8086-877-8.

HELING I, Y CHANDLER NP. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *JOE*, 22 (5): 257–259, 1996. ISSN:0099-2399.

HORNER K, SHEARER AC, WALKER A, WILSON NHT. Radiovisiography: initial evaluation. *Br Dent J*, 7;168(7):244–8, 1990. Print ISSN: 0007-0610 (e-ISSN): 1476-537.

HUANG TY, GULABIVALA K, NG YL. A bio-molecular film ex vivo model to evaluate the efficacy of root canal irrigation regimens. *Int Endod J*, 41(7):663–71, 2008. ISSN: 1365-2591

INGLE JI. y BAKLAND LK. Endodoncia. 5° (ed.) México, D.F: Mc GrawHill Interamericana. 2002.736p. ISBN:970-10-4244-1.

KAPLAN AE, ORMAECHEA MF, PICCA M, CANZOBRE MC, UBIOS AM. Rheological properties and biocompatibility of endodontic sealers. *Int Endod J*, 36 (8): 527-32, 2003. ISSN: 1365-2591

KOMABAYASHI T, COMENAR D, CVACH N, BHAT A, PRIMUS C y IMAI J. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dental Materials Journal*, 39(5): 703–720, 2020. ISSN: 1881-1361.

LAURENT P, CAMPS J, ABOUT I. Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Dent Mater*, 28(2):125–135, 2012. ISSN: 0109-5641.

LEONARDO MR, BEZERRA DA SILVA LA, FILHO MT, SANTANA DA SILVA R. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*, 88 (2):221-5, 1999. ISSN: 221.2-4411.

LEONARDO M, SILVA L, ALMEIDA W. Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. *Endodontics and Dental Traumatology*, 15 (1): 28-32, 1999. ISSN: 0109-2502.

LEY N° 26.529. Derechos del paciente en su relación con los profesionales e instituciones de la salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de noviembre de 2009.

LOPREITE GH, BASILAKI JM. Endodoncia: criterios técnicos y terapéuticos. 1a ed. Buenos Aires: Grupo Guía; 2016. p. 216–220. ISBN 978-987-111331-6.

LOPREITE GH y BASILAKI JM. Claves de la endodoncia mecanizada: conceptos, recursos y conductas clínicas. 1° Edición. Buenos Aires, Argentina: Grupo Guía, 2015. 288 p. ISBN: 978- 9871113-26-2

MADARATI AA. Implementation of digital radiography during root canal treatments in Saudi endodontic and general dental practice. *Eur Endod J*, 5(2):86–93, 2020. e-ISSN: 2548-0839.

MATSUMURA Y. Radiographic evaluation of extruded obturation materials. *JOE*, 17(9):444–450, 1991. ISSN: 0099-2399.

MCMICHEN FRS, PEARSON G, RAHBARAN S, y GULABIVALA KA. Comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *Int Endod J*, 36 (9): 629–635, 2003. ISSN: 1365-2591.

MCSPADDEN JT. Thermomechanical compaction of gutta-percha: the McSpadden technique. by JT. McSpadden, published by McSpadden Publishing (in association with L.D. Caulk Company), Tulsa, 1980. 17 pages. ISBN: Not assigned / unavailable

MOHAMMADI Z, DUMMER PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*, 44(8):697–730, 2011. ISSN: 1365-2591.

MULLANEY TP. Técnica step-back para instrumentación de conductos finamente curvos. *Dent Clin North Am*, 23(4):575–85, 1979. (p-ISSN): 0011-8532 (e-ISSN): 1558-051.2

NAIR PN. Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection and host response. *Periodontol 2000*, 13:121-148, 1997. ISSN: 0906-6713

NEKOO FAR MH, GHANDI MM, HAYES SJ, DUMMER PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J*, 39(8):595–609, 2006. ISSN: 1365-2591.

NOWICKA A, LIPSKI M, PARAFINIUK M, SPORNIK-TUTAK K, LICHOTA D, KOSIERKIEWICZ A, KACZMAREK W, BUCZKOWSKA-RADLIŃSKA J. Response of human dental pulp capped with Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate. *Clin Oral Investig*, 17(1):133–139, 2013. ISSN: 1432-6981.

ØRSTAVIK D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics*, 1.2(1):25–38, 2005. ISSN: 1601-1538 e-ISSN: 1601-1546.

PETERS OA, PETERS CI, GÖHRING TN. Endodontic management of the root canal system. In: *Endodontics: Principles and Practice*. 4th ed. St. Louis: Elsevier; 2020. p. 191–220. ISBN-10 (print): 1416038515

PRAKASH R, GOPIKRISHNA V, KANDASWAMY D. Gutta-percha: An untold story. *The journal Endodontology*, 17: 32–36, 2005. ISSN: 0970-721.2. (e-ISSN): 2543-0831.

RACCIATTI, G. Agentes selladores en endodoncia. *Electronic Journal of Endodontics* Rosario [Online], Volumen 1 Número 3. [abril 2003]. ISSN 1666-6143. <http://www.endojournal.com.ar/journal/index.php/ejer/article/view/10>. ISSN 1666-6143.

RAY HA, TROPE M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J*;28(1):1.2–8, 1995. ISSN: 1365-2591.

RAY H, Y SELTZER S. A new glass ionomer root canal sealer. *JOE*, 17 (1.2): 598–603, 1991. ISSN: 0099-2399.

SANZ JL, LÓPEZ-GARCÍA S, RODRÍGUEZ-LOZANO FJ, MELO M, FORNER L, LLENA C. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. *Int Endod J*, 55(12):1772-84, 2022. ISSN: 1365-2591.

SARKAR NK, CAICEDO R, RITWIK P, MOISEYEVA R, KAWASHIMA I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *JOE*, 31(2):97–100, 2005. ISSN: 0099-2399.

SCHILDER H, GOODMAN A, Y ALDRICH, W. The thermomechanical properties of gutta-percha: I. The compressibility of gutta-percha. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 37(6): 946-953, 1974. ISSN 0030-4220.

SCHILDER H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 11(3):723–44, 1967. (p-ISSN): 0011-8532 (e-ISSN): 1558-051.2

SEPTODONT. Biodentine® Scientific File and Product Leaflet. Saint-Maur-des-Fossés, France: Septodont; 2023. Disponible en: <https://www.septodontusa.com>(No aplica ISSN por ser documento técnico del fabricante).

SIQUEIRA JF JR, FAVIERI A, GAHYVA SM, MORAES SR, LIMA KC, LOPES HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *JOE*, 26 (5): 274-7, 2000. ISSN: 0099-2399

SIQUEIRA JF JR, RÔÇAS IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *JOE*, 34(11):1.291–301, 2008. ISSN: 0099-2399.

SIRAPARAPU KR, MOINUDDIN K, BEHERA R, TADURI V, DURGAM H, RAMACHANDRUNI N. A Comparative Evaluation of the Dissolving Abilities of Eucalyptus, Orange, and Castor Oils in Endodontic Retreatment Using Conventional and Rotary Techniques. *Cureus, Journal of Medical Scienc*, 16 (7), 2024. e-ISSN: 2168-8184

SISK AL, GUTTMAN HR. The effects of vasoconstrictors in local anesthetic solutions in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 38(4):580–5, 1974. Print ISSN: 0030-4220(e-ISSN): 221.2-440.

SOARES Ilson José y GOLDBERG Fernando. Endodoncia: técnicas y fundamentos. 3rd ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2015. p. 216–220. ISBN-10: 950-06-04027; ISBN-13: 978-950-06-0402

SPOLETI P y BLOTTA F: Bases Biológicas para la endodoncia 2° edición. [en línea]. Rosario, Argentina: Blotta Francisco y Spoleti Pablo, 2019. [fecha de consulta: 15 de mayo 2024]. Disponible en: <https://bibliotecas.unr.edu.ar/acceso/9789878600109.pdf> ISBN 978-987-86-0010-9.

TAGGER M, TAGGER E y KFIR A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *JOE*, 14 (1.2): 588-591, 1988. ISSN: 0099-2399.

TAGGER M, TAMSE A, KATZ A, KORZEN BH. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *JOE*, 10(7):299–303, 1984. ISSN: 0099-2399.

TORABINEJAD M, WHITE DJ. Tooth filling material and method of use. **US Patent** 5,415,547. 1995.

TORTAMANO IP, SIVIERO M, LEE S, SAMPAIO RM, SIMONE JL, ROCHA RG. Onset and duration period of pulpal anesthesia of articaine and lidocaine in inferior alveolar nerve block. *Braz Dent J*, 24(4):371-374, 2013. ISSN: 0103-6440.

TRONSTAD L. Root resorption-etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol*, 4(6):241–252,1988. (p-ISSN): 1600-4469; (e-ISSN): 1600-9657

VIOLICH DR, CHANDLER NP. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J*.43(1):2–15, 2010. ISSN: 0143-2885; e-ISSN: 1365-2591.

WALTON RE, TORABINEJAD M. Principles and Practice of Endodontics. 4th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2009. p. 210–215. ISBN 1416038515; 978-1416038511

WEINE FS, KELLY RF, LIO PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *JOE*, 1(8):255–262, 1975. ISSN: 0099-2399.

WITHWORTH JM. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endod Topics*, 1.2:2–24,2005. ISSN: 1601-1538 e-ISSN: 1601-1546

WU MK, WESSELINK PR. A primary observation on the dissolution of root canal sealers in vitro. *Int Endod J*, 28(3):177–82, 1995. ISSN: 1365-2591

ZEHNDER M. Root canal irrigants. *JOE*, 32(5):389–98, 2006. ISSN: 0099-2399.

Paciente 5.

Caso Clínico N°6. Pieza dentaria 2.6

Concurrió a la consulta de la clínica de la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario un paciente masculino de 33 años de edad derivado por su odontólogo general para retratar la pieza 2.6.

Se realizó la Historia Clínica General sin encontrarse datos de relevancia que impidan la realización de la terapia endodóntica. En la anamnesis, el paciente refirió haber sido sometido, hace 4 meses, a un tratamiento de conducto en la pieza 2.6. Desde entonces, experimentaba una sensación dolorosa casi constante en dicha pieza, la cual se intensificaba al contacto o durante la masticación, requiriendo el uso de analgésicos y/o antiinflamatorios para su alivio. Al indagar sobre el procedimiento, el paciente señaló que no se empleó aislamiento absoluto, lo cual representa una omisión significativa en los estándares básicos de control de la contaminación bacteriana. El uso del dique de goma es un requisito fundamental en endodoncia, ya que permite un campo operatorio seco y aséptico y su ausencia se asocia con una mayor probabilidad de fracaso del tratamiento por contaminación del sistema de conductos radiculares (AAE 2017; ESE 2006).

Durante el examen extraoral, a la inspección no se observó asimetría facial ni presencia de fístulas. A la palpación, no se identificaron adenopatías regionales. En el examen intraoral el paciente presentaba una higiene oral deficiente con múltiples tratamientos odontológicos previos visibles. Se observó una restauración provisoria extensa en la pieza 2.6 así como la ausencia de su pieza antagonista. Los tejidos blandos adyacentes no presentaban signos clínicos de inflamación, como tumefacción o fístulas intraorales. El sondaje periodontal no evidenció la presencia de fístulas de origen transperiodontal. A la percusión suave sobre la cara oclusal de la pieza 2.6 el paciente presentó una respuesta dolorosa intensa, persistente y no transitoria. Al aplicar presión oclusal se reprodujo la misma sintomatología. El paciente señaló con el dedo el área correspondiente al ápice del primer molar superior izquierdo como el sitio principal de dolor. La pieza 2.6 no presentaba movilidad.

Se realizó una prueba de sensibilidad pulpar mediante estímulo térmico al frío utilizando un spray refrigerante a base de gas butano y propano (Klepp Ice®, Raysan, Buenos Aires, Argentina). Se colocó una torunda de algodón embebida en el producto y se aplicó sobre las caras vestibulares de piezas vecinas y contralaterales para obtener valores de referencia, y posteriormente sobre la pieza 2.6 (Jafarzadeh y Abbott 2010), la cual no

manifestó ningún tipo de respuesta al estímulo. Las piezas contiguas, así como las piezas inferiores, respondieron positivamente, sirviendo como referencia para establecer la normalidad de la respuesta.

Se realizó un examen radiográfico con radiovisiógrafo Handy® HDR500 (Handy, Shanghai, China) (Figura1).



Figura 1. Radiografía preoperatoria.

En la pieza 2.6 se identificó que la obturación en la raíz palatina no alcanzaba el límite apical adecuado. En la raíz distal se evidenció extrusión de gutapercha hacia la región periapical. La raíz mesial presentó una obturación deficiente sin llegar al límite apical. A nivel periapical se observó una imagen radiolúcida difusa de tamaño considerable con rarefacción del trabeculado óseo, principalmente asociada a la raíz mesial. Asimismo, se identificó pérdida de la lámina dura alrededor de ambas raíces. Las raíces mostraron integridad estructural conservada.

Conforme a los datos recabados se arribó a los siguientes **diagnósticos pulpar y periapical para la pieza 2.6: pieza endodónticamente tratada y periodontitis apical sintomática** (AAE 2009).

En cumplimiento con la Ley N.º 26.529 (2009), se informó al paciente sobre su estado de salud e higiene oral, así como el **plan de tratamiento propuesto (retratamiento en la pieza 2.6)**. Se le especificaron los objetivos perseguidos, los beneficios esperados del procedimiento y las desventajas asociadas al tratamiento, incluyendo riesgos, molestias y efectos adversos previsibles. También se detallaron los tratamientos alternativos disponibles junto con sus posibles beneficios y se explicaron las consecuencias de no realizar el tratamiento indicado. Una vez que el paciente otorgó su

consentimiento, se dio inicio al tratamiento previsto, en este caso un Retratamiento endodóntico.

El retratamiento en endodoncia consiste en la eliminación de los materiales de obturación presentes en los conductos radiculares, con el objetivo de modificar o mejorar un tratamiento previo que no tuvo un resultado satisfactorio. Posteriormente, se realiza una nueva limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos (AAE 2020). El abordaje no quirúrgico del retratamiento debe considerarse como la primera opción terapéutica, dado que representa la alternativa más conservadora frente a otros tratamientos más invasivos (Lövhald, 1992). Esta elección debe tener en cuenta múltiples aspectos que pueden influir en la viabilidad y el éxito del procedimiento, tales como: la precisión diagnóstica, la presencia de errores técnicos corregibles en el tratamiento previo, la accesibilidad a los conductos radiculares para su reintervención y la posibilidad de una rehabilitación protésica adecuada del diente (AAE 2020). La decisión de proceder con un retratamiento endodóntico debe fundamentarse en una adecuada identificación de la causa de la patología periapical y en una evaluación cuidadosa del remanente dentario, factores claves para establecer un pronóstico predecible (Friedman y Stabholz, 1986). Asimismo, es fundamental realizar una evaluación integral del caso que contemple no solo el pronóstico del retratamiento, sino también la comparación con tratamientos alternativos, como la cirugía endodóntica, valorando sus posibles beneficios y limitaciones (Friedman y Mor 2004). El profesional tiene la responsabilidad ética y legal de informar al paciente sobre todas las opciones terapéuticas disponibles, sus respectivos pronósticos, riesgos y posibles complicaciones. En última instancia, la decisión de cómo proceder debe tomarse en conjunto con el paciente, considerando su contexto socioeconómico, sus expectativas y su percepción frente a las distintas alternativas (ESE, 2006).

La principal diferencia entre el tratamiento endodóntico primario y el retratamiento no quirúrgico radica en la necesidad de restablecer el acceso completo al tercio apical del conducto radicular previamente tratado. Para lograrlo es indispensable la remoción total de los materiales de obturación existentes (Hargreaves y Cohen, 2011) y una vez alcanzado este objetivo, se procede a la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares respetando los principios biológicos y mecánicos que permitan una nueva obturación tridimensional efectiva (Siqueira y Rôças, 2011). El éxito del retratamiento depende, en gran medida, de la completa eliminación de la infección residual y de la capacidad del clínico para manejar las irregularidades anatómicas o iatrogénicas derivadas del tratamiento previo, tales como escalones, transportaciones u

obstrucciones (Jafarzadeh y Abbott, 2007). Estas complicaciones pueden dificultar significativamente el procedimiento de limpieza y desinfección, así como la posterior obturación del sistema de conductos.

Cuando el retratamiento no quirúrgico se realiza correctamente, las tasas de éxito clínico y radiográfico son elevadas, con porcentajes de curación que oscilan entre el 74% y el 98% (Friedman y Mor, 2004; Torabinejad *et al.*, 2009).

Para iniciar el retratamiento, se procedió a realizar la técnica anestésica del nervio dentario inferior con una solución de Clorhidrato de carticaína al 4% + L-adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte®, Laboratorio Sidus, Buenos Aires, Argentina) con el objetivo de brindarle mayor confort al paciente durante el procedimiento y facilitar las maniobras posteriores de aislamiento absoluto.

El aislamiento del campo operatorio se llevó a cabo utilizando goma dique de 6" × 6" (Sanctuary™, Perak, Malasia), arco de Young y clamp para molar # 201 (Hu-Friedy, Chicago, Estados Unidos). Se realizó el embrocado del campo operatorio embebiendo una torunda de algodón en solución de Hipoclorito de Sodio al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) lo que contribuyó a la reducción inicial de la carga microbiana antes de acceder al sistema de conductos radiculares.

Posteriormente, se continuó con la eliminación completa del material de restauración temporario coronario asegurando su remoción sin comprometer la estructura dentaria remanente y se realizó una irrigación dinámica con Hipoclorito de Sodio al 2,5% con una jeringa descartable de 5 mililitros, aguja de irrigación endodóntica con tope de goma, punta inactiva y salida lateral (Tedequim, Córdoba, Argentina) y se aspiró con microcánulas de endodoncia y suctor de alta potencia.

Se inspeccionó la entrada de los conductos con un explorador endodóntico y se detectó la presencia de un material de obturación con características similares a la gutapercha. Para ampliar el acceso a los conductos y facilitar la remoción del material, se utilizaron fresas Gates-Glidden # 3 y 2 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza).

En procedimientos de retratamiento endodóntico es fundamental remover completamente el material de obturación del conducto radicular. La dificultad relativa para eliminar la gutapercha varía según la técnica de obturación previamente empleada y se ve influenciada por la longitud del conducto, la dimensión de la sección transversal, la curvatura y la configuración interna del mismo. La cantidad de residuos extruidos

apicalmente y la duración del retratamiento se reducen mediante el uso de un disolvente de gutapercha (Çanakçi *et al.*, 2015).

El xilol puede considerarse como el disolvente más eficaz para este propósito (Mushtaq, Hasan y Majeed, 2012). Diversos estudios mostraron que el xilol presentó la mayor capacidad de disolución tanto para la gutapercha como para el Resilon, superando significativamente a disolventes como cloroformo, eucaliptol y aceite de naranja.

Generalmente en la maniobra de desobturación se utiliza una combinación de métodos para así, en conjunto, proporcionar seguridad, eficiencia y la eliminación completa de la gutapercha y el agente sellador de la anatomía interna del sistema de conductos radiculares (Ruddle, 2004).

Se inició la eliminación del material de obturación utilizando la técnica de remoción mecánica de la gutapercha con instrumentos manuales (limas tipo k, flexibles, hedström), utilizando como disolvente al xilol (Farmadental, Buenos Aires, Argentina) con el objetivo de disolver y extraer la gutapercha. Este se introdujo en los tercios coronales de los conductos con una jeringa de irrigación. Posteriormente se utilizaron limas lisas tipo K manuales calibre #10, #15 y #20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) con movimiento de vaivén para lentamente atravesar en profundidad la masa obturatriz y aumentar el área superficial de la misma para mejorar su disolución, hasta lograr la permeabilidad del conducto en toda su extensión. Luego se introdujeron limas hedström (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) de diámetro progresivamente mayor, realizando movimiento de limado contra las paredes del conducto para extraer la gutapercha y el agente sellador adherido, repitiendo la maniobra hasta que las limas salgan totalmente limpias del conducto.

Se realizó una radiografía digital de control (Figura 2) para evaluar el nivel de avance de la desobturación con el fin de evitar la deformación de los conductos. Todas las tomas radiográficas de este caso clínico se realizaron con el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghái, China). Durante el procedimiento, no fue posible captar el fragmento de cono de gutapercha extruido, el cual permaneció alojado en los tejidos periapicales.

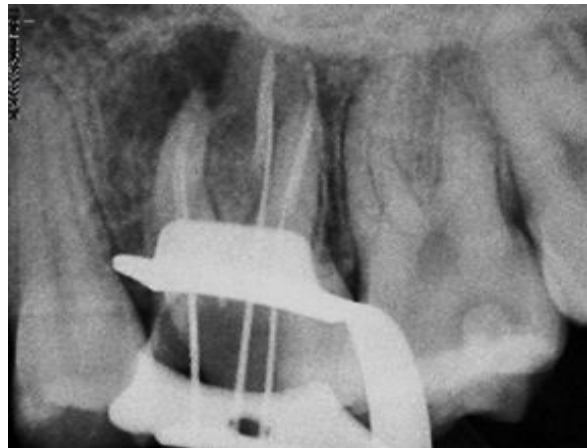


Figura 2. Rx. Control Desobturación.

Una vez desobturados los conductos se exploró el tercio apical de cada conducto con una lima manual flexible (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). A continuación, se estableció la longitud de trabajo con ayuda de un localizador electrónico de ápices Propex Pixi (Dentsply Sirona; Charlotte, EE. UU.), la que fue corroborada mediante radiografía digital (Figura 3), determinando una longitud de trabajo de 23 mm para el conducto palatino y 20 mm para los conductos mesio y distovestibular con referencia oclusal.

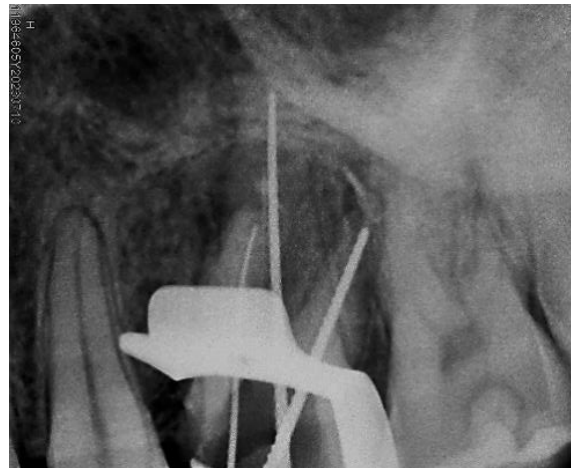


Figura 3. Conductometría.

Para la preparación quirúrgica de los conductos palatino y disto vestibular, al tratarse de conductos rectos y amplios, se utilizó la técnica secuencial con aumento progresivo del calibre de los instrumentos a la longitud de trabajo establecida, utilizando limas lisas tipo

K con movimientos de fuerzas balanceadas de Roane, hasta lograr un adecuado tope apical. Los tercios medio y coronario fueron instrumentados perimetralmente con movimientos de limado (impulsión, lateralidad y tracción).

Para instrumentar el conducto mesiovestibular se usó la técnica escalonada modificada que es una técnica de conformaciónápico-coronaria que se utiliza para la preparación de conductos que presentan algún grado de curvatura. Para ello se utilizan limas lisas flexibles accionadas mediante movimientos de vaivén ($\frac{1}{4}$ de giro en sentido horario, $\frac{1}{4}$ en sentido antihorario y tracción) a longitud de trabajo hasta llegar a un instrumento de calibre #25, que será el instrumento de memoria. A partir de este momento, por cada aumento de calibre en los instrumentos, se retrocede 1 mm de la longitud de trabajo (LT) hasta "salvar" la curvatura del conducto radicular. Es de vital importancia la recapitulación con instrumento #25 a LT entre cada retroceso, para mantener permeable el conducto (Clem 1969). Puede modificarse la técnica aumentando el calibre de la preparación apical hasta un instrumento #30, #35 o #40 según lo permita el caso, siempre acompañados de una irrigación dinámica con hipoclorito de sodio al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) mediante el uso de jeringas descartables y aguja de irrigación endodóntica con tope de goma, punta inactiva y salida lateral (Tedequim, Córdoba, Argentina) y aspirando con microcánulas de endodoncia y suctor de alta potencia. El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) colabora en la desinfección del sistema de conductos eliminando restos orgánicos y bacterias remanentes actuando como un agente antimicrobiano de amplio espectro. Es capaz de disolver tejido orgánico, siendo considerado el irrigante principal en endodoncia (Zehnder, 2006). En los casos de retratamiento donde se presume la presencia de una flora microbiana bien organizada y resistente, la irrigación adquiere aún mayor importancia

En el conducto palatino y distoestibular se instrumentó hasta conformar un tope apical nítido con una lima K de calibre #50 y 40 respectivamente (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), mientras que el mesiovestibular se instrumentó hasta una lima flexible calibre #35 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza).

Al finalizar la instrumentación, los conductos radiculares fueron irrigados con una solución acuosa de EDTA al 17% (ácido etilendiaminotetraacético) (Endo-quim, Tedequim S.R.L, Córdoba, Argentina) con el fin de eliminar la capa de barro dentinario formada durante la preparación biomecánica. La remoción de esta capa permitió una mejor penetración del irrigante en los túbulos dentinarios, mejorando la desinfección y la adhesión de los materiales de obturación, reduciendo la carga microbiana residual

(Torabinejad *et al.*, 2003). Es necesario reintroducir NaOCl en el sistema de conductos para eliminar cualquier quelante residual, penetrar en áreas no instrumentadas y túbulos dentinarios, y actuar sobre la biopelícula restante (Boutsioukis y Arias-Moliz, 2012), por ello se realizó una última irrigación con Hipoclorito de sodio y se secaron los conductos con conos de papel estériles.

Una vez finalizada la limpieza quimio-mecánica del sistema de conductos radiculares, se decidió colocar una medicación intracanal a base de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), en polvo (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). Existe una fuerte asociación entre la infección del espacio del conducto radicular y el desarrollo de periodontitis apical. Los biofilms orales pueden colonizar el conducto radicular principal y la anatomía lateral, incluidas las ramificaciones apicales (Ricucci *et al.*, 2018; Ricucci y Siqueira, 2010). Los microorganismos y sus productos desempeñan un papel etiológico principal en la patología de las pulpas necróticas y lesiones periapicales (Baumgartner y Falkler, 1991; Rietschel y Brade, 1992). La reabsorción ósea resultante de una infección endodóntica es dada por la combinación de una reacción inmune inflamatoria local y una osteoclastogénesis localizada, constituyendo un daño colateral inevitable para que el organismo pueda contener la agresión, el cual será reversible en tanto se elimine la causa (Blotta y Spoletti, 2019). Las endotoxinas presentes en todas las bacterias gramnegativas están compuestas por polisacáridos, lípidos y proteínas, constituyendo una endotoxina específica llamada lipopolisacárido (LPS) que se libera durante la multiplicación o muerte bacteriana. El LPS es altamente tóxico para los tejidos periapicales, y pequeñas concentraciones son suficientes para afectar los tejidos del huésped, desencadenando reacciones inflamatorias y resorción ósea periapical (Westphal, 1975; Barthel *et al.*, 1997; Jacinto *et al.*, 2005; Martinho *et al.*, 2017). El LPS actúa sobre los macrófagos estimulando la síntesis y la liberación de las principales citocinas (mediadores químicos proinflamatorios) activadoras de osteoclastos como el factor de necrosis tumoral (TNF), interleucina 1 (IL-1) e interleucina 8 (IL-8). Puede inducir fiebre, activar el sistema del complemento, inducir el metabolismo del ácido araquidónico y adherirse irreversiblemente a los tejidos mineralizados (Horiba *et al.*, 1992). El LPS bacteriano también estimula la liberación de las células huésped de prostaglandina E2, un eicosanoide que también influye en la reabsorción ósea mediada por osteoclastos (Mattison *et al.*, 1987; Yamasaki *et al.*, 1992). Por ello, el tratamiento endodóntico en dientes con necrosis pulpar y lesiones periapicales no solo debe limitarse a eliminar bacterias sino también células muertas e inactivar la porción lipídica A, la más tóxica del LPS (Martinho *et al.*, 2014; Haapasalo *et al.*, 2000; Farhad y Mohammadi, 2005).

Los enterococos, especialmente *E. faecalis*, es la bacteria grampositiva resistente más común. Tiene la capacidad de sobrevivir en ambientes sin nutrientes y expresa factores de virulencia como el ácido lipoteicoico (LTA) que contribuye la adherencia bacteriana y la formación de biopelículas, esenciales para la resistencia bacteriana a los desinfectantes, antibióticos y moléculas antimicrobianas del huésped (Fabretti *et al.*, 2006; Kayaoglu y Orstavik, 2004) ya que pueden persistir en condiciones de alta alcalinidad debido a su uso eficiente de bombas de protones, lo que dificulta su eliminación en tratamientos convencionales (Evans *et al.*, 2002). Es uno de los principales causantes de fracasos endodónticos y de infecciones crónicas, como la periodontitis apical refractaria (Hancock *et al.*, 2001).

Llamamos medicación intraconducto a la colocación de un fármaco en el interior del conducto radicular entre sesiones para completar el tratamiento endodóntico. Los medicamentos intraconducto no pueden sustituir a la limpieza quimiomecánica del espacio del conducto radicular (Haapasalo *et al.*, 2007; Portenier *et al.*, 2002; Portenier Waltimo *et al.*, 2006). La medicación intraconducto es un auxiliar en la desinfección del sistema de conductos radiculares, sobre todo en lugares inaccesibles a la instrumentación (Soares y Goldberg, 2003). La medicación intraconducto está recomendada cuando el conducto radicular está ampliamente infectado y cuando los intervalos entre citas son largos (Chong y Pitt Ford, 1992).

En la elección de una medicación intraconducto entre sesiones es necesario considerar el mecanismo de acción de la sustancia para su correcta utilización y conocer el tiempo que la sustancia permanece activa (tiempo de vida útil después del cual su efecto se reduce o desaparece) para determinar su tiempo de aplicación.

El uso de medicamentos intraconducto con acción fijadora (Formaldehído, Paraformaldehído, Cresatina, Fenol y derivados, como el fenol- alcanforado, Clorofenolalcanforado) no se recomienda ya que son poco efectivos y tienen un margen de seguridad cuestionable (Block *et al.*, 1980). Los medicamentos intraconducto como el hidróxido de calcio han demostrado ser útiles no solo en la eliminación de microorganismos sino también en la inactivación de sus subproductos tóxicos, lo que contribuye significativamente a la desinfección del sistema de conductos radiculares (Byström *et al.*, 1985; Safavi y Nichols, 1993; Shuping *et al.*, 2000), logrando la resolución de síntomas antes de completar el tratamiento (Chong y Pitt Ford, 1992).

El hidróxido de calcio (Ca (OH)_2) es un medicamento ampliamente utilizado como medicación intraconducto por su efecto bactericida y bacteriostático (De Oliveira *et al.*, 2012; Sousa *et al.*, 2014; Xavier *et al.*, 2013; Haapasalo *et al.*, 2000; Farhad y

Mohammadi, 2005). Dado su solubilidad, libera iones calcio e hidroxilo lentamente generando un ambiente alcalino en la región periapical (Farhad y Mohammadi, 2005; Khan *et al.*, 2008; Siqueira y Lopes, 1999). El pH del hidróxido de calcio es 12.5 y los iones hidroxilo crean radicales libres que destruyen componentes de las membranas celulares bacterianas. Estos radicales libres reaccionan con el ADN bacteriano inhibiendo la replicación del ADN y la actividad celular (Siqueira y Lopes, 1999). Los iones hidroxilo pueden difundirse a través de la dentina logrando un efecto importante en el control de reservorios bacterianos en los túbulos dentinarios (Tronstad *et al.*, 1981).

El hidróxido de calcio neutraliza endotoxinas debido a su acción sobre los enlaces éster de ácidos grasos hidroxilados, lo cual altera significativamente las propiedades biológicas del lipopolisacárido (LPS) (De Oliveira *et al.*, 2012; Sousa *et al.*, 2014; Xavier *et al.*, 2013).

El hidróxido de calcio reduce la actividad inflamatoria del LTA de *E. faecalis* al liberar iones OH⁻ (hidroxilo), creando un entorno alcalino que desacila su fracción glucolípida. Esta desacilación desactiva la capacidad del LTA para estimular macrófagos (Jung *et al.*, 2011). Esto sugiere que el hidróxido de calcio detoxifica el LTA de forma específica al atacar sus cadenas lipídicas, un mecanismo similar al que emplea para inactivar el LPS de bacterias gramnegativas. Con el mecanismo para la inactivación de LTA, el hidróxido de calcio también desintoxica el LPS mediante la hidrólisis de ácidos grasos en la fracción del lípido A (Buck *et al.*, 2001).

A nivel de la respuesta inmunológica inflamatoria periapical, la IL-1 (interleucina1) producida por macrófagos activados y el TNF α (factor de necrosis tumoral alfa), producido por los linfocitos T activados, tiene un papel fundamental en las enfermedades periapicales ya que son responsables de la reabsorción ósea local en la periodontitis apical asintomática. Estos mediadores proinflamatorios se relacionan con la estimulación de la proliferación indirecta de líneas celulares clásicas como ser osteoclastos, cementoclastos y dentinoclastos (Lang *et al.*, 2000; De Sá *et al.*, 2006) y contribuye a la inflamación al inducir la síntesis de IL-17 (McGeachy y Cua, 2008). El TNF- α es un potente mediador inmunológico que participa en respuestas inflamatorias agudas y crónicas y puede aumentar la resorción ósea (Safafi y Rossomando, 1991; Manolagas, 1995). Las quimiocinas son iniciadoras clave de reacciones inflamatorias, un aumento en la expresión de CCL2/MCP-1 se ha asociado con un incremento en el reclutamiento celular hacia los sitios de inflamación (Silva *et al.* 2005; De Rossi *et al.* 2008; Marcal *et al.* 2010). Los análisis de citocinas IL-1 β , IFN- γ , IL-10 y de la quimiocina CCL2/MCP-1 demostraron los beneficios del hidróxido de calcio como medicación

intracanal, ya que impide el aumento de todos los mediadores inflamatorios durante el periodo experimental (Tavares *et al.*, 2012). El hidróxido de calcio puede desnaturalizar IL-1 α , TNF- α y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (Khan *et al.*, 2008). Por tanto, el hidróxido de calcio es eficaz para reducir la inflamación periapical tras la limpieza del conducto radicular.

El organismo activa mecanismos para limitar la inflamación y favorecer la reparación. Los mecanismos inmunosupresores mediados por TGF- β e IL-10 son fundamentales para los procesos de curación y la restricción de la inflamación (Kawashima y Stashenko, 1999; Sasaki *et al.*, 2000; Colic, 2010). El uso de medicación intraconducto que favorezca la resolución inflamatoria, como el hidróxido de calcio, justifica el monitoreo del equilibrio entre citocinas pro y antiinflamatorias durante el tratamiento endodóntico.

El hidróxido de calcio también puede actuar como una barrera física, limitando la proliferación de microorganismos residuales y previniendo la reinfección debido a filtración coronal (Siqueira y Lopes, 1999).

El retratamiento en dos visitas con medicación intraconducto utilizando hidróxido de calcio fue efectivo para reducir el dolor postoperatorio en dientes previamente sintomáticos y disminuyó el número de reagudizaciones en todos los casos de retratamiento (Yoldas *et al.*, 2004).

En conclusión, el uso de hidróxido de calcio es un paso eficaz para eliminar las bacterias que permanecen después de los procedimientos de limpieza y conformación al reducir la carga bacteriana sobre los tejidos periapicales y ocupar el espacio del conducto instrumentado limitando el suministro nutricional de cualquier organismo remanente en el sistema de conductos radiculares, impidiendo su regeneración. Aunque no genera efectos antibacterianos a distancia, es letal para los organismos bacterianos en su proximidad inmediata debido a su liberación de iones hidroxilo (Siqueira *et al.*, 1999). El uso de hidróxido de Calcio se justifica por su acción antiséptica reconocida, resultante de su elevado pH, además de su capacidad de modulación de la respuesta inmunológica inflamatoria periapical en lo que refiere a la reabsorción ósea de etiología bacteriana (Blotta y Spoleti, 2019). Induce la formación de tejido duro y es eficaz para detener los exudados inflamatorios. Además, permite programar cómodamente las citas, dando tiempo suficiente para observar la evolución de la cicatrización tisular (Tavares *et al.*, 2012). Por todo lo expuesto, concluimos que el hidróxido de calcio es actualmente el medicamento intraconducto de elección.

Para lograr el efecto deseado la medicación intraconducto debe mantenerse entre 7 y 15 días (Sjögren *et al.*, 1991).

Los vehículos para administrar la medicación se han clasificado como acuosos, viscosos y oleosos según su consistencia y capacidad para permitir la disociación del hidróxido de calcio (Fava y Saunders, 1999). El vehículo ideal debe permitir una alta disociación y la consecuente liberación de iones hidroxilo, que son responsables de los principales efectos biológicos del hidróxido de calcio. Los acuosos son los más efectivos dado que la acción del hidróxido de calcio depende del pH (Siqueira y Lopes, 1999). En este caso el hidróxido de calcio en polvo se mezcló con un vehículo acuoso estéril (solución anestésica estéril). Se añadió la solución al polvo gradualmente sobre una loseta estéril hasta obtener una consistencia cremosa, lo suficientemente viscosa para ser manejada, pero sin perder fluidez, permitiendo su correcta inserción y adaptación dentro del conducto. La pasta preparada se introdujo en el conducto radicular utilizando un espiral de Lentulo® (Maillefer, Ballaigues, Suiza), que garantizó una distribución uniforme del material a lo largo del conducto. Para mejorar la obturación tridimensional de los conductos y evitar la formación de espacios vacíos se utilizó una lima embolada con la que se realizaron movimientos suaves de compactación vertical, asegurando que la obturación intermedia se distribuya de forma homogénea.

Posteriormente, se realizó una obturación provisoria de la cavidad de acceso con un material temporal a base de cemento de fosfato de zinc (Prothoplast®, Laboratorios SL, San Fernando, Argentina) para evitar la contaminación microbiana entre sesiones. Se retiró el aislamiento absoluto y se revisó la oclusión del paciente para asegurarse de que no existieran contactos prematuros que pudieran comprometer el resultado del tratamiento.

Finalmente, se realizó una radiografía digital con el fin de verificar la correcta extensión y densidad de la pasta en el interior del sistema de conductos (Figura 4). El hidróxido de calcio posee una radioopacidad similar a la dentina, por lo que el adecuado relleno de todo el espacio pulpar se observó sin la radiolucidez propia del mismo, como si se hubiera “borrado” la luz de los conductos.



Figura 4. Obturación intermedia.

Finalizada la primera sesión el paciente es citado a los quince días para continuar con el tratamiento.

El paciente concurrió a los 15 días a la segunda consulta, asintomático. Al examen extraoral, a la inspección no se observó ninguna asimetría ni fístula y a la palpación no se identificaron adenopatías satélites. En el examen intraoral, a la inspección, se observó que la pieza 2.6 presentaba la obturación provisoria anteriormente colocada sin filtraciones marginales y los tejidos adyacentes no presentaron tumefacción, abombamiento de tablas, fluctuación ni fístula.

Se repitieron maniobras de analgesia y aislamiento absoluto del campo operatorio, realizándose luego el embrocado con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) para mantener la cadena de la asepsia. Se retiró la obturación provisoria con fresa redonda a alta velocidad.

La eliminación de la obturación intermedia con pasta a base de hidróxido de calcio se realizó mediante instrumentación manual de las paredes del conducto con limas lisas y flexibles (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) en combinación con abundante irrigación con hipoclorito de sodio al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina), EDTA al 17% (ácido etilendiaminotetraacético)(Endoquim,

Tedequim S.R.L, Córdoba, Argentina) e hipoclorito de sodio como irrigación final, con activación ultrasónica pasiva de ambos irrigantes, asegurándose que las paredes del conducto estuvieran totalmente limpias ya que la persistencia del hidróxido de calcio en el interior del conducto ocasionaría obliteración de los túbulos dentinarios impidiendo el correcto sellado de la obturación definitiva, disminuyendo su calidad y pudiendo disminuir el tiempo de endurecimiento de agentes selladores a base óxido de zinc-eugenol (Hargreaves y Cohen, 2011). Se secaron los conductos con conos de papel estériles (Meta Biomed®, Osong-eup, Corea del Sur) del mismo calibre que los instrumentos de memoria.

El éxito del tratamiento endodóntico depende en gran medida de la completa limpieza, conformación y secado de los conductos antes de la obturación (Schilder, 1974), por lo tanto, el momento adecuado para realizar la obturación del sistema de conductos es cuando estos se encuentran limpios, conformados y secos, lo que garantiza que se ha eliminado la mayor parte de la carga bacteriana y se han respetado los principios de preparación biomecánica.

Se procedió a la selección, descontaminación y prueba de los conos principales mediante métodos clínicos visuales y táctiles que se corroboró realizando una conometría con radiografía digital (Figura 5) con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China).



Figura 5. Conometría.

En este caso clínico se decidió realizar la obturación del sistema de conductos radiculares mediante la técnica de condensación lateral en frío, una de las técnicas más utilizadas y validadas en endodoncia por su simplicidad y capacidad de control (Whitworth, 2005). Esta técnica permite una obturación efectiva en tres dimensiones, siempre que se acompañe de una adecuada conformación (Ingle *et al.*, 2008). Para ello,

se emplearon conos de gutapercha principales y accesorios (Meta Biomed, Osong-eup, Corea del Sur).

Junto con los conos de gutapercha seleccionados se utilizó un agente sellador a base de óxido de zinc y eugenol según la fórmula de Grossman (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina), sellador seleccionado por su acción antiséptica y prolongado tiempo de trabajo. Se decidió comenzar obturando el conducto palatino. Se llevó el agente sellador con espiral de Lentulo® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) a baja velocidad tapizando las paredes del conducto. Se colocó el cono principal hasta que asentó, coincidiendo en longitud con la longitud de trabajo. Se seleccionaron los espaciadores digitales y se procedió a la condensación lateral: se fue generando espacio con los espaciadores, el cual se rellenó con conos accesorios. Posteriormente, se cortaron los conos a la altura de la entrada del conducto con un instrumento Ladmore (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) calentado al rojo cereza, realizando la maniobra una sola vez para evitar el desplazamiento hacia coronal de la masa obturatriz. Se compactó verticalmente la obturación con atacadores manuales. El mismo procedimiento se aplicó en los conductos mesio y distovestibular.

Luego se limpió la cavidad con una torunda de algodón embebida en alcohol, eliminando los excesos de sellador y se realizó la obturación provisoria con cemento de fosfato de zinc Prothoplast® (Laboratorios SL S.A, San Fernando, Argentina). Finalmente, se retiró el aislamiento absoluto, se controló la oclusión y se tomó una radiografía digital postoperatoria (Figura 6ª y 6b) con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghái, China).

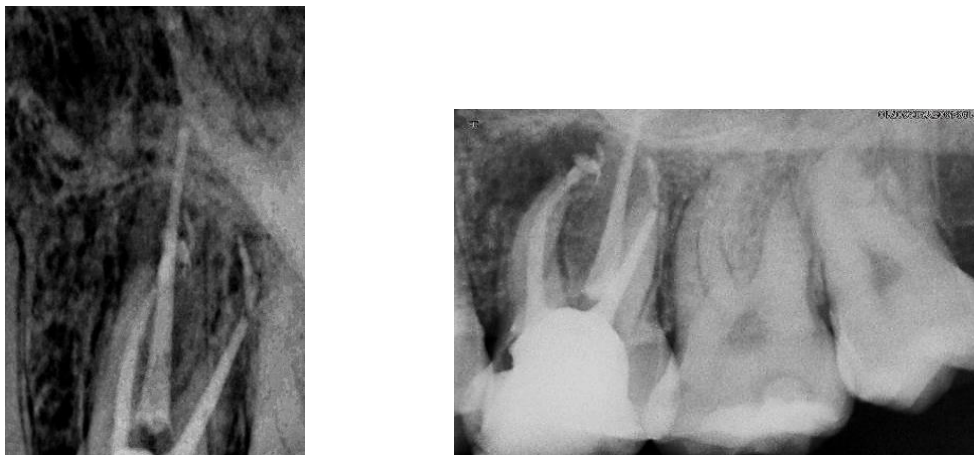


Figura 6ª y 6 b. Radiografías postoperatorias.

En las radiografías se apreció un aceptable grado de homogeneidad del material obturador con notoria radiopacidad y un adecuado límite apical de la obturación en los tres conductos. En el conducto mesiovestibular se puede identificar, además, la extravasación de material de obturación a los tejidos periapicales. En apical del conducto distovestibular se observó el resto de cono de gutapercha extruido que no se pudo arrastrar durante las maniobras de desobturación. Este cono, potencialmente contaminado, persistió en dicha región pudiendo actuar como un cuerpo extraño. Aunque la gutapercha es bien tolerada, su extrusión favorece la inflamación perirradicular generando dolor postoperatorio persistente y dificultando el proceso de cicatrización tisular, retrasando la curación radiográfica (Ng, Mann y Gulabivala, 2008; Goldberg *et al.*, 2020). Se reportó una tasa de éxito clínico de aproximadamente el 89,8 % en casos de obturación sobrellenada, sin que la extrusión fuera un factor determinante de fracaso, siempre que se garantizara una limpieza adecuada, desinfección efectiva y sellado apical y coronal apropiado, lo que sugiere que no es necesario demorar la restauración definitiva ni realizar retratamiento adicional en ausencia de otros errores clínicos tras una evaluación adecuada (Yousuf y Khan, 2015). La obturación provisoria selló adecuadamente evitando la filtración marginal.

Al concluir el tratamiento, se advirtió al paciente sobre posibles dolores/molestias que pudiera experimentar, por lo que se le indicó ibuprofeno 600mg como antiinflamatorio/analgésico cada 8hs durante las siguientes 48hs ya que la extrusión de desechos infectados a los tejidos perirradiculares durante la preparación quimiomecánica es una de las principales causas de dolor posoperatorio (Agrawal *et al.*, 2023).

CONTROLES A DISTANCIA

-Control a los 10 meses del tratamiento: El paciente se presentó asintomático. A la inspección extraoral no se observó asimetría facial ni fístula y a la palpación no se identificaron adenopatías satélites. En el examen intraoral, a la inspección se observó que la pieza 2.6 presentaba la restauración coronaria definitiva correctamente adaptada en todo el margen gingival y los tejidos adyacentes no presentaron tumefacción, abombamiento de tablas, fluctuación ni fístula. Radiográficamente (Figura 7), la pieza presentaba una restauración coronaria con anclaje radicular bien adaptada al margen gingival. Se observó disminución del tamaño de la radiolucidez periapical en la raíz mesiovestibular con disminución de la radioopacidad del sellador extravasado. En el

conducto distovestibular, los restos extruidos del cono de gutapercha estaban en vías de reabsorción. Se observó un tejido óseo circundante sano con la cortical íntegra.

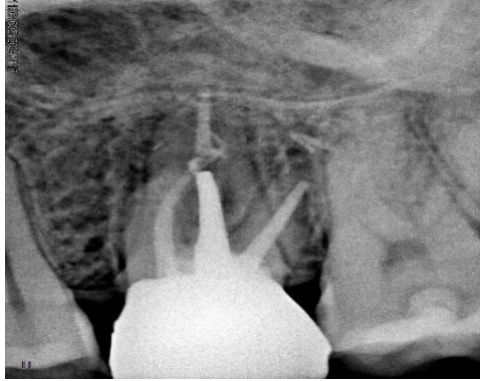


Figura 7. Control 10 meses.

-Control a los 15 meses del tratamiento: Clínicamente el paciente se presentó asintomático, sin inflamación, fístulas intra o extraorales ni movilidad.

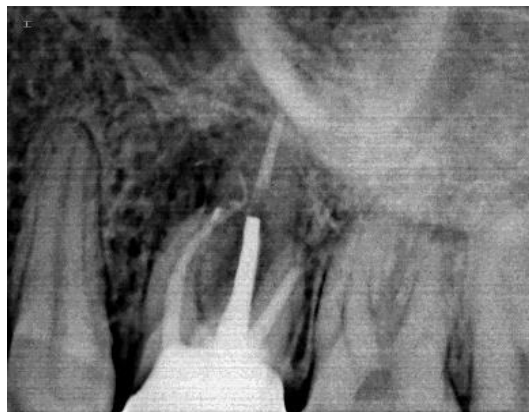


Figura 8. Control 15 meses.

Radiográficamente (Figura 8) se observó una reconstrucción coronaria definitiva con correcta adaptación y un perno colado anclado en la raíz palatina con una adecuada continuidad con la obturación endodóntica. En el ápice de la raíz mesiovestibular se observaron restos de sellador extravasado en proceso de reabsorción. El resto del cono de gutapercha que se extruyó apicalmente en la raíz distovestibular también estaba en vías de reabsorción. El tejido óseo circundante y la cortical tenían características normales.

-Control a los 20 meses del tratamiento: Clínicamente el paciente se presentó asintomático, sin signos ni síntomas de inflamación, la restauración definitiva se mantenía correctamente adaptada. Al sondaje se descartó la presencia de una fístula transperiodontal. Radiográficamente (Figura 9) se observó reabsorción del sellador extravasado en la raíz mesiovestibular y persistencia del fragmento de cono de gutapercha en apical de la raíz distovestibular. Se apreció una mejoría notable de la radiolucidez perirradicular con normalización del trabeculado óseo.



Figura 9: Control 20 meses

A pesar de las dificultades presentadas durante la realización del retratamiento endodóntico, como la presencia persistente de un cono de gutapercha contaminado en el área periapical, fue posible llevar a cabo adecuadamente las maniobras de desinfección, desbridamiento y sellado del conducto. Estas intervenciones permitieron al organismo generar las condiciones biológicas necesarias para la resolución de la periodontitis apical, evidenciando una respuesta favorable al tratamiento. La eliminación efectiva de los microorganismos y la obturación tridimensional del sistema de conductos son fundamentales para el éxito del retratamiento. Cuando se logra un control adecuado de la infección, el tejido periapical tiene una notable capacidad de regeneración (Ng *et al.*, 2011).

En conclusión, se cumplió el objetivo principal del retratamiento: resolver la infección persistente y restablecer la salud periapical, lo cual refuerza la importancia de una adecuada técnica endodóntica y una evaluación minuciosa de los casos con antecedentes de fracaso terapéutico (Torabinejad *et al.*, 2009).

BIBLIOGRAFIA

AAE. American Association of Endodontists Glossary of Endodontics Terms, [en línea] disponible en: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>. Marzo 2020.

AAE. American Association of Endodontists. *Guide to clinical endodontics* (6ª ed.). Chicago, IL: American Association of Endodontists. 2017. **ISBN 978-0-9988129-0-2**.

AAE. American Association of Endodontists. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *JOE*, 35 (12): 1634, 2009. ISSN: 0099-2399.

AGRAWAL A, AGRAWAL N, BISWAS K. Evaluation of the Impact of Different Instrumentation Techniques on the Incidence of Postoperative Pain in Patients Undergoing Root Canal Treatment. *Cureus* 15(7), 2023. ISSN: 2168-8184.

BAIK JE, JANG KS, KANG SS, YUN CH, LEE K, KIM BG., KUM KY, y HAN SH. Calcium hydroxide inactivates lipoteichoic acid from *Enterococcus faecalis* through deacylation of the lipid moiety. *JOE*, 37(2), 191–196, 2011. ISSN: 0099-2399.

BARTHEL CR, LEVIN LG, REISNER H M, y TROPE M. TNF- α release in monocytes after exposure to calcium hydroxide-treated *Escherichia coli* LPS. *Int Endod J*, 30(5), 357–36, 1997. ISSN 0143-2885.

BAUMGARTNER JC, FALKLER WA. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *JOE*, 17:380–383, 1991. ISSN: 0099-2399.

BLOCK RM, LEWIS RD, HIRSCH J, COFFEY J, Y LANGELAND K. Systemic distribution of N2 paste containing ¹⁴C paraformaldehyde following root canal therapy in dogs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 50, 350–360, 1980. ISSN: 0030-4220.

BLOTTA Francisco y SPOLETI Pablo. Bases Inmunológicas para la endodoncia [en línea]. Rosario, Argentina: Blotta, Francisco y Spoleti, Pablo, 2019. Disponible en <https://es.calameo.com/read/004756707e4d434982c6d>. ISBN: 978-987-86-0153-3.

BOUSIUKIS C, ARIAS-MOLIZ MT, CHÁVEZ DE PAZ LE. A critical analysis of research methods and experimental models to study irrigants and irrigation systems. *Int Endod J*, 55(S2):295–329, 2022. ISSN 0143-2885.

BUCK RA, CAI J, ELEAZER PD, STAAT RH, SCHEETZ JP. Detoxification of endotoxin by endodontic irrigants and calcium hydroxide. *JOE*, 27(5):325–7, 2001. ISSN 0099-2399.

BYSTRÖM A, CLAEISSON R, y SUNDQVIST G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endodontics y Dental Traumatology*, 1(5), 170–175, 1985. ISSN: 1600-9657.

CHONG BS y PITT FORD TR. The role of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endod J*, 25: 97–106, 1992. ISSN: 0143-2885.

COLIĆ, M., GAZIVODA, D., VASILJIĆ, S., VUCEVIĆ, D., y LUKIĆ, A. Production of IL-10 and IL-12 by antigen-presenting cells in periapical lesions. *Journal of Oral Pathology y Medicine*, 39(9), 690–696, 2010. ISSN impreso (Print): 0904-2512 ISSN electrónico (Online): 1600-0714.

DE OLIVEIRA LD, CARVALHO CA, CARVALHO AS, DE SOUZA ALVES J, CARNEIRO VALERA M y CARDOSO JORGE AO. Efficacy of endodontic treatment for endotoxin reduction in primarily infected root canals and evaluation of cytotoxic effects. *JOE*, 38:1053–1057, 2012. ISSN: 0099-2399.

DE OLIVEIRA LD, CARVALHO CA, CARVALHO AS, ALVES J DE S, VALERA, MC, JORGE AOC. Efficacy of endodontic treatment for endotoxin reduction in primarily infected root canals and evaluation of cytotoxic effects. *JOE*, 38: 1053-1057, 2012. ISSN: 0099-2399.

DE ROSSI A, ROCHA LB, ROSSI MA. Interferon-gamma, interleukin-10, intercelular adhesion molecule-1, and chemokine receptor 5, but not interleukin-4, attenuate the development of periapical lesions. *JOE*, 34:31–8, 2008. ISSN: 0099-2399.

DE SÁ AR., PIMENTA FJ, DUTRA, WO, GOMEZ RS. Immunolocalization of interleukin-4, interleukin-6, and lymphotoxin α in dental granulomas. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102(4): 539–546, 2006. ISSN impreso: 1079-2104; ISSN electrónico: 1528-395X.

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: Consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*, 39(12), 921–930, 2006. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

EVANS M, DAVIES JK, SUNDQVIST G, FIGDOR. D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J*, 35:221–8, 2002. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

FABRETTI F, THEILACKER C, BALDASSARRI L, KACZYNSKI Z, KROPEC A, HOLST O, y HUEBNER J. Alanine esters of *enterococcal* lipoteichoic acid play a role in biofilm formation and resistance to antimicrobial peptides. *Infection and Immunity*, 74(7): 4164–4171, 2006. ISSN: 0019-9567.

FARHAD A, MOHAMMADI Z. Calcium hydroxide: a review. *Int Endod J*, 55:293–301, 2005. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

FAVA LR y SAUNDERS WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J*, 32: 257–282, 1999. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

FONSECA TAVARES WL, NEVES de BRITO LC, FEITOSA HENRIQUES LC, FONSECA TELES FR, PALMIER TELES R, QUÉRCIA VIEIRA L, RIBEIRO SOBRINHO AP. Effects of calcium hydroxide on cytokine expression in endodontic infections. *JOE*, 38(8): 1368-1371, 2012. ISSN: 0099-2399.

FRIEDMAN, S, y MOR C. The success of endodontic therapy—healing and functionality. *Journal of the California Dental Association*, 32(6), 493–503, 2004. ISSN: 1043-2256.

FRIEDMAN S. y STABHOLZ A. Endodontic retreatment—Case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *JOE*, 12(1), 28–33, 1986. ISSN:0099-2399.

GOLDBERG F, CANTARINI C, ALFIE D, MACCHI R L, y ARIAS A. Relationship between unintentional canal overfilling and the long-term outcome of primary root canal treatments and nonsurgical retreatments: a retrospective radiographic assessment. *Int Endod J*, 53(1), 19–26, 2020. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

HAAPASALO M, QIAN W, PORTENIER I y WALTIMO T. Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *JOE*, 33: 917-925, 2007. ISSN:0099-2399.

HAAPASALO HK, SIREN EK, WALTIMO TM, ØRSTAVIK D, HAAPASALO MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J*, 33:126–31, 2000. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

HANCOCK HH III, SIGURDSSON A, TROPE M, MOISEIWITSCH J. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 91:579–86, 2001. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

HARGREAVES Kenneth M y COHEN Stephen. Vías de la pulpa. 10° Edición. Barcelona, España: Elsevier Mosby, 2011. 987p. ISBN: 978-84-8086-877-8.

HORIBA N, MAEKAWA Y, YAMAUCHI Y, ITO M, MATSUMOTO T Y NAKAMURA H. Complement activation by LPS purified from gramnegative bacteria isolated from infected root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 74:648–51, 1992. ISSN: 1079-2104.

HORIBA N, MAEKAWA Y, ABE Y, ITO M, MATSUMOTO T, NAKAMURA H, OZEI M. Cytotoxicity against various cell lines of lipopolysaccharides purified from bacteroides, fusobacterium, and veillonella isolated from infected root canals. *JOE*, 15:530–4, 1982. ISSN: 0099-2399.

INGLE JI, BAKLAND LK, y BAUMGARTNER JC. Ingle's Endodontics.6th ed., Hamilton, Ontario: BC Decker Inc .2008. p. 1–1550. ISBN: 978-1-55009-333-9.

JACINTO RC, GOMES BP, SHAH HN, FERRAZ CC, ZAIA AA, SOUZA-FILHO FJ. Quantification of endotoxins in necrotic root canals from symptomatic and asymptomatic teeth. *J Med Microbiol*, 54:777–83, 2005. ISSN (impreso): 0022-2615 E-ISSN (electrónico): 1473-5644.

JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J*, 43(9):738–62, 2010. ISSN: 1365-2591.

JAFARZADEH H, y ABBOTT PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *JOE*, 33(10), 1155–1162, 2007. ISSN: 0099-2399.

KAWASHIMA N, STASHENKO P. Expression of bone-resorptive and regulatory cytokines in murine periapical inflammation. *Arch Oral Biol*; 44:55–66, 1999. ISSN (impreso): 0003-9969 E-ISSN (electrónico): 1879-1506.

KAYAOGU G, ORSTAVIK D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15:308–20, 2004. ISSN (impreso): 1045-4411 E-ISSN (electrónico): 1544-1113.

LANG NP, TONETTI MS, SUTER J, SORRELL J, DUFF GW, KORNMAN KS. Effect of interleukin-1 gene polymorphisms on gingival inflammation assessed by bleeding on probing in a periodontal maintenance population. *J Periodontal Res*, 35:102–7, 2000. ISSN (impreso): 0022-3484 E-ISSN (electrónico): 1600-0765.

LEY N° 26.529. Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de noviembre de 2009.

LÖVHDAL U. Indications and contraindications in endodontic therapy. *Endodontics y Dental Traumatology*, 8(2), 57–61, 1992. ISSN: 0109-2502 E-ISSN: 1600-0595.

MANOLAGAS SC. Role of cytokines in bone resorption. *Bone Journal*, 17:63–7, 1995. **ISSN impreso: 8756-3282 e-ISSN** (versión electrónica): **1873-2763**.

MARTINHO FC, DE RABELLO DG, FERREIRA LL, NASCIMENTO GG. Participation of endotoxin in root canal infections: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Dent*, 11:398–406, 2017. ISSN: 1305-7456. ISSN (electrónico): 1305-7464.

MARTINHO FC, LEITE FR, NASCIMENTO GG, CIRELLI JA, GOMES BP. Clinical investigation of bacterial species and endotoxin in endodontic infection and evaluation of root canal content activity against macrophages by cytokine production. *Clin Oral Invest*, 18:2095–2102, 2014. ISSN (impreso): 1432-6981. ISSN (electrónico): 1436-3771.

MATTISON GD, HADDIX JE, KEHOE JC, PROGULSKE-FOX A. The effect of *Eikenella corrodens* endotoxin on periapical bone. *JOE*, 13:559–65, 1987. ISSN: 0099-2399.

MCGEACHY MJ, CUA DJ. T17 cell differentiation: the long and winding road. *Immunity*, 4:445–53, 2008. ISSN (impreso): 1074-7613. ISSN (electrónico): 1097-4180.

MUSHTAQ M, HASAN M, y MAJEED A. A comparative evaluation of dissolution efficacy of different organic solvents on three different root canal obturating materials – An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 246–249, 2012. ISSN: 0972-0707. ISSN (electrónico): 0974-5203.

NG YL, MANN V, y GULABIVALA KA. Prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J*, 44(7): 610–625, 2011. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

NG YL, MANN V, RAHBARAN S, LEWSEY J, y GULABIVALA K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature–Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J*, 41(1), 6–31, 2008. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

PORTENIER I, WALTIMO T, ØRSTAVIK D. y HAAPASALO M. Killing of *Enterococcus faecalis* by MTAD and chlorhexidine digluconate with or without cetrimide in the presence or absence of dentine powder or BSA. *JOE*, 32,138–141, 2006. ISSN: 0099-2399.

PORTENIER I, HAAPASALO H, ØRSTAVIK D, YAMAUCHI M y HAAPASALO M. Inactivation of the antibacterial activity of iodine potassium iodide and chlorhexidine digluconate against *Enterococcus faecalis* by dentin, dentin matrix, type-I collagen, and heat-killed microbial whole cells. *JOE*, 28, 634–637, 2002. ISSN: 0099-2399.

RICUCCI D, LOPES WSP, LOGHIN S, ROCAS IN y SIQUEIRA JF JR. Large bacterial floc causing an independent extraradicular infection and posttreatment apical periodontitis: a case report. *JOE*, 44(8): 1308–1316, 2018. ISSN: 0099-2399.

RICUCCI D y SIQUEIRA JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *JOE*, 36: 1277–1288, 2010. ISSN: 0099-2399.

RICUCCI D y SIQUEIRA JF. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *JOE*, 36: 1–15, 2010a. ISSN:0099-2399.

RIETSCHER ET, BRADE H. Bacterial endotoxins. *Sci Am*, 267:26–33, 1992. ISSN (impreso): 0036-8733 ISSN (electrónico):1946-708.

RUDDLE CJ. Cleaning and shaping root canal systems. *Endodontic Topics*, 7(1), 30–57, 2004. ISSN en línea (Online): 1601-1546.

SAFAVI KE, y NICHOLS FC. Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment. *JOE*, 19(2): 55–58, 1993. ISSN: 0099-2399.

SAFAVI KE, NICHOLS FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *JOE*, 19:76–8, 1993. ISSN: 0099-2399.

SAFAVI KE, ROSSOMANDO ER. Tumor necrosis factor identified in periapical tissue exudates of teeth with apical periodontitis. *JOE*,17:12–4, 1991. ISSN: 0099-2399.

SASAKI H, HOU L, BELANI A, WANG CY, UCHIYAMA T, MÜLLER R, STASHENKO. IL-10, but not IL-4, suppresses infection-stimulated bone resorption in vivo. *J Immunol*. 165:3626–30, 2000. ISSN (impreso): 0022-1767 ISSN (electrónico): 1550-6606.

SCHILDER H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*, 18(2), 269–296, 1974. ISSN: 0011-8532-ISSN: 1558-0512.

SHUPING GB, ØRSTAVIK D, SIGURDSSON A y TROPE M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *JOE*, 26(12), 751–755, 2000. ISSN: 0099-2399.

SILVA TA, GARLET GP, LARA VS, MARTINS JR W, SILVA JS, CUNHA FQ. Differential expression of chemokines and chemokine receptors in inflammatory periapical diseases. *Oral Microbiol Immunol*, 20:310–6. 2, 2005. ISSN (impreso): 1399-302X ISSN (electrónico): 1399-302X.

SIQUEIRA JF, y RÔÇAS IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *JOE*, 34(11):1291–1301, 2008. ISSN: 0099-2399.

SIQUEIRA JUNIOR JF, LOPES HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, 32: 361–369, 1999. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

SJÖGREN U, FIGDOR D, SPANGBERG L y SUNDQVIST G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J*, 24, 119–125, 1991. ISSN impreso (print): 0143-2885. ISSN en línea (online): 1365-2591.

SOARES IJ, GOLDBERG F. Endodoncia: técnica y fundamentos. 3ra ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2002. ISBN: 978-950-06-2564-6.

SOUSA EL, MARTINHO FC, NASCIMENTO GG, LEITE FRM, GOMES BPFA. Quantification of endotoxins in infected root canals and acute apical abscess exudates: monitoring the effectiveness of root canal procedures in the reduction of endotoxins. *JOE*, 40:177–81, 2014. ISSN :0099-2399.

TORABINEJAD M, CORR R, HANDYSIDES R, y SHABAHANG S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *JOE*, 35(7), 930–937, 2009. ISSN: 0099-2399.

TORABINEJAD M, HANDYSIDES R, KHADEMI AA, y BAKLAND LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 96(6): 658–666, 2003. ISSN: 1079-2104.

TRONSTAD L, ANDREASEN JO, HASSELGREN G, KRISTERSON L y RIIS I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *JOE*, 7: 17–21, 1981. ISSN impreso (print): 0099-2399 ISSN en línea (online): 1878-3554.

WESTPHAL O. Bacterial endotoxins. *Int Arch Allergy Appl Immunol*, 49:143, 1975. ISSN impreso (print): 1018-2438 ISSN electrónico (online): 1423-0097.

WHITWORTH J. Methods of filling root canals: Principles and practices. *Endodontic Topics*, 12(1): 2–24, 2005. ISSN en línea: 1601-1546.

XAVIER AC, MARTINHO FC, CHUNG A, OLIVEIRA LD, JORGE AOC, VALERA MC Y CARVALHO CAT. One-visit versus two-visit root canal treatment: effectiveness in the removal of endotoxins and cultivable bacteria. *JOE*, 39:959–64, 2013. ISSN: 0099-2399.

YAMASAKI M, NAKANE A, KUMAZAWA M, HASHIOKA K, HORIBA N Y NAKAMURA H. Endotoxin and gram-negative bacteria in the rat periapical lesions. *JOE*, 18:501–4, 1992. ISSN: 0099-2399.

YOLDAS O, TOPUZ A, ISÇI AS y OZTUNC H. Postoperative pain after endodontic retreatment: single- versus two-visit treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98: 483–487, 2004. ISSN: 1079-2104.

YOUSUF W, y KHAN M, SHEIKH A. Success rate of overfilled root canal treatment. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 27(4): 780–783, 2015. ISSN **impreso: 1025-9589**.

ZEHNDER M. Root canal irrigants. *JOE*, 32(5): 389–398, 2006. ISSN: 0099-2399.

Paciente 6.

Caso Clínico N°7. Pieza dentaria 4.7

Paciente masculino de 25 años se presentó a la consulta de la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario derivado y medicado con amoxicilina 875 mg con ácido clavulánico y diclofenac 75 mg por el Servicio de Guardia de la misma institución, donde había acudido 48 horas antes por presentar “la cara hinchada y dolor intenso”.

Durante la anamnesis, no se reportaron antecedentes médicos relevantes que impidan la realización del tratamiento endodóntico.

En la historia odontológica, el paciente relató que había comenzado con dolor dental algunos días antes, el cual se intensificó progresivamente hasta generar tumefacción facial. Al momento de la consulta, continuaba experimentando dolor severo.

En la inspección extraoral se observó asimetría facial del lado derecho, con borramiento del ángulo mandibular. No se palparon adenopatías regionales ni se evidenció la presencia de fístulas extraorales.

Durante el examen clínico intraoral se constató una higiene oral deficiente, con múltiples piezas con cavidad de caries. La pieza 4.7 presentaba una caries extensa con gran destrucción coronaria. Se evidenció abombamiento de la tabla ósea vestibular correspondiente, sin presencia de fístulas intraorales ni zonas fluctuantes. El sondaje periodontal no reveló la existencia de trayectos fistulosos. A la percusión con instrumento romo sobre la superficie oclusal, el paciente refirió dolor agudo localizado en la pieza 4.7, la cual presentaba movilidad grado 1.

Se realizó la prueba de sensibilidad pulpar al frío utilizando una torunda de algodón embebida con spray de enfriamiento a base de gas propano y butano (Klepp Ice®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina), aplicada sobre las caras vestibulares de las piezas dentarias. En primer lugar, se aplicó el estímulo en piezas vecinas y contralaterales, a fin de establecer valores de referencia. Posteriormente, se aplicó en la pieza 47, que respondió negativamente al estímulo térmico. Las pruebas de sensibilidad pulpar brindan información clínica valiosa para establecer un diagnóstico pulpar preciso (Alghaithy y Qualtrough, 2008). El uso de aerosoles refrigerantes

constituye uno de los métodos más utilizados para evaluar la respuesta sensorial del tejido pulpar (Ingle *et al.*, 2008).

Se realizó una radiografía analógica con un equipo de Rayos X Dental San Justo (DENTAL SAN JUSTO S.A, Villa Luzuriaga, Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Figura 1). En la imagen se observó, en la corona de la pieza dentaria 47, una imagen radiolúcida compatible con una lesión de caries, así como una cámara pulpar amplia. La pieza presentaba una sola raíz con integridad radicular conservada, que contenía dos conductos radiculares muy amplios, con una ligera curvatura hacia distal. Al evaluar los tejidos perirradiculares se observó destrucción de las crestas óseas alveolares y ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. Además, se constató que la pieza dentaria N°4.8 se encontraba impactada sobre la pieza N°4.7.



Figura 1. Radiografía preoperatoria.

Basados en la información recopilada anteriormente y de acuerdo con las categorías pulpares y periapicales propuestas por el consenso de la Asociación Americana de Endodoncistas (AAE, 2009) se arribó al siguiente **diagnóstico pulpar y periapical para la pieza dentaria 4.7: necrosis pulpar y absceso apical agudo** respectivamente

El absceso apical agudo es una condición infecciosa caracterizada por una inflamación severa de los tejidos periapicales, consecuencia de una necrosis pulpar no tratada. El paciente puede presentar todos los signos de la inflamación: dolor (punzante y espontáneo), rubor, calor y tumor (tumefacción de tejidos blandos) (Cohen y Hargreaves, 2014). En ocasiones, se puede observar movilidad dentaria, sensibilidad a la percusión, así como síntomas sistémicos tales como fiebre, decaimiento general y adenopatías regionales (Cohen y Hargreaves, 2011). Los signos clínicos son

habitualmente patognomónicos y, en muchos casos, permiten establecer un diagnóstico confiable sin necesidad de estudios complementarios extensos. Es fundamental identificar la pieza causante, que suele presentar una cavidad de caries extensa, fractura coronaria que expone la pulpa, una obturación defectuosa o filtrada o, en algunos casos, un diente intacto con cambio de coloración (Nair, 2004). En la evaluación radiográfica puede observarse un ensanchamiento del espacio periodontal o una radiolucidez periapical incipiente, aunque en fases muy tempranas estos signos pueden estar ausentes debido al poco tiempo de evolución (Ricucci *et al.*, 2014). La falta de evidencia radiográfica no excluye el diagnóstico si los signos clínicos son concluyentes. El tratamiento debe abordar dos aspectos fundamentales: aliviar los síntomas (mediante el drenaje del exudado purulento a través del conducto radicular, incisión y drenaje si hay fluctuación, o ambos) y eliminar la causa del proceso infeccioso, lo cual se logra mediante el tratamiento endodóntico del diente comprometido (Cohen y Hargreaves, 2011).

Conforme con la Ley N° 26529 (2009) se le informó al paciente, quien firmó el consentimiento, su estado de salud bucal, el diagnóstico obtenido y el **plan de tratamiento indicado (tratamiento endodóntico en pieza 4.7)** con las especificaciones de los objetivos perseguidos, los beneficios esperados del procedimiento, las desventajas y efectos adversos previsibles, las especificaciones del tratamiento alternativo y las consecuencias posibles de la no realización del plan de tratamiento indicado para la pieza dentaria 4.7.

Se inició dicho procedimiento con la analgesia de la zona realizando anestesia troncular al nervio dentario inferior con solución de carticaína al 4% y adrenalina 1:100.000 (Anescart Forte®, Sidus S.A., Buenos Aires, Argentina) utilizando una jeringa carpule y una aguja descartable hipodérmica larga de 27 mm (Misawa, Tokyo, Japón).

Se eliminó el tejido cariado con fresa redonda, grande (Jota AG, Rutthi, Suiza). Con la extirpación de caries se llegó a exponer cámara pulpar, momento en que empezó a drenar contenido purulento.

Se aisló de forma absoluta la pieza dentaria 4.7 utilizando un arco de Young plástico (Evoden™, LLanyunang Baishun Medical Treatment Articles Co. Ltd, Jiangsu, China), goma dique Sanctuary™ de 6x6 pulgadas (Sanctuary™, Perak, Malaysia), clamp para molares inferiores (Hu-Friedy, Chicago, Estados Unidos) y barrera gingival OpalDam (Ultradent, South Jordan, Estados Unidos). Se realizó el embrocado del campo

operatorio con una torunda embebida en hipoclorito de sodio al 2,5% Endo Quim (Tedequim, Córdoba, Argentina).

Terminamos de retirar el techo cameral extendiéndonos con una fresa Endo Z (Dentsply-Maillefer, EEUU) y, luego que expusimos la entrada de los conductos radiculares, se rectificó las paredes de la cámara pulpar con una piedra troncocónica larga para permitir el ingreso en línea recta de los instrumentos para conformar el conducto. Se inundó la cámara pulpar con solución de hipoclorito de sodio al 5,25% (Tedequim, Córdoba, Argentina) y con un explorador endodóntico (Hu-Friedy, Chicago, Estados Unidos) se localizaron los orificios de entrada a los conductos mesial y distal. Se irrigó nuevamente dinámicamente con abundante solución de Hipoclorito de sodio al 5,25% (Tedequim, Córdoba, Argentina) para ir disminuyendo la cantidad de microorganismos tanto en la cámara pulpar como en la entrada de los conductos.

Realizamos un reconocimiento táctil de los conductos radiculares con una lima lisa #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza). Al introducirla se apreciaron dos conductos: uno mesial y otro distal, ambos amplios en sentido vestibulo palatino y permeables. Según la clasificación de Vertucci, los segundos molares inferiores presentan una gran variabilidad anatómica, tanto en el número de raíces como en la configuración del sistema de conductos radiculares. Generalmente presentan dos raíces (mesial y distal), aunque pueden encontrarse casos con una raíz fusionada. En cuanto a la configuración de conductos, en casos con una sola raíz (raíz fusionada), como en este caso clínico, la anatomía del sistema de conductos puede ser compleja, con presencia de múltiples conductos interconectados, o configuraciones en forma de "C" (Vertucci, 1984).

Se conformaron, en primer lugar, los tercios coronal y medio de los conductos radiculares antes de comenzar la instrumentación apical (Goerig *et al.*, 1982). Esta técnica permite:

- un acceso más recto a la región apical eliminando las interferencias coronales. Así, los instrumentos pueden avanzar sin impedimentos en la mayor parte de su longitud, permitiendo una mejor determinación de los diámetros apicales del conducto. Este mayor acceso permite un mayor control y menos posibilidades de crear un escalón cerca de la constricción apical.
- una penetración más profunda de los irrigantes
- remover la mayor parte del tejido y los microorganismos antes de la conformación apical, minimizando o eliminando la cantidad de desechos necróticos que podrían ser extruidos a través del foramen apical durante la instrumentación. Esto ayudaría a prevenir el malestar postratamiento, la limpieza

incompleta y la dificultad para lograr un sellado biocompatible en la constricción apical.

Para realizarlo se preparó los dos tercios coronales del conducto radicular utilizando secuencialmente las fresas Gates-Glidden #3-2-1 de manera progresiva.

Una vez conformados los tercios coronario y medio, con lima flexible #15 (K-Flexofile®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) se realizó la determinación de la longitud de trabajo, asistidos por un localizador electrónico de ápices Propex Pixi® (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza). Para ello se conectó la lima a la pinza del localizador, completándose el circuito mediante el clip labial colocado en el paciente. La lima se introdujo lentamente en cada conducto mientras se observaba la pantalla del ProPex Pixi, que mostró en tiempo real el acercamiento al ápice radicular (Dentsply Maillefer, 2012). Una vez que el dispositivo indicó la llegada al foramen apical de cada conducto, la longitud de trabajo determinada fue registrada y se procedió a la confirmación radiográfica con una radiografía digital (Figura 2) utilizando un radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia). En la imagen se observó que las limas se ubicaron a 0,5 mm del ápice radiográfico (Kuttler, 1955).



Figura 2. Conductometría.

La conformación del tercio apical se realizó con la técnica escalonada. Se inició la preparación con limas flexibles #15, #20 #25 con movimiento de vaivén hasta alcanzar la longitud de trabajo (LT). Una vez alcanzada la LT con el instrumento #25 se continúa la preparación del tercio apical utilizando instrumentos progresivamente más grandes, cada uno retirado 1 mm respecto de la LT (“stepping back”), generando una forma cónica desde el ápice hacia la corona. Debe enfatizarse aquí que la irrigación entre cada uso de instrumento, así como la recapitulación (Mullaney, 1979) con el instrumento memoria llevado hasta la LT es crucial para eliminar detritos y evitar bloqueos apicales.

Se ha desarrollado una variante modificada de la técnica escalonada, denominada técnica telescópica modificada, que permite ensanchar la preparación apical más allá del instrumento #25, llegando a calibres #30, #35 o #40 de acuerdo con la anatomía del conducto (hasta donde lo permiten la flexibilidad del conducto y la seguridad clínica). Esta modificación ofrece dos ventajas: mejora la limpieza apical al permitir una mayor acción del irrigante y el acceso para desbridamiento y facilita una obturación más eficaz, al lograr un espacio apical más amplio, mejorando el ajuste adecuado del cono de gutapercha sin alterar la morfología original del conducto. Es necesario el recambio frecuente del irrigante y la recapitulación con el instrumento memoria para promover la desinfección del conducto y prevenir obstrucciones. Se finalizó la preparación apical determinando como instrumento memoria una lima #40 para el conducto mesial y # 35 para el distal.

Uno de los principales objetivos del tratamiento endodóntico es eliminar los microorganismos dentro del sistema de conductos radiculares y prevenir la recontaminación (Mamootil y Messer, 2007), por lo que el control de la infección es un objetivo esencial del tratamiento endodóntico con el fin de prevenir o curar la periodontitis apical (Ørstavik, 2019).

La instrumentación mecánica del conducto radicular deja alrededor del 35% de las paredes del conducto sin tocar y, por lo tanto, la biopelícula bacteriana puede persistir en sitios que no han sido instrumentados (Peters *et al.*, 2001). En consecuencia, las soluciones irrigadoras cumplen un papel importante con el fin de compensar la deficiencia de la instrumentación mecánica, ya que dichas soluciones pueden alcanzar regiones donde los instrumentos no lo hacen (Kumar *et al.*, 2012). En la actualidad, la instrumentación se considera, en gran medida, un medio para proporcionar acceso a la anatomía apical para los irrigantes, los cuales se espera que lleven a cabo la mayor parte de la limpieza y desinfección (Gulabivala *et al.*, 2005). La irrigación de los conductos radiculares con una solución antibacteriana se considera una fase esencial de la preparación química/mecánica del conducto (Haapasalo *et al.*, 2005). La irrigación con jeringa y aguja sigue siendo el procedimiento más comúnmente utilizado (Gu *et al.*, 2009; Haapasalo *et al.*, 2010).

Una limitación de la irrigación convencional con aguja es la imposibilidad del irrigante de alcanzar y limpiar toda la longitud del conducto (Nielsen y Baumgartner 2007)

El volumen de la solución irrigadora parece jugar un papel en el proceso de desinfección (Nielsen, Craig, Baumgartner, 2007). El volumen del irrigante tiene un efecto aún mayor

en la limpieza que el sistema de entrega o el tipo de activación utilizado (Howard *et al.*, 2011; Van der Sluis, 2006). Actualmente se considera que los microorganismos que evaden la acción de los instrumentos e irrigantes son la principal causa de fracaso tanto en tratamientos primarios como en retratamientos no quirúrgicos (Gorni y Gaglianni, 2004; Zehnder y Paqué, 2011).

La solución irrigadora ideal debe cumplir con las siguientes propiedades (Boutsioukis *et al.*, 2022):

- Tener un amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biopelículas.
- Inactivar factores de virulencia bacteriana como endotoxinas y ácidos lipoteicoicos.
- Eliminar la biopelícula.
- Disolver restos de tejido pulpar necrótico.
- Remover detritos dentinarios acumulados y de la capa de barrillo o prevenir su formación.
- No tener efectos adversos locales (sobre la dentina y tejidos periapicales) ni sistémicos (toxicidad, reacciones alérgicas).
- Tener amplia disponibilidad a bajo costo.

En la actualidad, se encuentran en el mercado distintas soluciones irrigadoras:

➤ Hipoclorito de Sodio (NaOCl)

A partir de los estudios de laboratorio controlados de Koch y Pasteur, el hipoclorito se popularizó como desinfectante a finales del siglo XIX. Durante la Primera Guerra Mundial, el químico Henry Drysdale Dakin y el cirujano Alexis Carrel extendieron el uso de una solución tamponada de hipoclorito de sodio al 0,5% a la irrigación de heridas infectadas, basándose en los meticulosos estudios de Dakin sobre la eficacia de diferentes soluciones en tejido necrótico infectado (Dakin, 1915).

Además de su eficacia de amplio espectro e inespecífica para eliminar todos los microbios, las preparaciones de hipoclorito son esporicidas y virucidas (McDonnell y Russell, 1999) y muestran efectos de disolución tisular mucho mayores en los tejidos necróticos que en los vitales (Austin y Taylor, 1918). Estas características impulsaron el uso de hipoclorito de sodio acuoso en endodoncia como principal irrigante, ya en 1920 (Crane, 1920).

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante radicular más popular y ampliamente considerado como la primera elección (Dutner *et al.*, 2012) debido a:

- Su excepcional acción antimicrobiana, especialmente contra bacterias organizadas en biopelículas (Arias-Moliz *et al.*, 2009; Ruiz-Linares *et al.*, 2017; Wong y Cheung, 2014; Yang *et al.*, 2016).
- Su capacidad única para disolver restos de tejido pulpar (Busanello *et al.*, 2019; Naenni *et al.*, 2004; Tawakoli *et al.*, 2017; Tejada *et al.*, 2019).
- Su capacidad para reducir factores de virulencia bacteriana como endotoxinas y ácidos lipoteicoicos (Hong *et al.*, 2016).
- Su utilidad como lubricante para instrumentos rotatorios (Boessler *et al.*, 2007).
- Son económicas, fáciles de conseguir y presentan una buena vida útil (Frais, 2001).

Los efectos químicos del NaOCl se deben al cloro libre disponible, que comprende hipoclorito (OCl^-) y ácido hipocloroso (HOCl) (Baker, 1947; Davies *et al.*, 1993). Ambos son oxidantes fuertes y su proporción depende del pH.

Estudios *in vitro* muestran que los efectos deseables del NaOCl dependen de su concentración (Arias-Moliz *et al.*, 2009; Chau *et al.*, 2015; Macedo *et al.*, 2010; Moorer y Wesselink, 1982; Petridis *et al.*, 2019b; Stojicic *et al.*, 2010). La concentración de NaOCl afecta su comportamiento: concentraciones más altas pueden mejorar la efectividad de la solución, especialmente su propiedad para disolver tejido, aunque reducen su seguridad (Zehnder, 2006; Stojicic *et al.*, 2010). Elevar la concentración puede también aumentar los efectos indeseables. El NaOCl reacciona con el colágeno de la dentina, especialmente tras exposición previa a un agente quelante, lo que puede alterar el módulo de elasticidad, la resistencia a la tracción y flexión y la microdureza de la dentina (Pascon *et al.*, 2009). No hay una justificación para el uso de concentraciones altas de NaOCl ya que su efectividad puede compensarse mediante otros medios más seguros, como un mayor volumen, incremento de la temperatura, agitación o el uso de un surfactante (Zehnder, 2006; Stojicic *et al.*, 2010, AAE, 2018). Se ha sugerido precalentar el NaOCl a 50–60 °C antes de la irrigación como otra forma de mejorar la eficacia de soluciones de baja concentración (Sirtes *et al.*, 2005), pero la temperatura de la solución desciende a 37 °C muy pronto después de su aplicación intracanal (Hemptinne *et al.*, 2015), por lo que solo puede ejercer un efecto a corto plazo de valor clínico cuestionable.

Prolongar en tiempo la exposición de la biopelícula al NaOCl parece facilitar su remoción, siempre y cuando el cloro no se agote, y este efecto también parece

intensificarse con la concentración (Chau *et al.*, 2015; Petridis *et al.*, 2019). Dado el rápido consumo del cloro libre disponible en reacciones químicas con la biopelícula, dentina, tejido pulpar y otros irrigantes (Macedo *et al.*, 2010; Moorer y Wesselink, 1982; Ragnarsson *et al.*, 2015; Tejada *et al.*, 2019; Zehnder *et al.*, 2005), generalmente se aconseja un intercambio frecuente con irrigante fresco durante la preparación químico-mecánica (Macedo *et al.*, 2010; Moorer y Wesselink, 1982).

En resumen, además de los factores relacionados con la aplicación del NaOCl que pueden ajustarse por el operador (concentración, tiempo, volumen, temperatura y agitación), la arquitectura de la biopelícula surge como un regulador importante de la penetración del NaOCl, y, por ende, de su eficacia antibiofilm. Al aumentar la concentración de NaOCl, su eficacia antibiofilm se vio incrementada (Petridis *et al.*, 2019).

➤ Quelantes

El NaOCl no puede disolver los detritos de tejido duro creados durante la instrumentación ni los componentes inorgánicos de la capa de barro dentinario, por lo que se considera necesaria la acción suplementaria de un agente desmineralizante. El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es la opción más común para este rol (Dutner *et al.*, 2012; Willershausen *et al.*, 2015). Una solución al 15–17% de su sal disódica tiene un pH neutro o ligeramente alcalino (7–8) y es un quelante fuerte capaz de disolver tanto los detritos de tejido duro como la capa de barro cuando se aplica al final de la instrumentación (Calt y Serper, 2002; De-Deus *et al.*, 2008; Hülsmann y Heckendorff, 2003). El EDTA es más biocompatible que el NaOCl (Vouzara *et al.*, 2016), además de ser económico y ampliamente disponible. El EDTA, a diferencia del hipoclorito de sodio, ejerce solo un débil efecto antimicrobiano (Arias-Moliz *et al.*, 2008; Arias-Moliz *et al.*, 2009; Ordinola-Zapata *et al.*, 2012), pero parece alterar la matriz de la biopelícula favoreciendo su desprendimiento (Bryce *et al.*, 2009; Busanello *et al.*, 2019) por lo que puede complementar el efecto antibiofilm del NaOCl.

La irrigación alternada de NaOCl y EDTA está contraindicada porque estas dos soluciones reaccionan y el cloro libre disponible se pierde muy rápidamente (Grawehr *et al.*, 2003; Zehnder *et al.*, 2005).

➤ Clorhexidina

La clorhexidina se desarrolló a finales de la década de 1940 en Inglaterra. Es una de las bisguanidas más potentes (Davies *et al.*, 1954). La clorhexidina es una base fuerte y es más estable en forma de sales como el digluconato de clorhexidina. Es un potente antiséptico utilizado para el control químico de la placa bacteriana (Addy y Moran, 1997). Para la irrigación del conducto radicular suele utilizarse en una concentración al 2% (Zamany *et al.*, 2003). Su principal ventaja es su capacidad para unirse a la dentina y ejercer un efecto antimicrobiano prolongado (sustantividad), que podría prevenir la recolonización bacteriana después del tratamiento endodóntico (Komorowski *et al.*, 2000; Rosenthal *et al.*, 2004), pero dicha actividad antimicrobiana dura solo hasta 12 semanas después de su exposición (Baca *et al.*, 2012; Barrios *et al.*, 2013; Komorowski *et al.*, 2000; Parsons *et al.*, 1980; Rosenthal *et al.*, 2004) lo que parece insignificante comparado con el período en que se espera que un diente tratado sobreviva. Sus desventajas son que no disuelve los restos de tejido necrótico (Naenni *et al.*, 2004) y es menos eficaz contra bacterias gramnegativas que contra bacterias grampositivas (Davies *et al.*, 1954; Hennessey 1973; Emilson 1977), por lo que no puede recomendarse como irrigante principal. Estudios demostraron que el hipoclorito fue significativamente más eficiente que la clorhexidina para obtener cultivos negativos (Ringel *et al.*, 1982). Recientemente, diversos autores han demostrado claramente que la CHX es un antimicrobiano mucho más débil que el NaOCl (Busanello *et al.*, 2019; Ruiz-Linares *et al.*, 2017) y que no puede romper la matriz EPS (Busanello *et al.*, 2019; Tawakoli *et al.*, 2017). A igual concentración, la CHX es igual o más citotóxica que NaOCl (Scott *et al.*, 2018; Vouzara *et al.*, 2016). Además, reacciona con residuos de NaOCl en el conducto radicular y forma un precipitado naranja-marrón potencialmente tóxico que también puede causar decoloración (Basrani *et al.*, 2007; Jeong *et al.*, 2021; Prado *et al.*, 2013).

De manera similar a los requerimientos para los irrigantes de conductos radiculares, el método de irrigación ideal debería ser capaz de (Boutsioukis *et al.*, 2022):

- entregar el irrigante a todo el sistema del conducto radicular para que entre en contacto cercano con sus objetivos;
- renovar el irrigante con frecuencia para compensar su consumo;
- aplicar esfuerzo cortante sobre los objetivos para desprenderlos de la pared del conducto radicular;
- desarrollar un flujo inverso para transportar materiales desprendidos y el irrigante agotado fuera del sistema del conducto radicular;

- prevenir la extrusión inadvertida del irrigante a través del foramen apical.

La irrigación con jeringa sigue siendo la técnica más popular para la entrega de irrigantes dentro de los conductos radiculares (Dutner *et al.*, 2012; de Gregorio *et al.*, 2015; Savani *et al.*, 2014; Willershausen *et al.*, 2015). La eficacia de la irrigación con jeringa depende de la proximidad de las agujas al tercio apical del conducto radicular (Boutsioukis *et al.*, 2010, 2010; Chen *et al.*, 2014) y de la velocidad de flujo del irrigante (Boutsioukis y Gutierrez Nova, 2021; Boutsioukis *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2021).

Actualmente las agujas de irrigación son de dos tipos: agujas que permiten que el irrigante fluya directamente a través de su punta independientemente de su forma particular (de punta abierta) y agujas que evitan el flujo directo, por lo que el irrigante fluye a través de una o más salidas laterales (de punta cerrada) (Boutsioukis *et al.*, 2010). Debido a la dirección e intensidad de los chorros de irrigante creados, las agujas de punta abierta parecen ser más efectivas que las de punta cerrada del mismo tamaño en términos de penetración y recambio del irrigante (Boutsioukis y Gutierrez Nova, 2021; Boutsioukis *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2010; Verhaagen *et al.*, 2012), pero también conllevan un mayor riesgo de extrusión inadvertida del irrigante a través del foramen apical (Psimma *et al.*, 2013). La posición óptima para las agujas de punta abierta es de 2 a 3 mm antes de la longitud de trabajo (LT), mientras que las de punta cerrada deben colocarse dentro de 1 mm de la longitud de trabajo (Boutsioukis *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2014), siempre sin que se adhieran (Psimma *et al.*, 2013b).

Por lo tanto, es imprescindible usar agujas flexibles y finas (27-31G) que puedan alcanzar estas posiciones incluso en conductos radiculares curvos. Hoy en día, la aguja 30G puede considerarse el estándar clínico, pero dadas las tendencias en instrumentación de conductos radiculares (Gluskin *et al.*, 2014), la irrigación con jeringa parece ser un método suficiente para dientes con un solo conducto radicular y anatomía simple. Sin embargo, el flujo desarrollado no puede penetrar muy lejos dentro de irregularidades anatómicas tales como aletas (Amato *et al.*, 2011; Conde *et al.*, 2017; Jiang *et al.*, 2012; Rödig *et al.*, 2010; Van der Sluis *et al.*, 2010), istmos (Adcock *et al.*, 2011; Burlison *et al.*, 2007; Gutarts *et al.*, 2005; Leoni *et al.*, 2017; Paqué *et al.*, 2011;) y conductos laterales (Al-Jadaa *et al.*, 2009; de Gregorio *et al.*, 2010, 2012), por lo que los métodos de activación del irrigante pueden ser útiles en casos con anatomía más compleja.

En conclusión, los productos químicos utilizados para limpiar los conductos infectados deben administrarse de forma tal que puedan liberar todo su potencial en el conducto

radicular, en lugar de actuar entre sí. El NaOCl continúa siendo el irrigante principal recomendado, y debe utilizarse durante toda la preparación químico-mecánica para eliminar microorganismos, destruir la biopelícula, disolver restos de tejido pulpar, remover componentes orgánicos de la capa de barrillo y lubricar los instrumentos (Gulabivala *et al.*, 2005; Zehnder, 2006). Dada la complejidad anatómica del sistema de conductos es aconsejable emplear el flujo del irrigante como principal medio de transporte para garantizar que el NaOCl llegue por lo menos a todo el conducto principal, recurriendo a la difusión solamente en áreas remotas donde el flujo es naturalmente limitado. La irrigación con jeringa y aguja fina, colocada cerca de la longitud de trabajo, parece ser el mejor método para suministrar el irrigante. Grandes volúmenes de NaOCl deben ser suministrados para compensar el rápido consumo del cloro libre disponible en reacciones con materia orgánica. Los conductos deben estar siempre inundados con hipoclorito de sodio, esto aumenta el tiempo de trabajo del irrigante, mejora la eficacia de corte de los instrumentos manuales (Yguel-Henry *et al.*, 1990) y reduce la carga torsional de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio (Peters *et al.*, 2005). Una vez finalizado el procedimiento de conformación se pueden enjuagar los conductos con EDTA, durante al menos 1 minuto con 5 a 10 ml del quelante. Al enjuagarse con un EDTA se eliminarán los detritos acumulados y los componentes inorgánicos de la capa de barro dentinario y también producirá la alteración de la matriz de la biopelícula. No obstante, este paso no debe considerarse como un enjuague final. Se debe tener en cuenta que la exposición prolongada a quelantes fuertes como el EDTA puede debilitar la dentina radicular (Calt y Serper, 2002) ya que la dureza y el módulo elástico de la dentina dependen de su contenido mineral (Angker *et al.*, 2005). Es necesario reintroducir NaOCl en el sistema de conductos para eliminar cualquier quelante residual, penetrar en áreas no instrumentadas y túbulos dentinarios limpias, y actuar sobre la biopelícula restante. (Yamada *et al.*, 1983)

Por lo expuesto anteriormente, en el presente caso clínico se realizó una irrigación dinámica con Hipoclorito de sodio entre instrumento e instrumento durante toda la preparación quirúrgica. Una vez finalizada la conformación, se irrigó con solución de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) al 17 % (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., CABA, Argentina), dejamos actuar unos minutos y se realizó una última irrigación con solución de hipoclorito de sodio al 5,25%, (NaOCl) (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L.; CABA, Argentina) aspirando con cánulas para endodoncia (Dochem Industries Co., Ltd., Shanghái, China). Se secaron los conductos con conos de papel estériles (Meta Biomed, Osong-eup, Corea) introduciéndolos hasta la longitud de trabajo para que absorban la humedad residual de la irrigación.

Se probaron los conos principales (Meta Biomed®, Osong-eup, Corea del Sur) previamente descontaminados en una solución de hipoclorito de sodio al 2,5 durante 1 minuto, para verificar su correcta adaptación apical y su alcance a la longitud de trabajo. La prueba táctil ('tug back') y visual permite confirmar el ajuste del cono maestro en el tercio apical, siendo un indicador importante del sellado hermético (Torabinejad & Walton, 2015). Se realizó una radiografía digital (Figura 3) con radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia) que confirmó la ubicación precisa de los conos de gutapercha principales en relación al ápice radiográfico (Ingle *et al.*, 2008).



Figura 3. Conometría.

Debido a la amplitud que presenta el conducto en el tercio medio y coronario, se decidió realizar la obturación definitiva con la técnica de compactación lateral en frío, para lo cual se seleccionaron espaciadores digitales acorde al diámetro de los conductos (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) y conos accesorios FM (Diadent Group International, North Fraser Way, Canadá).

Como agente sellador se utilizó cemento a base de óxido de zinc y eugenol según la fórmula de Grossman Farmadental® (Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina), el cual se preparó sobre una loseta esmerilada estéril con un espatulado enérgico donde las partículas de polvo se integraron de manera uniforme al líquido hasta obtener una consistencia cremosa. Se llevó al interior del conducto con un espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) para poder tapizar la mayor cantidad de áreas del conducto (Simionatto Guinesi *et al.*, 2014).

Se introdujeron los conos principales con presión intermitente y con ayuda de espaciadores digitales se realizó la compactación lateral (introducción del espaciador,

movimiento de lateralización contra la pared del conducto y retiro del mismo), dando espacio para la colocación de conos accesorios hasta lograr una obturación densamente compactada. El corte de los conos se realizó con un instrumento Ladmore (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos), calentado a la llama hasta el rojo cereza, a la altura de la entrada de los conductos. Seguidamente, con un compactador vertical (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) se compactó verticalmente para potenciar el sellado y lograr una mayor tridimensionalidad en los resultados (Schilder, 1967).

Con una torunda de algodón embebida en alcohol se retiraron los excesos de agente sellador de la cámara pulpar y se selló la cavidad de acceso con una obturación temporaria de cemento a base fosfato de zinc (Prothoplast, Laboratorios SL S.A., Buenos Aires, Argentina) con el fin de lograr un cierre coronario que evite la filtración microbiana hasta tener una obturación coronaria definitiva.

Se retiró el aislamiento absoluto y controló la oclusión con papel de articular. Se realizó una radiografía analógica con un equipo de Rayos X Dental San Justo (DENTAL SAN JUSTO S.A, Villa Luzuriaga, Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Figura 4) en la que fue posible identificar que la obturación alcanzó los límites establecidos para la conformación y ofreció una adecuada compactación que se tradujo en la homogeneidad de la masa.



Figura 4. Radiografía postoperatoria.

Se dieron al paciente las indicaciones a seguir, destacando la necesidad de realizar una rehabilitación coronaria definitiva para lograr una impermeabilidad que posibilite que la obturación y sellado del sistema de conductos radiculares permanezca estable en el tiempo y se genere una reparación predecible de la lesión en los tejidos periapicales. Se advirtió de posibles molestias para las que se indicó la toma de analgésicos (ibuprofeno 600 mg). Se programaron citas de control.

CONTROL A DISTANCIA

-El paciente acudió al control **un año** después del tratamiento endodóntico. Se presentó asintomático. En el examen extraoral no se evidenció asimetría facial ni fístula extraoral. Intraoralmente no presentó fístulas, tumefacción ni dolor a la presión oclusal. La pieza 4.7 presentaba una restauración con resina compuesta. Al control radiográfico se observó una obturación densa, compacta y homogénea en la porción coronal; sin embargo, se evidenció una zona con espacios vacíos. Se recomendó reemplazar la restauración de resina por una prótesis fija con el fin de asegurar un sellado coronal adecuado. El hueso circundante se observó sin lesiones osteolíticas, con la cortical conservada.



Figura 5. Control 1 año.

De acuerdo con los criterios de éxito del tratamiento del conducto radicular, un resultado favorable se define como la reducción de una lesión radiográfica y la ausencia de síntomas clínicos en el diente afectado, tras un período mínimo de observación de un año (Ørstavik, 1996).

-A los 2 años del tratamiento el paciente se presentó a la consulta sin dolor. En el examen extraoral no se evidenció asimetría facial ni fístula extraoral. Al examen intraoral se observó un deterioro en la higiene oral del paciente, presentando un mayor número de piezas con cavidades de caries. La pieza 4.7 aún conservaba la restauración en resina compuesta. Se le indicó que dicha restauración ya no era adecuada, considerando el grado de destrucción coronaria, por lo que se recomendó una rehabilitación más apropiada, como una prótesis fija. Se tomó una radiografía digital (Figura 6) utilizando el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghái, China).

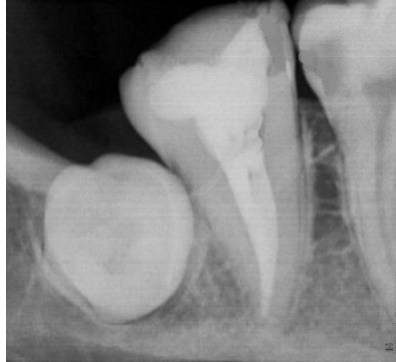


Figura 6. Control 2 años.

En la imagen se observó una obturación endodóntica homogénea y con extensión adecuada. Sin embargo, a nivel coronal se evidenció daño en la integridad de la restauración plástica. El paciente refirió limitaciones económicas que le han impedido realizar el tratamiento protésico indicado. Los tejidos periapicales mostraron signos de normalidad.

-El paciente se presentó a la consulta a los **3 años** del tratamiento endodóntico, sin dolor. En el examen extraoral no se evidenció asimetría facial, fístulas ni adenopatías regionales. Al examen intraoral se le reiteró la importancia de mejorar su higiene oral, dado el estado general de su cavidad bucal. La pieza 4.7 presentó una restauración con resina compuesta sin signos visibles de deterioro. El paciente refirió que dicha restauración fue reemplazada recientemente. La pieza no presentó movilidad, dolor a la percusión y al sondaje se descartó la presencia fístula transperiodontal. Los tejidos adyacentes mostraron características normales (Figura 7).



Figura 7. Restauración coronaria con resina compuesta.

Se tomó una radiografía digital utilizando el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghai, China) (Figura 8).



Figura 8. Control 3 años.

En la imagen se observó que la obturación del conducto radicular en la pieza 4.7 continuaba siendo homogénea y presentaba una adecuada longitud de trabajo. A nivel coronal, se observaron algunas zonas radiolúcidas que sugerían la presencia de espacios o deficiencias en el sellado coronal, por lo que se le indicó al paciente realizar una rehabilitación definitiva más adecuada. El hueso circundante mostró características normales, sin signos de lesiones osteolíticas, y la cortical ósea se encontraba conservada. Se recordó al paciente la necesidad de acudir al servicio de cirugía para la extracción de la pieza 4.8, previamente indicada.

El éxito de un tratamiento del conducto radicular se define por la ausencia de síntomas clínicos y la regresión o desaparición de cualquier lesión periapical previa, evaluada mediante controles radiográficos, al menos un año después del tratamiento (Ørstavik, 1996; ESE, 2006). En el presente caso clínico se observó una evolución favorable con respecto a los síntomas iniciales. La pieza 4.7 se mantiene asintomática, funcional, sin signos clínicos ni radiográficos de inflamación. No obstante, se insistió al paciente en la necesidad de realizar una rehabilitación definitiva más adecuada, idealmente con una restauración fija, para asegurar el sellado coronal a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

AAE. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *Journal of Endodontics*, 35(12): 1634, 2009. ISSN: 0099-2399.

ADCOCK, J.M., SIDOW, S.J., LOONEY, S.W., LIU, Y., MCNALLY, K., LINDSEY, K. *Et al.* Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *Journal of Endodontics*, 37: 544–548, 2011. ISSN: 0099-2399.

ADDY M, MORAN JM. Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. *Periodontol 2000*, 15:52– 4, 1997. ISSN (impreso): **0906-6713**, electrónico 1600-0757.

ALGHAITHY RA, QUALTROUGH AJ. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J*, 50(2):135–142, 2017. ISSN: 1365-2591.

AL-JADAA A, PAQUÉ F, ATTIN T y ZEHNDER M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J*, 42, 59–65, 2009a. ISSN: 1365-2591.

AMATO M, VANONI-HEINEKEN I, HECKER H y WEIGER R. Curved versus straight root canals: the benefit of activated irrigation techniques on dentin debris removal. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 111: 529–534, 2011. Print ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X.

ANGKER L, SWAIN MV, KILPATRICK N. Characterising the micro-mechanical behaviour of the carious dentine of primary teeth using nano-indentation. *J Biomech*, 38(7):1535–42, 2005. ISSN (print): 0021-9290; e-ISSN (online): 1873-2380.

ARIAS-MOLIZ MT, ORDINOLA-ZAPATA R, BACA, P, RUIZ-LINARES M y FERRER-LUQUE CM. Antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigant solution. *JOE*, 40, 1999–2002, 2014. ISSN: 0099-2399.

ARIAS-MOLIZ MT, FERRER-LUQUE CM, ESPIGARES-GARCA M, BACA P (2009) Enterococcus faecalis biofilms eradication by root canal irrigants. *Journal of Endodontics* 35, 711–4 ISSN: 0099-2399.

ARIAS-MOLIZ MT, FERRER-LUQUE CM, ESPIGARES-RODRÍGUEZ E, LIÉBANA-UREÑA J Y ESPIGARES-GARCÍA M. Bactericidal activity of phosphoric acid, citric acid, and EDTA solutions against Enterococcus faecalis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral*

Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 106: e84–e89, 2008. Print ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X.

AUSTIN JH y TAYLOR HD. Behavior of hypochlorite and of chloramine-T solutions in contact with necrotic and normal tissue in vivo. *J Exp Med*, 27:627–633, 1918. ISSN (print): 0022-1007; e-ISSN: 1540-9538.

BACA P, JUNCO P, ARIAS-MOLIZ MT, CASTILLO F, RODRÍGUEZARCHILLA A y FERRER-LUQUE CM. Antimicrobial substantivity over time of chlorhexidine and cetrimide. *JOE*, 38: 927–930, 2012. ISSN: 0099-2399.

BAKER RW. Studies on the reaction between sodium hypochlorite and proteins: 1. Physico-chemical study of the course of the reaction. *Biochem J*, 41(3):337–342, 1947. ISSN (print): 0264-6021; e-ISSN (online): 1470-8728.

BARBOSA DE ALMEIDA M, DE OLIVEIRA, KV, DOS SANTOS, VR., DA SILVA, WJ., TOMAZINHO, FSF., BARATTO-FILHO, F, y GABARDO, MCL. Effect of Vehicle and Agitation Methods on the Penetration of Calcium Hydroxide Paste in the Dentinal Tubules. *JOE*, 46(7), 980–986, 2020. ISSN: 0099-2399.

BARRIOS, R, FERRER-LUQUE, CM, ARIAS-MOLIZ, MT, RUIZ-LINARES, M, BRAVO, M. y BACA P. Antimicrobial substantivity of alexidine and chlorhexidine in dentin. *JOE*, 39, 1413–1415, 2013. ISSN: 0099-2399.

BASRANI, BR, MANEK, S, SODHI, RN, FILLERY, E. y MANZUR, A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *JOE*, 33:966–969, 2007. ISSN: 0099-2399.

BOESSLER C, PETERS OA y ZEHNDER M. Impact of lubricant parameters on rotary instrument torque and force. *JOE*, 33: 280–283, 2007. ISSN: 0099-2399.

BOUTSIUKIS C, ARIAS-MOLIZ MT y CHÁVEZ DE PAZ LEA. Critical analysis of research methods and experimental models to study irrigants and irrigation systems. *Int Endod J*, 55(S3): 588-612, 2022. ISSN: 1365-2591. ISSN electrónico (online): 1878-3554.

BOUTSIUKIS, C y GUTIERREZ NOVA P. Syringe irrigation in minimally shaped root canals using 3 endodontic needles: a computational fluid dynamics study. *JOE*, 47, 1487–1495, 2021. ISSN: 0099-2399.

BOUSIOUKIS, C, GOGOS, C, VERHAAGEN, B, VERSLUIS, M, KASTRINAKIS, E y VAN DER SLUIS, LW. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J*, 43: 874–881, 2010c. ISSN: 1365-2591.

BOUSIOUKIS, C., LAMBRIANIDIS, T., VERHAAGEN, B., VERSLUIS, M., KASTRINAKIS, E., WESSELINK, P. R., & VAN DER SLUIS, L. W. M. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: Evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *JOE*, 36(10): 1664–1668, 2010 a. ISSN: 0099-2399.

BOUSIOUKIS C, VERHAAGEN, B, VERSLUIS, M., KASTRINAKIS, E, WESSELINK, P y VAN DER SLUIS, LWM. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *JOE*, 36: 875–879, 2010a. ISSN: 0099-2399.

BOUSIOUKIS, C, LAMBRIANIDIS, T y KASTRINAKIS E. Irrigant flow within a prepared root canal using different flow rates: a Computational Fluid Dynamics study. *Int Endod J*, 42: 144–155, 2009. ISSN: 1365-2591.

BRYCE, G, O'DONNELL D, READY D, NG YL, PRATTEN J y GULABIVAL, K. Contemporary root canal irrigants are able to disrupt and eradicate single- and dual-species biofilms. *JOE*, 35: 1243–1248, 2009. ISSN: 0099-2399.

BURLESON A, NUSSTEIN J, READER, A y BECK M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *JOE*, 33, 782–787, 2007. ISSN: 0099-2399.

BUSANELLO, FH, PETRIDIS, X, SO MVR., DIJKSTRA, RJB., SHARMA, PK y VAN DER SLUIS LWM. Chemical biofilm removal capacity of endodontic irrigants as a function of biofilm structure: optical coherence tomography, confocal microscopy and viscoelasticity determination as integrated assessment tools. *Int Endod J*, 52: 461–474, 2019. ISSN: 1365-2591.

CALT S y SERPER A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *JOE*, 28:17–19, 2002. ISSN: 0099-2399.

CHAU NPT, CHUNG NH y JEON JG. Relationships between the antibacterial activity of sodium hypochlorite and treatment time and biofilm age in early *Enterococcus faecalis* biofilms. *Int Endod J*, 48: 782–789, 2015. ISSN: 1365-2591.

CHEN JE, NURBAKHS B, LAYTON G, BUSSMANN M y KISHEN A. Irrigation dynamics associated with positive pressure, apical negative pressure and passive ultrasonic irrigations: a Computational Fluid Dynamics analysis. *Aust Endod J*, 40(1):54–60, 2014. ISSN (impreso): 1329-1947; e-ISSN (electrónico): 1747-4477.

CLEM W. Endodontics: the adolescent patient. *Dental Clinics of North America*, 13(2): 483-493, 1969. ISSN: 0011-8532.

COFFAE KP y BRILLIANT JD. The effect of serial preparation versus nonserial preparation on tissue removal in the root canals of extracted mandibular human molars. *JOE*, 1:221-214, 1975. ISSN: 0099-2399.

COHEN S, HARGREAVES KM, BERMAN LH, eds. *Pathways of the Pulp*. 10th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2011. ISBN-10: 0323064892; ISBN-13: 9780323064897.

CONDE AJ, ESTEVEZ R, LOROÑO G, VALENCIA DE PABLO Ó, ROSSI-FEDELE G y CISNEROS R. Effect of sonic and ultrasonic activation on organic tissue dissolution from simulated grooves in root canals using sodium hypochlorite and EDTA. *Int Endod J*, 50: 976–982, 2017. ISSN: 1365-2591.

CRANE AB. *A predictable root canal technique*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1920.

DAKIN HD. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. *Br Med J*, 2:318–320, 1915. ISSN (print): 0959-8138; e-ISSN (online): 1756-1833.

DANDAKIS C, LAMBRIANIDIS T y BOURA P. Immunologic evaluation of dental patient with history of hypersensitivity reaction to sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol*, 16(4):184–187, 2000. ISSN (print): 0109-2502; e-ISSN (online): 1600-0595.

DAVIES JM, Horwitz DA y Davies KJ. Potential roles of hypochlorous acid and N-chloroamines in collagen breakdown by phagocytic cells in synovitis. *Free Radic Biol Med*, 15(6):637–643, 1993. ISSN (print): 0891-5849; e-ISSN (online): 1873-4596.

DAVIES GE, FRANCIS J, MARTIN AR, ROSE FL, SWAIN G. 1:6-Di-4-chlorophenyldiguanidohexane (hibitane); laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. *Br J Pharmacol Chemother*, 9:192–6, 1945. ISSN (print): 0366-0826; e-ISSN (online): 2056-8177.

DE-DEUS G, ZEHNDER M, REIS C, FIDEL S, FIDEL RAS, GALAN J JR y PACIORNIK S. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and

EDTA using a comparative single-tooth model. *JOE*, 34(1): 71–75, 2008a. ISSN: 0099-2399.

DENTSPLY MAILLEFER. *ProPex Pixi - Electronic Apex Locator: User Manual*. Ballaigues, Switzerland.2012.

DUMITRIU D y DOBRE T. Effects of temperature and hypochlorite concentration on the rate of collagen dissolution. *JOE*, 41, 903–906, 2015. ISSN: 0099-2399.

DUTNER J, MINES P, ANDERSON A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *JOE*, 38: 37–40, 2012. ISSN: 0099-2399.

EMILSON CG. Susceptibility of various microorganisms to chlorhexidine. *Scand J Dent Res*, 85:255–265, 1977.ISSN (print): 0029-845X.

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. *Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology*. *Int Endod J*. 2006;39(12):921–930. ISSN: 1365-2591.

FRAIS S, NG YL, GULABIVALA K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J*, 34:206 –215, 2001. ISSN: 1365-2591.

GLUSKIN AH, PETERS CI y PETERS OA. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *Br Dent J*, 216(6):347–353, 2014. ISSN (print): 0007-0610; e-ISSN (online): 1476-5373.

GOERIG AC, MICHELICH RJ y SCHULTZ HH. Instrumentation of root canals in molar using the stepdown technique. *JOE*, 8(12): 550-554, 1982. ISSN:0099-2399.

GORNI, F.G. & GAGLIANI, M.M. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *Journal of Endodontics*, 30, 1–4.2004. ISSN: 0099-2399.

GRAWEHR M, SENER B, WALTIMO T y ZEHNDER M. Interactions of ethylenediaminetetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J*, 36, 411–415, 2003. ISSN: 1365-2591.

DE GREGORIO C, ESTEVEZ R, CISNEROS R, PARANJPE A y COHENCA N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *JOE*, 36, 1216–1221, 2010. ISSN: 0099-2399.

DE GREGORIO C, PARANJPE A, GARCIA A, NAVARRETE N, ESTEVEZ R, ESPLUGUES EO. y COHENCA N. Efficacy of irrigation systems on penetration of sodium hypochlorite to working length and to simulated uninstrumented areas in oval shaped root canals. *Int Endod J*, 45(5), 475–481, 2012. ISSN: 1365-2591.

DE GREGORIO C, ARIAS A, NAVARRETE N, CISNEROS R y COHENCA N. Differences in disinfection protocols for root canal treatments between general dentists and endodontists: A Webbased survey. *J Am Dent Assoc*, 146(6):536–543, 2015. ISSN (impreso): 0002-8177; e-ISSN (electrónico): 1943-4723.

GULABIVALA K, PATEL B, EVANS G y NG YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, 10:103–122, 2005. ISSN: 1601-1538.

GU LS, KIM JR, LING J, CHOI KK, PASHLEY DH Y TAY FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *JOE*, 35(6):791–804, 2009. ISSN: 0099-2399.

GUTARTS R, NUSSTEIN J, READER, A y BECK M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following handrotary instrumentation in human mandibular molars. *JOE*, 31: 166–170, 2005. ISSN: 0099-2399.

HAAPASALO M, QIAN W y SHEN Y. Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*, 27: 35–53, 2012. ISSN: 1601-1546.

HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, 54:291–312, 2010. (p-ISSN): 0011-8532 (e-ISSN): 1558-0512.

HAAPASALO M, ENDAL U, ZANDI H, COIL JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics*, 10: 77–102, 2005. ISSN: 1601-1546.

DE HEMPTINNE F, SLAUS G, VANDENDAEL M, JACQUET W, DE MOOR RJ y BOTTENBERG P. In vivo intracanal temperature evolution during endodontic treatment after the injection of room temperature or preheated sodium hypochlorite. *JOE*, 41: 1112–1115, 2015. ISSN: 0099-2399.

HENNESSEY TS. Some antibacterial properties of chlorhexidine. *J Periodontal Res Suppl*, 8(Suppl 12):61–67, 1973. ISSN (print): 0075-433.

HONG, S.W., BAIK, J.E., KANG, S.S., KUM, K.Y., YUN, C.H. & HAN, S.H. Sodium hypochlorite inactivates lipoteichoic acid of *Enterococcus faecalis* by deacylation. *JOE*, 42, 1503–1508, 2016. ISSN: 0099-2399.

HOWARD RK, KIRKPATRICK TC, RUTLEDGE RE, YACCINO JM. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. *JOE*, 37(9):1301–1305, 2011. ISSN: 0099-2399.

HUANG T-Y, GULABIVALA K, NG YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J*, 41:60–71, 2008. ISSN: 1365-2591.

HÜLSMANN M, HECKENDORFF M, LENNON A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, 36:810–830, 2003. ISSN: 1365-2591.

INGLE JI, BAKLAND LK, BAUMGARTNER JC, eds. *Ingle's Endodontics*. 6th ed. Hamilton: BC Decker; 2008. ISBN-10: 1550093339; ISBN-13: 9781550093339.

JEONG, JW., SARMAST, ND., TERLIER, T, VAN DER HOEVEN, R., HOLLAND, J.N. y PARIKH, N. Assessment of the cytotoxic effects and chemical composition of the insoluble precipitate formed from sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Int Endod J*, 54: 1892–1901, 2021. ISSN: 1365-2591.

JIANG, L.M., LAK, B., EIJSVOGELS, L.M., WESSELINK, P. & VAN DER SLUIS, L.W.M. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *JOE*, 38, 838–841, 2012. ISSN: 0099-2399.

JUNGBLUTH, H, MARENDING, M, DE-DEUS, G., SENER, B. & ZEHNDER, M. Stabilizing sodium hypochlorite at high pH: effects on soft tissue and dentin. *JOE*, 37, 693–696, 2011. ISSN: 0099-2399.

KOMOROWSKI, R, GRAD, H, WU, XY. y FRIEDMAN, S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. *JOE*, 26, 315–317, 2000. ISSN: 0099-2399.

KUMAR K, PARASHOS P, MANTON DJ. Root canal cleaning in roots with complex canals using agitated irrigation fluids. *Aust Endod J*, 49(1):56–65, 2023. ISSN: 1329-1947 (impreso), 1747-4477 (electrónico).

KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apices. *Journal of the American Dental Association*, 50 (5):544-552, 1955. ISSN: 1138-7750.

LEONI, G.B., VERSIANI, M.A., SILVA-SOUSA, Y.T., BRUNIERA, J.F., PÉCORIA, J.D. & SOUSA-NETO, M.D. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J*, 50: 398–406, 2017. ISSN: 1365-2591.

LEY N° 26.529. Derechos del paciente en su relación con los profesionales e instituciones de la salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de Noviembre de 2009.

MACEDO, R.G., WESSELINK, P.R., ZACCHEO, F., FANALI, D. y VAN DER SLUIS, L.W. Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *Int Endod J*, 43, 1108–1115, 2010. ISSN: 1365-2591.

MAMOOTIL K, MESSER HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J*, 40:873–81, 2007. ISSN: 1365-2591.

MCDONNELL G, RUSSELL AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev*, 12:147–79, 1999. ISSN: **0893-8512**.

MCGILL S, GULABIVALA K, MORDAN N, y Ng, YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'biomolecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J*, 41(7):602–608. ISSN: 1365-2591.

MOORER, WR y WESSELINK PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J*, 15, 187–196, 1982. ISSN: 1365-2591.

MULLANEY TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 23(4):575, 1979. (p-ISSN): 0011-8532 (e-ISSN): 1558-0512.

NAENNI, N., THOMA, K. y ZEHNDER, M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *JOE*, 30: 785–787, 2004. ISSN: 0099-2399.

NAIR PNR. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15(6):348–81, 2004. ISSN: 1045-4411. **ISSN e**: 1544-1113.

NEKOOFFAR, MH., GHANDI, MM., HAYES, SJ., & DUMMER, PMH. *The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices*. *Int Endod J*, 39(8): 595–609, 2006. ISSN: 1365-2591.

NIELSEN BA, BAUMGARTNER JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *JOE*, 33:611–515, 2007. ISSN: 0099-2399.

OKINO LA, SIQUEIRA EL, SANTOS M, BOMBANA AC y FIGUEREIDO JAP. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J*, 37, 38–41, 2004. ISSN: 1365-2591.

ORDINOLA-ZAPATA R, BRAMANTE, CM., CAVENAGO, B, GRAEFF, MSZ, GOMES DE MORAES I, MARCIANO, M. y DUARTE MAH. Antimicrobial effect of endodontic solutions used as final irrigants on a dentine biofilm model. *Int Endod J*, 45(2): 162–168, 2012. ISSN: 1365-2591.

ØRSTAVIK D, editor. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. 3rd ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2020. p. 1–10. ISBN-13: 978-1-119-27195-6.

ØRSTAVIK D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J*, 29(3):150–5, 1996. ISSN: 1365-2591

PAQUÉ, F., BOESSLER, C. & ZEHNDER, M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J*, 44: 148–153, 2011. ISSN: 1365-2591.

PARSONS, G.J., PATTERSON, SS., MILLER, CH., KATZ, S., KAFRAWY, AH. y NEWTON, C.W. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentine specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 49: 455–459, 1980. ISSN: 0030-4220.

PASCON, FM., KANTOVITZ, KR., SACRAMENTO, PA., NOBRE-DOS-SANTOS, M. y PUPPIN-RONTANI, RM. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *Journal of Dentistry*, 37: 903–908, 2009. ISSN: 1687-8736.

PEREIRA, TC., BOUTSIUKIS, C., DIJKSTRA, RJB., PETRIDIS, X., VERSLUIS, M., DE ANDRADE, FB. VAN DE MEER, W. J., SHARMA, P. K., VAN DER SLUIS, L. W. M., & SO, M. V. R. Biofilm removal from a simulated isthmus and lateral canal during syringe irrigation at various flow rates: a combined experimental and Computational Fluid Dynamics approach. *Int Endod J*, 54(3): 427–438, 2021. ISSN: 1365-2591.

PETERS OA, BOESSLER C, ZEHNDER M. Effect of liquid and paste-type lubricants on torque values during simulated rotary root canal instrumentation. *Int Endod J*, 38:223–9, 2005. ISSN: 1365-2591.

PETERS OA, SCHÖNENBERGER K, LAIB A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 34(3):221–30, 2001. ISSN: 1365-2591.

PETRIDIS, X., BUSANELLO, FH., SO, M.V.R., DIJKSTRA, R.J.B., SHARMA, P.K. y VAN DER SLUIS, L.W.M. Chemical efficacy of several NaOCl concentrations on biofilms of different architecture: new insights on NaOCl working mechanisms. *Int Endod J*, 52, 1773–1788, 2019b. ISSN: 1365-2591.

PETRIDIS, X., BUSANELLO, FH., SO, M.V.R., DIJKSTRA, RJB, SHARMA, PK. y VAN DER SLUIS, LWM. Factors affecting the chemical efficacy of 2% sodium hypochlorite against oral steady-state dual-species biofilms: exposure time and volume application. *Int Endod J*, 52: 1182–1195, 2019a. ISSN: 1365-2591.

PHILLIPS RW. Mechanics of cutting with dental burs. In: Skinner EW, editor. *Skinner's Science of Dental Materials*. 8th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1982. p.565. ISBN-10: 0721672353; ISBN-13: 9780721672359.

PRADO, M., SANTOS JÚNIOR, H.M., REZENDE, C.M. *et al.* Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: a chemical analysis. *JOE*, 39: 505–510, 2013. ISSN: 0099-2399.

PSIMMA, Z., BOUTSIUKIS, C., KASTRINAKIS, E. y VASILIAKIS, L. Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *JOE*, 39: 521–524, 2013b. ISSN: 0099-2399.

PSIMMA, Z., BOUTSIUKIS, C., VASILIAKIS, L. & KASTRINAKIS, E. A new method for real-time quantification of irrigant extrusion during root canal irrigation ex vivo. *Int Endod J*, 46: 619–631, 2013a. ISSN: 1365-2591.

RAGNARSSON, KT., RECHENBERG, DK., ATTIN, T. y ZEHNDER, M. Available chlorine consumption from NaOCl solutions passively placed in instrumented human root canals. *Int Endod J*, 48: 435–440, 2015. ISSN: 1365-2591.

RICUCCI D, LOGHIN S, SIQUEIRA JF Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *JOE*, 40(12):1932–1939, 2014. ISSN: 0099-2399.

RINGEL AM, PATTERSON SS, NEWTON CW, MILLER CH, MULHERN JM. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *JOE*, 8:200 – 204, 1982. ISSN: 0099-2399.

ROANE JB, SABALA CL, DUNCANSON MG JR. The "Balanced Force" Concept for Instrumentation of Curved Canals. *JOE*.11(5):203–211, 1985. ISSN: 0099-2399.

RÖDIG, T., SEDGHI, M., KONIETSCHKE, F., LANGE, K., ZIEBOLZ, D. & HÜLSMANN, M. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J*, 43, 581–589, 2010a. ISSN: 1365-2591.

ROSENTHAL, S., SPÅNGBERG, L. y SAFAVI, K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98: 488–492, 2004. Print ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X.

RUIZ-LINARES, M., AGUADO-PÉREZ, B., BACA, P., ARIAS-MOLIZ, M.T. & FERRER-LUQUE, C.M. Efficacy of antimicrobial solutions against polymicrobial root canal biofilm. *Int Endod J*, 50, 77–83,2017. ISSN: 1365-2591.

SAVANI, G.M., SABBAH, W., SEDGLEY, C.M. y WHITTEN, B. Current trends in endodontic treatment by general dental practitioners: report of a United States national survey. *Journal of Endodontics*, 40, 618–624, 2014. ISSN: 0099-2399.

SCHILDER, H. Filling Root Canals in Three Dimensions. *Dental Clinics of North America*, 18(2): 269–296, 1974. ISSN 0011-8532.

SCHILDER, H. Filling root canals in three dimentions. *Dent. Clin. North. Am*, 11: 723, 1967. ISSN 0011-8532.

SCOTT, M.B., ZILINSKI, G.S., KIRKPATRICK, T.C., HIMEN, V.T., SABEY, K.A. & LALLIER, T.E. The effects of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla, including endocyn. *JOE*, 44: 263–268, 2018. ISSN: 0099-2399.

SHEN, Y., GAO, Y., QIAN, W., RUSE, N.D., ZHOU, X., WU, H. *et al.* Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *JOE*, 36: 884–889, 2010. ISSN: 0099-2399.

SIMIONATTO GUINESI A, FARIA G, TANOMARU-FLIHO M, BIONETTI-FILHO I. Influence of Sealer Placement Technique on the Quality of Root Canal Filling by Lateral Compaction or Single Cone. *Brazilian Dental Journal*, 25(2): 117-122, 2014. ISSN: 0103-6440.

SIRTES, G., WALTIMO, T., SCHAETZLE, M. & ZEHNDER, M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *JOE*, 3: 669–671, 2005. ISSN: 0099-2399.

STOJICIC, S., ZIVKOVIC, S., QIAN, W., ZHANG, H. & HAAPASALO, M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *JOE*, 36: 1558–1562, 2010. ISSN: 0099-2399.

TAWAKOLI, P.N., RAGNARSSON, K.T., RECHENBERG, D.K., MOHN, D. & ZEHNDER, M. Effect of endodontic irrigants on biofilm matrix polysaccharides. *Int Endod J*, 50: 153–160, 2017. ISSN: 1365-2591.

TEJADA S, BACA, P., FERRER-LUQUE, CM., RUIZ-LINARES, M., VALDERRAMA, MJ. & ARIAS-MOLIZ, MT. Influence of dentine debris and organic tissue on the properties of sodium hypochlorite solutions. *Int Endod J*, 52: 114–122, 2019. ISSN: 1365-2591.

TORABINEJAD M, WALTON RE. *Endodontics: Principles and Practice*. 5th ed. St. Louis: Saunders (Elsevier); 2014. ISBN-10: 1455754102; ISBN-13: 978-1455754106.

VAN DER SLUIS, L.W.M., VOOGELS, M.P.J.M., VERHAAGEN, B., MACEDO, R. & WESSELINK, P.R. Study on the influence of refreshment / activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *JOE*, 36: 737–740, 2010. ISSN: 0099-2399.

VAN DER SLUIS LW, GAMBARINI G, WU MK, WESSELINK PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J*, 39: 472–476, 2006. ISSN: 1365-2591.

VERHAAGEN, B., BOUTSIOUKIS, C., HEIJNEN, G.L., VAN DER SLUIS, L.W.M. & VERSLUIS, M. Role of the confinement of a root canal on jet impingement during endodontic irrigation. *Exp Fluids*, 53(6):1841–1853, 2012. **ISSN:** 0723-4864; **e-ISSN:** 1432-1114.

VERTUCCI FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics*, 10(1):3–29, 2005. ISSN: 1601-1538 e-ISSN: 1601-1546.

VERTUCCI FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 58(5):589–599, 1984. ISSN: 0030-4220.

VOUZARA, T., KOULAOUZIDOU, E., ZIOUTI, F. & ECONOMIDES, N. Combined and independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid and chlorhexidine. *Int Endod J*, 49: 764–773, 2016. ISSN: 1365-2591.

WILLERSHAUSEN, I., WOLF, T.G., SCHMIDTMANN, I. BERGER, C., EHLERS, V., WILLERSHAUSEN, B., & BRISEÑO, B. Survey of root canal irrigating solutions used in dental practices within Germany. *Int Endod J*, 48(7): 654–666, 2015. ISSN: 1365-2591.

WONG, D.T. & CHEUNG, G.S. Extension of bactericidal effect of sodium hypochlorite into dentinal tubules. *JOE*, 40: 825–829, 2014. ISSN: 0099-2399.

WRIGHT, P.P., COOPER, C., KAHLER, B. & WALSH, L.J. From an assessment of multiple chelators, clodronate has potential for use in continuous chelation. *Int Endod J*, 53: 122–134, 2020a. ISSN: 1365-2591.

YAMADA RS, ARMAS A, GOLDMAN M, LIN PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. *JOE*, 9:137– 142, 1983. ISSN: 0099-2399.

YANG, Y., SHEN, Y., WANG, Z. *et al.* Evaluation of the susceptibility of multispecies biofilms in dentinal tubules to disinfecting solutions. *JOE*, 42: 1246–1250, 2016. ISSN: 0099-2399.

YGUEL-HENRY S, VANNESSON H, VON STEBUT J. High precision, simulated cutting efficiency measurement of endodontic root canal instruments: influence of file configuration and lubrication. *JOE*, 16:418 –422, 1990. ISSN: 0099-2399.

ZAMANY A, SAFAVI K, SPÅNGBERG LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96:578 – 581, 2003. Print ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X.

ZEHNDER, M. & PAQUÉ, F. Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *Endodontic Topics*, 19: 58–73, 2011. ISSN: 1601-1546.

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. *JOE*, 32: 389–398, 2006. ISSN: 0099-2399.

ZEHNDER, M., SCHMIDLIN, P., SENER, B. &WALTIMO, T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *JOE*, 31: 817–820, 2005a. ISSN: 0099-2399.

Paciente 7

Caso clínico N°8 . Pieza dentaria 1.5

Paciente femenina, de 31 años de edad, concurre a la consulta de la clínica de la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario derivada por su odontólogo general para la realización de un tratamiento de conducto por presencia de caries de gran extensión en la pieza 1.5.

Se confeccionó la historia clínica correspondiente mediante un interrogatorio detallado siguiendo los lineamientos propuestos por Halpern (Halpern, 1975), que enfatiza la importancia de utilizar un cuestionario breve y comprensible que permita obtener una historia clínica médica actual y precisa desde el inicio de la atención dental. Este enfoque facilita evaluar al paciente como un ente biológico integral, considerando las múltiples interrelaciones entre las enfermedades sistémicas y la salud bucal. En este caso, no se identificaron datos médicos relevantes que contraindiquen la realización del tratamiento endodóntico.

Al examen extraoral no se observaron asimetrías faciales, tumefacciones ni fístulas extraorales. A la palpación, no se identificaron adenopatías regionales.

El examen intraoral se inició con una evaluación general de las estructuras bucales: carrillos, labios, lengua, piso de boca y paladar, todos los cuales presentaban un buen estado de salud, sin evidencia de tumefacciones, fístulas intraorales ni alteraciones en la coloración de los tejidos. Posteriormente, se realizó un examen detallado de las piezas dentarias con el apoyo de un espejo bucal. Se detectó en la pieza 1.5 una caries extensa. No se evidenció la presencia de fístula transperiodontal al sondaje, movilidad dentaria ni dolor a la presión oclusal.

Para realizar la valoración clínica del estado pulpar realizamos pruebas pulpares. Existen dos tipos principales de pruebas diagnósticas pulpares. Por un lado, las pruebas de sensibilidad pulpar, que evalúan la capacidad de respuesta nerviosa de la pulpa ante determinados estímulos (como frío, calor o electricidad). Por otro lado, se encuentran las pruebas de vitalidad pulpar, que están orientadas a medir el flujo sanguíneo dentro del tejido pulpar, proporcionando así una valoración más directa del estado vital del mismo (Jafarzadeh y Abbott, 2010).

Dentro de los test de sensibilidad pulpar encontramos:

- Pruebas térmicas al frío

Es la prueba pulpar por excelencia y la más utilizada por los profesionales. Son fáciles de conseguir, de bajo costo, simple aplicación y resultados fiables. En general, las pruebas de frío parecen ser más fiables que las de calor y hay un consenso general de que cuanto más frío sea el estímulo, más eficaz será la evaluación del estado de invasión del diente (Seltzer *et al.*, 1963). Actualmente en el mercado se consiguen spray de enfriamiento a base de tetrafluoroetano como el Endo Ice® (Coltene, Parque Industrial Bandeirantes, Brasil) o spray de enfriamiento a base de gas butano y propano como el Klepp Ice® (Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina).

- Pruebas térmicas al calor

Dentro de los elementos que se utilizan para estimular con calor a una determinada pieza dentaria se incluyen la aplicación de una barrita de gutapercha calentada a la llama contra la superficie del diente, de preferencia en el centro de la cara vestibular, previa colocación de algún lubricante como glicerina o vaselina para evitar que el material se adhiera a la pieza (Hargreaves y Cohen, 2011; Mumford, 1967; Jafarzadeh *et al.*, 2008). Es importante aclarar que la respuesta pulpar dolorosa al calor aparece de forma tardía, por lo que es aconsejable esperar unos 10 segundos luego de aplicado el estímulo. Esta prueba puede ser difícil de llevar a cabo en dientes posteriores debido al limitado acceso. Varios autores han demostrado que las pruebas térmicas no son perjudiciales para la salud del tejido pulpar (Torabinejad y Walton, 2009).

- Pruebas pulpares eléctricas

Las pruebas pulpares eléctricas entregan una corriente suficiente para vencer la resistencia del esmalte y la dentina y estimular las fibras A δ . Los probadores pulpares eléctricos (EPT) evalúan la integridad de las fibras A δ aplicando brevemente el estímulo a la superficie exterior del diente. Las fibras C no mielinizadas no responden a los EPT convencionales porque se necesita mucha más corriente para estimularlas (Närhi *et al.*, 1979). La pulpa responde si el paciente siente una sensación cuando se transmite un nivel de corriente eléctrica que aumenta gradualmente a través del diente (Jafarzadeh y Abbott, 2010). Si las fibras A δ se estimulan con éxito, el paciente responderá reconociendo una breve sensación aguda o un hormigueo en el diente. Una respuesta positiva a la EPT es el resultado del cambio iónico en el fluido dentinario dentro de los túbulos que provoca la despolarización local y la subsiguiente generación de potencial de acción de los nervios intactos (Pantera *et al.*, 1993). Si no hay flujo de sangre en el tejido pulpar, se volverá anóxico y las fibras A δ dejarán de funcionar (Pitt Ford y Patel, 2004).

Dentro de los Test de vitalidad pulpar podemos encontrar:

- La flujometría por láser Doppler (LDF por sus iniciales en inglés, laser Doppler flowmetry) es un método utilizado para realizar la valoración del flujo sanguíneo en los sistemas microvasculares (Evans *et al*, 1999). Fue descrita por primera vez por Gazelius basándose en la técnica electroóptica (Gazelius *et al.*, 1993). Básicamente se utiliza un diodo para proyectar un haz de luz infrarroja a través de una pieza dentaria que se dispersa a medida que pasa a través del tejido pulpar, ya que el principio de Doppler postula que el haz de luz modificará su frecuencia por el movimiento de los glóbulos rojos (la reflexión de la luz se produce como consecuencia de la superficie bicóncava de los hematíes), pero permanecerá inalterado a su paso a través de un tejido estático (Jafarzadeh, 2009). Es la medición del promedio de alteración en la frecuencia del Doppler lo que determinará la velocidad de movimiento de los glóbulos rojos. Si bien existen muchos estudios que han comprobado que la LDF constituye un método preciso, fiable y reproducible para valorar el aporte sanguíneo y por ende la vitalidad pulpar (Alghaithy y Qualtrough, 2016), su principal desventaja radica en el costo de la aparatología específica lo que impide la masificación de su uso.
- La pulsioximetría (PO) consiste en otro método no invasivo para determinar la concentración de oxígeno en sangre y la frecuencia del pulso (Jafarzadeh y Rosenberg, 2009). La oximetría de pulso o pulsioximetría se ha utilizado para detectar la integridad vascular en el diente (Schenettler y Wallace, 1991). El soporte de sonda para oxímetro de pulso universal de nuevo desarrollo es un dispositivo eficaz para probar la vitalidad pulpar (Grabliauskienė *et al.*, 2021). Este método tiene como desventaja la aparatología compleja y su difícil empleo en boca (Kahan *et al.*, 1996). Se han descrito indicaciones precisas para su utilidad en piezas dentarias traumatizadas, donde las pruebas de sensibilidad pulpar suelen mostrar resultados no fiables, sobre todo en la evaluación inmediata (Gopikrishna *et al.*, 2007) y en piezas recién erupcionadas (Bargrzan *et al.*, 2016).

Otro test que se puede utilizar para determinar la sensibilidad pulpar es el Test de la cavidad. Se han sugerido las cavidades de prueba como otro método para evaluar el estado de la pulpa; sin embargo, el uso de esta técnica necesita una consideración cuidadosa debido a su naturaleza invasiva e irreversible. Además, es poco probable que

sea útil en pacientes aprensivos y no debería ser necesaria porque no proporciona más información que la que proporcionan las pruebas de sensibilidad pulpar térmicas y eléctricas, es decir, si la pulpa es capaz de responder a un estímulo (Jafarzadeh y Abbott, 2010). Constituye un recurso válido solamente cuando el resto de las pruebas se estiman imposibles de realizar o sus resultados no son concluyentes. Algunos autores describen la técnica mediante la preparación de una cavidad de clase 1 a alta velocidad con refrigeración en piezas íntegras o talladas, mientras que otros conciben la limpieza del tejido cariado en caso de estar presente la lesión de caries. Sea cual fuere la situación, la maniobra se realiza sin aplicación de anestesia y se le pide al paciente que avise en caso de percibir algún tipo de sensación dolorosa (Hargreaves y Cohen, 2011). Esta prueba nos permite considerar, en caso de ser positiva, únicamente la presencia de cierta cantidad de tejido nervioso viable capaz de responder al estímulo, no de garantizar la vitalidad pulpar. El caso de alcanzar la dentina o bien la cavidad pulpar en ausencia de respuestas dolorosas por parte del paciente, constituye una buena señal de que la pulpa está necrótica (Ingle y Backland, 2015).

Las pruebas de vitalidad pulpar, oximetría de pulso y laser doppler son métodos más confiables para determinar el estado real de la pulpa en endodoncia en comparación con las pruebas de sensibilidad pulpar (Patro *et al.*, 2022).

Las pruebas pulpares deben interpretarse en conjunto con otras evaluaciones clínicas, como el sondaje periodontal, la percusión, la palpación, la prueba de movilidad, la transiluminación, los estudios radiográficos y los antecedentes del paciente. Esto se debe a que las pruebas pulpares, por sí solas, no son suficientes para establecer un diagnóstico preciso (Dachi 1976).

Para determinar un diagnóstico pulpar en la pieza dentaria 1.5 se realizó una prueba de sensibilidad pulpar al frío. Se procedió a realizar un aislamiento relativo. Se roció una torunda de algodón con spray refrigerante Klepp Ice® (Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina), a base de gas butano y propano, con temperatura de -26°C durante aproximadamente 5-10 segundos. La torunda fue sujeta con una pinza de algodón. Luego, se aplicó el algodón congelado en el tercio medio de la cara vestibular de la pieza 1.5 manteniéndolo en contacto durante un máximo de 5-10 segundos o hasta que la paciente refiriera sensación térmica (Hargreaves y Cohen, 2011). La interpretación clínica de la respuesta fue para el elemento 1.5: Respuesta negativa. Finalmente, la respuesta fue contrastada con los dientes controles, lo cual permitió una mejor interpretación del resultado obtenido.

Luego se realizó un examen radiográfico (Figura 1) con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China), donde se observó la presencia de una cavidad de caries de gran extensión por distal y oclusal de la corona clínica, una raíz única cónica, corta, con dos conductos amplios separados, rectos en tercio coronario y medio y con curvatura mesial en el tercio apical. Se evidenció ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal y pérdida de continuidad de la lámina dura. En la región periapical se observó una zona radiolúcida. No se evidenciaron signos de reabsorción radicular.



Figura 1. Radiografía preoperatoria.

Conforme a todos los datos recabados se arribó a los siguientes **diagnósticos pulpar y periapical** (AAE 2009): **Necrosis pulpar y Periodontitis Apical Asintomática.**

En cumplimiento con la ley N° 26.529 (2009) se informó al paciente su estado de salud e higiene oral, el plan de **tratamiento propuesto (tratamiento endodóntico en pieza 1.5)**, la especificación de los objetivos perseguidos, los beneficios esperados del procedimiento, las desventajas que conlleva el tratamiento (que incluyen los riesgos, molestias y efectos adversos previsibles), la especificación de los tratamientos alternativos y sus beneficios y las consecuencias de la no realización del plan de tratamiento especificado. Una vez que el paciente dio su consentimiento por escrito, con la firma el mismo, se comenzó con el tratamiento previsto.

El tratamiento se inició con la analgesia mediante el bloqueo del Nervio Dentario Medio con una técnica infiltrativa supraperióstica utilizando jeringa Carpule, aguja descartable hipodérmica corta de 21 mm (Misawa, Tokyo, Japón) y una solución anestésica de Carticaína Clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina).

La remoción de la lesión de caries se realizó con una fresa redonda, grande y lisa a baja velocidad. En la maniobra se expuso la cámara pulpar.

Se realizó el aislamiento absoluto con un arco de Young plástico, un clamp para premolares (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos), goma dique de 5x5" (Sanctuary™, Perak, Malaysia) y pinza porta clamp (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos). El embrocado del campo operatorio se hizo con una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5% (Tedequim, Córdoba, Argentina) y torunda de algodón comenzando desde el diente, el clamp y luego la goma dique.

Se procedió con el diseño de la cavidad de acceso utilizando una fresa cónica de punta inactiva (EndoZ®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) apoyada sobre las paredes de la cámara pulpar dándole una ligera divergencia hacia la cara oclusal, extendiéndose en sentido vestibulopalatino.

Se realizó una primera irrigación en la cámara pulpar utilizando hipoclorito de sodio al 2,5 % (Tedequim, Córdoba, Argentina) administrado con una jeringa de 5ml descartable y una aguja endodóntica con tope de goma. La irrigación fue asistida mediante una cánula extrafina de aspiración y succión de alta potencia, lo que permitió una eliminación eficaz de restos de tejido necrótico presentes en la cámara pulpar. La remoción de tejido pulpar necrótico es fundamental, ya que este actúa como un sustrato ideal para la proliferación bacteriana, contribuyendo al desarrollo de infecciones endodónticas. Los tejidos necróticos alojados dentro de los conductos radiculares son colonizados rápidamente por bacterias anaerobias, lo que puede dar lugar a infecciones persistentes del sistema de conductos (Sundqvist, 1976). Esta fase inicial de irrigación no solo favoreció la limpieza de la cámara, sino que también disminuyó la carga microbiana inicial antes del acceso a los conductos, contribuyendo así a un entorno más favorable para la instrumentación y desinfección posterior.

La búsqueda de los conductos se realizó con explorador endodóntico, identificándose dos conductos: uno vestibular y otro palatino.

Vertucci y colaboradores examinaron detalladamente la anatomía interna de los segundos premolares superiores humanos, definiendo ocho tipos de configuración de

conductos (Figura 2) (Vertucci,1984). Aproximadamente el 72-75 % de los segundos premolares maxilares presentaban un solo conducto (tipo I), mientras que el resto correspondía a configuraciones de dos canales (tipo II o IV) (Vertucci *et al.*, 1974).

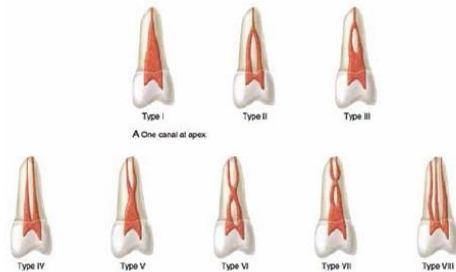


Figura 2: Clasificación del sistema de conductos radiculares según Vertucci (Tomada de: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores, Cohen's pathways of the Pulp. 10 th ed. St. Louis, Ma: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.)

Elsevier; 2011. 952 p.)

En este caso clínico en particular la pieza 1.5 presentaba una configuración tipo IV según la clasificación de Vertucci.

La preparación quirúrgica de los conductos radiculares comenzó con el ensanchamiento del tercio cervical y medio de los conductos, lo cual permitió establecer una línea de acceso directo al tercio apical. El objetivo principal de esta fase fue crear una vía amplia, segura y reproducible que permita el avance de los instrumentos hacia el ápice. Esta estrategia facilitó la instrumentación mejorando la seguridad del tratamiento, redujo la fatiga de los instrumentos disminuyendo el riesgo de fractura instrumental, disminuyó el riesgo de transporte apical y mejoró la penetración del irrigante y su acción antimicrobiana (Goerig, Michelich y Schultz, 1982). La instrumentación se realizó de forma mecanizada con el sistema ProTaper Gold™ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza).

El sistema ProTaper Gold, aplicado según su protocolo, representa una alternativa eficaz y segura frente a la instrumentación manual tradicional. Estos instrumentos presentan ventajas en cuanto a su flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica por estar fabricados en níquel-titanio (NiTi) tratado térmicamente (M-Wire®) (Blum *et al.*, 2003), lo que mejora la flexibilidad de los instrumentos, la capacidad de corte y la resistencia al desgaste (Gagliardi *et al.*, 2015; Ye y Gao, 2012). Esta metalurgia posee mayor resistencia a la fatiga cíclica y una mejor capacidad para mantener la curvatura de los conductos respetando la anatomía original (Hieawy *et al.*, 2015; Pongione *et al.*, 2012;

Shen *et al.*, 2006). Su uso permite instrumentar de forma más precisa y uniforme, con menor riesgo de errores como transporte apical o perforaciones (Martin *et al.*, 2002).

El sistema está conformado por una serie de ocho instrumentos rotatorios NiTi, distribuidos en tres grupos: una lima auxiliar de conformación Shaper X (SX), dos limas de conformación (S1 y S2) y cinco limas de acabado (F1 a F5), cada una con características específicas que permiten una instrumentación eficaz y segura del sistema de conductos radiculares. La adecuada secuenciación y técnica permiten aprovechar sus geometrías únicas para optimizar la preparación de los conductos radiculares (Ruddle, 2002).

-La lima SX es una lima auxiliar que presenta las siguientes características:

- Longitud total: 19 mm.
- Diámetro apical (D0): 0,19 mm.
- Diámetro en D14: ~1,20 mm.
- Conicidades crecientes a lo largo de sus hojas cortantes.
- Diámetros equivalentes a fresas Gates Glidden #1 a #4 en D6-D9.

Se utiliza con movimiento de cepillado (brushing motion) para ensanchar el tercio coronal (Dentsply Sirona, 2015).

-Limas S1 y S2 (Shaping Files)

Estas limas tienen conicidades progresivamente mayores que permiten adaptar la preparación a zonas específicas del conducto:

- S1: Diseñada para conformar el tercio coronal. D0: 0,17 mm, Anillo morado
- S2: Diseñada para el tercio medio. D0: 0,20 mm. Anillo blanco

Diámetro máximo en D14: ~1,20 mm

Se utiliza con movimiento de cepillado lateral para evitar el atascamiento y crear espacio.

-Las limas Finisher tienen conicidades fijas en el extremo apical y conicidades progresivamente decrecientes desde D4 a D14, lo cual mejora la flexibilidad, reduce el riesgo de bloqueos y evita la sobre preparación del conducto. Estas limas deben ser utilizadas sin presión, dejando que "floten, sigan y cepillen" en la trayectoria creada por la lima manual (Ruddle, 2001).

Lima	Color	D0 (mm)	Conicidad apical
F1	Amarillo	0,20 mm	7 %
F2	Rojo	0,25 mm	8 %
F3	Azul	0,30 mm	9 %
F4	Negro doble	0,40 mm	6 %
F5	Amarillo doble	0,50 mm	5 %

Se realizó el ensanchamiento del tercio coronario y medio con lima SX y se utilizó el motor endodóntico Woodpecker EndoGold Endomotor© (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, Guangxi, China) para conformar el acceso en línea recta (Berutti *et al.*, 2004). Luego se llenó la cámara pulpar con irrigante (Hipoclorito de sodio 2,5%). Se realizó la exploración inicial de los conductos con lima tipo K #10 y #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) precurvadas, limitadas inicialmente a los dos tercios coronales. Una vez que la lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) se deslizó libremente, se consideró establecida una trayectoria de deslizamiento (glide path). Luego se transfirió esa longitud a los instrumentos S1 y S2. Se instrumentó el conducto con lima S1 sin presión, con movimientos de cepillado. Se irriego con hipoclorito de sodio 2,5% y se recapitulo con lima K #10. Luego repetimos la maniobra con el instrumento S2 (Ruddle, 2005).

Una vez preparados los dos tercios coronales, se continuó con la preparación del tercio apical. Primero se determinó la longitud de trabajo, para ello se utilizó una lima flexible #15 (K-Flexofile®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) en cada conducto y con un localizador electrónico de ápices Propex Pixi (Dentsply Sirona; Charlotte, EE.UU.) se realizó la toma de longitudes y se corroboró dicha medida con una radiografía digital tomada con el radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China)(Figura 3) donde se visualizó que ambos instrumentos abordaban el tercio apical y se encontraban en longitudes adecuadas para realizar la conformación del mismo. La longitud de trabajo determinada fue 7mm en ambos conductos.

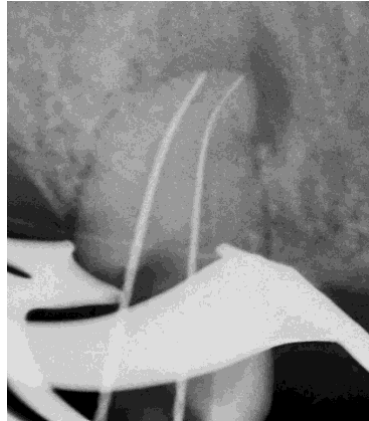


Figura 3. Conductometría.

Una vez que se determinó la longitud de trabajo, se estableció la permeabilidad apical y se creó una vía de deslizamiento (glide path) con limas manuales #10 y #15, se llevó pasivamente a longitud de trabajo, flotando y cepillando las paredes, a la lima S1. Se recapituló con lima manual K #10 y se llevó a longitud de trabajo a la lima S2. Se recapituló con lima K #10. Se introdujo pasivamente la lima de terminación F1 (20/07) del sistema ProTaper Gold™ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) en uno o más pases hasta alcanzar la longitud de trabajo. Se recapituló con una lima K #10. Después de usar el instrumento F1 el criterio de acabado ProTaper consiste en introducir a longitud de trabajo una lima manual K #20/02 para determinar si el instrumento queda ajustado, de ser así el conducto tiene la forma completa y está listo para ser obturado (Peters *et al.* 2003). Si la lima lisa K #20/02 está suelta o floja, medimos el tamaño del foramen con una lima Lisa K#25/02 y si está ajusta terminamos aquí la conformación, pero si la lima lisa K 25/02 está floja o suelta se pasa al instrumento F2 (25/08) y cuando sea necesario al F3 (30/9), midiendo después de cada lima de Finalización con limas manuales de tamaño adecuado.

Para este caso clínico se aplicó el criterio de finalización del sistema con la lima F3 (Dentsply Sirona 2015). Entre instrumento e instrumento, durante toda la preparación quirúrgica, se realizó una irrigación dinámica con una solución de NaOCl al 2,5%.

El protocolo de irrigación final se llevó a cabo con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) al 17% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) con el objetivo de eliminar la parte inorgánica del barro dentinario (Zehnder, 2006). Se lo dejó actuar y antes de su aspiración se activó mediante agitación manual con un cono de gutapercha previamente descontaminado en

cada conducto (Van der Sluis *et al.*, 2007). Realizamos una última irrigación con NaOCl 2,5% que se activó manualmente con la misma aguja de irrigación y se aspiró con microcánulas y suctor de alta potencia.

Se secaron los conductos con conos de papel estériles (Meta Biomed®, Osong-eup, Corea del Sur) y se probaron los conos principales de gutapercha ProTaper® F3 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza), correspondientes con el instrumento de memoria, previamente descontaminados sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 min (Gomes *et al.*, 2005). Se realizó la prueba clínica visual y táctil de los mismos y se tomó una radiografía digital (Figura 4) con radiovisiógrafo HDR500 (Handy, Shanghái, China) para corroborar la longitud. En la imagen se observó que los conos vestibular y palatino alcanzaban la longitud de trabajo.



Figura 6. Conometría.

Se procedió a la obturación del sistema de conductos radiculares empleando la técnica de cono único. Si bien esta técnica es objeto de debate, especialmente en conductos con sección transversal ovalada donde puede comprometerse el sellado tridimensional (Çelikten *et al.*, 2016), en este caso se optó por su utilización con el objetivo de simplificar el procedimiento clínico manteniendo la eficacia operativa. El sellador seleccionado fue un cemento a base de óxido de zinc y eugenol según la fórmula de Grossman (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). Esta elección se basó en su reconocido efecto antibacteriano de amplio espectro, su adecuado índice de fluidez y su prolongado tiempo de trabajo, características respaldadas por estudios previos (Siqueira *et al.*, 2000). La mezcla del sellador se realizó sobre el lado esmerilado de una loseta de vidrio estéril, espatulando

lentamente para permitir la incorporación progresiva del polvo al líquido hasta obtener una mezcla a saturación, es decir, con la menor cantidad posible de eugenol libre.

El sellador fue llevado al interior del conducto radicular mediante un espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), montado en contraángulo a baja velocidad (normalmente 300 rpm), en sentido horario, garantizando una distribución homogénea del mismo sobre las paredes del conducto.

A continuación, se introdujeron los conos maestros de gutapercha hasta la longitud de trabajo. Posteriormente, se procedió al corte del excedente de gutapercha con un instrumento Ladmore (Hu-Friedy®, Chicago, EE.UU.) previamente calentado al rojo cereza. La maniobra se realizó en un solo movimiento firme, a nivel de la entrada de los conductos, para evitar el desplazamiento coronal de la masa obturatriz. Finalmente, aprovechando la plasticidad de la gutapercha aún caliente, se realizó una condensación vertical con un compactador (Hu-Friedy®, Chicago, EE.UU.), con el fin de mejorar la adaptación tridimensional del material dentro del sistema de conductos y optimizar el sellado apical, conforme a los principios propuestos por Schilder (1967). Los excesos de sellador fueron eliminados con una torunda de algodón embebida en alcohol, y se selló la cámara pulpar con un material temporal a base de fosfato de zinc (Prothoplast®, Laboratorios SL S.A., Argentina) hasta la obturación coronaria definitiva.

Se retiró el aislamiento absoluto, se realizó el control de la oclusión con papel de articular y se tomó una radiografía postoperatoria disociada (Figura 7) para poder evaluar la obturación de los conductos sorteando la superposición. En el análisis radiográfico postoperatorio se observó que la obturación de los conductos palatino y vestibular presentaba una adecuada condensación de la gutapercha, la misma se evidenció homogénea y compacta, sin presencia de vacíos aparentes ni entre la masa obturatriz ni entre ésta y las paredes del conducto radicular. A nivel apical se identificó una extravasación del sellador, fenómeno conocido comúnmente como "sealer puff", el cual consiste en la salida accidental del sellador más allá del foramen apical durante la obturación. Aunque esta imagen puede ser radiográficamente aceptable y en ocasiones esperada, se ha reportado que su presencia puede asociarse con reacciones inflamatorias transitorias, retardo en la cicatrización y molestias postoperatorias en algunos casos (Sjögren *et al.*, 1997; Ricucci y Langeland, 1998).



Figura 7. Radiografía Postoperatoria (Disociación distal).

Finalmente, se informó al paciente sobre la situación clínica observada, se indicaron los cuidados postoperatorios pertinentes y se enfatizó la importancia de realizar la obturación coronaria definitiva a la brevedad, a fin de asegurar el éxito del tratamiento endodóntico (Gillen *et al.*, 2011). Se programó un control clínico y radiográfico para evaluar la evolución del caso y la respuesta de los tejidos periapicales.

CONTROLES A DISTANCIA

A los 6 meses del tratamiento endodóntico la paciente se presentó asintomática. Al examen extraoral no se evidenció asimetría facial, fístulas ni adenopatías regionales. En la evaluación intraoral, se observó que la pieza 1.5 presentaba una restauración de resina compuesta. No se detectaron fístulas intraorales ni abombamiento de las tablas óseas. La pieza no presentó dolor a la percusión ni movilidad y al sondaje no se evidenció presencia de fístula transperiodontal. Radiográficamente (Figura 8), se observó una adecuada adaptación de la restauración definitiva a la estructura dentaria, así como un trabeculado óseo periapical normal, sin presencia de sellador extravasado. La obturación radicular mostraba buena compactación y una extensión apical adecuada. El espacio correspondiente al ligamento periodontal se encontraba dentro de los parámetros normales, sin signos de ensanchamiento.



Figura 8: Primer Control Radiográfico.

A los 9 meses del tratamiento endodóntico la paciente se presentó al segundo control, asintomática. En el examen extraoral no se evidenciaron signos de inflamación. En el examen intraoral, la restauración coronaria de la pieza 1.5 conservaba su integridad estructural, sin pérdida de material ni filtraciones. No se observaron fístulas intraorales, abombamientos en las tablas óseas vestibular o palatina, ni sensibilidad a la percusión o movilidad dentaria. El sondaje periodontal no reveló la presencia de fístulas ni bolsas periodontales. Radiográficamente (Figura 9), no se observaron áreas de radiolucidez periapical. El espacio del ligamento periodontal se mantuvo dentro de los límites normales, sin evidencia de ensanchamiento. La obturación radicular mostró buena compactación y continuidad y la adaptación del material restaurador se conservó sin signos de filtración o desajuste.



Figura 9. Control 9 meses.

A los 12 meses del tratamiento endodóntico la paciente se presentó asintomática al control. En el examen extraoral, no se evidenciaron asimetría facial, fístulas ni adenopatías regionales. En el examen intraoral, la pieza 1.5 se mostró sin presencia de dolor a la percusión ni movilidad dental. No se observaron fístulas, abombamientos en las tablas óseas ni alteraciones en los tejidos blandos adyacentes. La rehabilitación coronaria definitiva presentó márgenes bien conservados, sin filtraciones ni desgaste del material restaurador. Desde el punto de vista radiográfico (Figura 10), se observó un hueso esponjoso con trabeculado de características normales y una cortical ósea continua, sin interrupciones. La obturación radicular se mantuvo homogénea, con buena compactación y longitud adecuada, sin signos de extravasación o vacíos. El espacio del ligamento periodontal se visualizó uniforme, sin signos de ensanchamiento ni patología periapical asociada.



Figura 10. Control 12 meses.

A los 16 meses del tratamiento endodóntico se citó a la paciente para control. La paciente refirió no haber presentado dolor ni molestias durante la masticación desde la finalización del tratamiento. Al examen extraoral no se observaron signos de inflamación. En el examen intraoral se evidenció una adecuada higiene bucal. Los tejidos blandos circundantes a la pieza 1.5 se encontraron sin alteraciones clínicas y los niveles de sondaje periodontal fueron compatibles con salud gingival. No se detectó movilidad dentaria ni dolor a la percusión. La restauración coronaria definitiva mantuvo su integridad estructural, sin signos de filtración ni deterioro marginal. En la evaluación radiográfica (Figura 11) se observó una correcta continuidad de la cortical ósea y un

patrón de trabeculado óseo periapical normal. Se evidenció reparación ósea en el área previamente afectada por una lesión radiolúcida, con restitución del contorno del hueso alveolar. La obturación radicular se mantuvo homogénea y de longitud adecuada, sin signos de sobreobturación ni vacíos. El espacio del ligamento periodontal se presentó uniforme, sin ensanchamiento patológico.

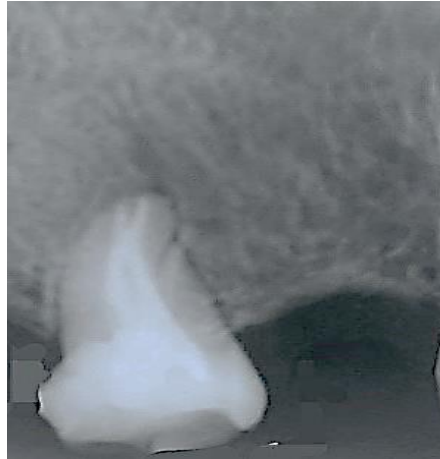


Figura 11. Control 16 meses.

Conclusión: El seguimiento clínico y radiográfico a los 16 meses evidenció un resultado favorable del tratamiento endodóntico, con ausencia de sintomatología, restauración funcional estable y signos de reparación periapical. Esto es consistente con los criterios de éxito endodóntico establecidos en la literatura, que incluyen la resolución de la sintomatología, la normalidad clínica, y la restitución del tejido óseo periapical observada radiográficamente (Ng *et al.*; 2011; Friedman, 2003).

BIBLIOGRAFÍA

AAE. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *JOE*, 35(12): p.1634, 2009. ISSN: 0099-2399.

ALGHAITHY RA y QUALTROUGH AJE. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J*, 50 (2): 135-142, febrero 2016. ISSN: 1365-2591.

BARGRIZAN M, ASHARI MA, AHMADI M y RAMEZANI J. The use of pulse oximetry in evaluation of pulp vitality in immature permanent teeth. *Dental Traumatology*, 32 (1): 43-47, febrero 2016. ISSN: 1600- 4469.

BERUTTI E, NEGRO AR, LENDINI M, PASQUALINI D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of protaper rotary instruments. *JOE*, 30: 228–230, 2004. ISSN: 0099-2399.

BLUM JY, MACHTOU P, RUDDLE C J y MICALLEF JP. The analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: Value of the safety quotient. *JOE*, 29(9), 567-575, 2003. ISSN 0099-2399. e-ISSN 1878-3554.

ÇELIKTEN B, UZUNTAS CF, ORHAN A. I, ORHAN K, GULSAHI K y GULSAHI A. Evaluation of cone-beam computed tomography in the detection of simulated internal and external resorption cavities. *JOE*, 42(2), 253–259, 2016. ISSN 0099-2399. e-ISSN 1878-3554.

CHEN E, y ABBOTT PV. Dental pulp testing: a review. *Int Journal of Dentistry*, vol(2009), 1–12, noviembre 2009. ISSN: 1687-8736.

DACHI SF, HALEY JV, SANDERS JE. Standardization of a test for dental sensitivity to cold. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 24(5):687–692, 1967. ISSN: 0030-4220.

Dentsply Sirona. ProTaper GOLD – Technique Guide, 2015. Retrieved from <https://www.dentsplysirona.com>.

EVANS D, REID J, STRANG R, STIRRUPS D. A comparison of laser Doppler flowmetry with other methods of assessing the vitality of traumatised anterior teeth, *Endod Dent Traumatol*, 15:284, 1999. ISSN: 0109-2502.

FRIEDMAN S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endodontic Topics*, 6(1), 54–76, 2003. ISSN: 1601-1538.

GAGLIARDI J, VERSIANI M A, DE SOUSA NETO MD, PLAZAS GARZON A, BASRANI B. Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. *JOE*, 41(10):1718-1724, octubre 2015. ISSN: 0099-2399.

GAZELIUS, B.; LINDH-STRÖMBERG, U.; PETTERSSON, H.; OBERG, P.A. Laser Doppler technique—A future diagnostic tool for tooth pulp vitality. *Int Endod J*, 26 (1): 8–9, enero 1993. ISSN: 1365-2591.

GILLEN BM, LOONEY SW, GU LS, LOUSHIN BA, WELLER RN, LOUSHINE RJ, y PASHLEY DH. Impact of the quality of coronal restoration versus root canal filling on success of root canal treatment: A systematic review and meta-analysis. *JOE*, 37(7), 895–902,2011. ISSN: 0099-2399.

GOERIG AC, MICHELICH RJ y SCHULTZ HH. Instrumentation of root canals in molar using the stepdown technique. *JOE*, 8 (12): 550-554, diciembre 1982. ISSN: 0099-2399.

GOMES BPFA, PEDROSO JA, JACINTO RC, VIANNA ME, FERRAZ CCR, ZAIA AA, y SOUZA-FILHO, FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. *Brazilian Dental Journal*, 15(1), 30–35, 2005. ISSN: 0103-6440.

GOPIKRISHNA V, TINAGUPTA K y KANDASWAMY D. Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *JOE*, 33 (4): 411-414, abril 2007. ISSN: 0099-2399.

GRABLIAUSKIENĖ, Ž., ZAMALIAUSKIENĖ, R., y LODIENĖ, G. Pulp Vitality Testing with a Developed Universal Pulse Oximeter Probe Holder. *Medicina*, 57 (2): 101, enero 2021. ISSN: 1648-9144.

HALPERN IL. Patient's medical status: A factor in dental treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 39, 216–221,1975. ISSN (impreso): 0030-4220.

HARGREAVES KM, COHEN S, BERMAN LH, editores, Cohen's pathways of the Pulp. 10th ed. St. Louis, Ma: Mosby Elsevier; 2011. 952 p. ISBN-10: 0323064892. ISBN-13: 9780323064897.

HIEAWY A, HAAPASALO M, ZHOU H, WANG ZJ, SHEN Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper gold and ProTaper universal instruments. *JOE*, 41(7): 1134–1138, 2015. ISSN: 0099-2399.

JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J*, 43(9):738–62, 2010. ISSN: 1365-2591.

JAFARZADEH H Y ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. *Int Endod J*, 43(11):945-58, noviembre 2010. ISSN: 1365-2591.

JAFARZADEH H Y ROSENBERG PA. Pulse oximetry: review of a potential aid in endodontic diagnosis. *JOE*, 35(3):329-33, marzo 2009. ISSN: 0099-2399.

JAFARZADEH H. Laser Doppler flowmetry in endodontics: a review. *Int Endod J* 42, 476–90, 2009. ISSN: 1365-2591.

JAFARZADEH H, UDOYE CI, KINOSHITA J. The application of tooth temperature measurement in endodontic diagnosis: A review. *JOE* 34: 1435–40, 2008. ISSN: 0099-2399.

JESPERSEN JJ, HELLSTEIN J, WILLIAMSON A, JOHNSON WT Y QIAN F. Evaluation of Dental Pulp Sensibility Tests in a Clinical Setting. *JOE*, 40(3): 351–354, marzo 2014. ISSN: 0099-2399.

KAHAN RS, GULABIVALA K, SNOOK M y SETCHELL DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. *JOE*, 22 (3): 105-109, marzo 1996. ISSN: 0099- 2399.

LEY N° 26.529. Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de noviembre de 2009.

MARTIN D, AMOR J, MACHTOU P. Mechanized endodontics: the ProTaper system, principles and clinical protocol. *RevOdont Stomatol*, 31: 33–42, 2002. ISSN: 0797-0374.

MUMFORD JM. Thermal and Electrical Stimulation of Teeth in the Diagnosis of Pulpal and Periapical Disease. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 60 (2): 197-200, febrero 1967. ISSN: 0035-9157.

NÄRHI M, VIRTANEN A, KUHTA J, HUOPANIEMI T. Electrical stimulation of teeth with a pulp tester in the cat. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 87: 32–38,1979. ISSN: 0029-845X.

NG YL, MANN V, y GULABIVALA K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J*, 44(7): 610–625, 2011. ISSN: 1365-2591.

PANTERA EA JR, ANDERSON RW, PANTERA CT. Reliability of electric pulp testing after pulpal testing with dichlorodifluoromethane. *JOE*, 19: 312–314, 1993. ISSN: 0099-2399.

PATRO S, METO A, MOHANTY A, CHOPRA V, MIGLANI S, DAS A, LUKE AM, HADI DA, METO A, FIORILLO L, KAROBARI MI, WAHJUNINGRUM DA, y PAWAR AM. Diagnostic Accuracy of Pulp Vitality Tests and Pulp Sensibility Tests for Assessing Pulpal Health in Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15): 9599, agosto 2022. ISSN: 1660-4601.

PETERS OA, PETERS CI, SCHÖENBERGER K, BARBAKOW F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape. *Int Endod J*, 36: 86–92, 2003. ISSN: 1365-2591.

PITT FORD TR Y PATEL S. Technical equipment for assessment of dental pulp status. *Endodontic Topics*, 7(1): 2-13, julio 2004. ISSN: 1601-1538.

PONGIONE G, POMPA G, MILANA V, DI CARLO S, GIAN SIRACUSA A, NICOLINI E, DE ANGELIS F. Flexibility and resistance to cyclic fatigue of endodontic instruments made with different nickel-titanium alloys: a comparative test. *Annali di Stomatologia (Roma)*, 3(3-4): 119–122, 2012. ISSN: 1971-1441.

RICUCCI, D., y LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, Part 2. A histological study. *Int Endod J*, 31(6), 394–409, 1998. ISSN: 1365-2591.

RUDDLE CJ. The ProTaper technique *Endodontic Topics*, 10, 187–190, 2005. ISSN: 1601-1538.

RUDDLE CJ. The ProTaper endodontic system. *Endodontic Practice*, 5, 34–44, 2002. ISSN: 1465-9417.

RUDDLE CJ. The ProTaper technique: Endodontics made easier. *Dentistry Today*, 20(10), 57–62, 2001. ISSN: 8750-2186.

SCHILDER H. Filling root canals in three dimensions. *Dental Clinics of North America*, 11(2), 723–744, 1967. ISSN: 0011-8532.

SCHNETTLER JM, WALLACE JA. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulpal vitality. *JOE*, 17(10):488-90, octubre 1991. ISSN: 0099-2399.

SELTZER S, BENDER IB, ZIONTZ M: The dynamics of pulpal inflammation: correlation between diagnostic data and actual histological findings in the pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 16: 846-871, julio 1963. ISSN: 2212-4411.

SHEN Y, CHEUNG GS, BIAN Z y PENG B. Comparison of defects in profile and protaper systems after clinical use. *JOE*, 32 (1): 61-65, enero 2006. ISSN: 0099-2399.

SIQUEIRA, J. F. JR., FAVIERI, A., GAHYVA, S. M., MORAES, S. R., LIMA, K. C., y LOPES, H. P. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *JOE*, 26(5), 274–277, 2000. ISSN: 0099-2399.

SJÖGREN U, FIGDOR D, PERSSON S, y SUNDQVIST G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*, 30(5): 297–306, 1997. ISSN: 1365-2591.

SUNDQVIST G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps. [Tesis doctoral, University of Umeå, Suecia] AÑO 1976.

TORABINEJAD Mahmoud y WALTON Richard. Endodontics: principles and practice. 4ª Edición. St. Louis, 2009, Saunders. ISBN-10: 1416038515. ISBN-13: 978-1416038511.

VAN DER SLUIS LWM, VERSLUIS M, WU MK, y WESSELINK PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*, 40(6): 415–426, 2007. ISSN: 1365-2591.

VERTUCCI FJ, SEELIG A, GILLIS R. Root canal morphology of the human maxillary second premolar. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 38: p.456, 1974. ISSN 0030-422.

VERTUCCI FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 58(5):589-599, 1984. ISSN 0030-422.

YE J, GAO Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *JOE*, 38 (1):105–107, 2012. ISSN: 0099-2399.

ZEHNDER M. Root canal irrigants. *JOE*, 32(5), 389–398, 2006. ISSN: 0099-2399.

Paciente 8

Caso Clínico N° 9. Pieza dentaria 2.4

Paciente femenina, de 30 años de edad, concurre a la consulta de la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Rosario derivada por el Servicio de Guardia de la misma institución. En dicho servicio, la paciente fue atendida por presentar un cuadro de dolor agudo en la pieza 2.4, motivo por el cual se le realizó la cavidad de acceso como tratamiento de urgencia. Como medicación analgésica se le indicó ibuprofeno 600 mg cada 8 horas.

Al momento de la consulta se confeccionó la historia clínica correspondiente, sin hallarse antecedentes médicos de relevancia que contraindiquen la realización del tratamiento endodóntico.

En el examen extraoral no se observaron signos de tumefacción ni presencia de fístulas. La palpación de los ganglios linfáticos regionales no evidenció adenopatías.

Durante el examen intraoral se constató una higiene oral deficiente. Se identificó la presencia de una prótesis parcial removible superior desadaptada, que no reemplazaba adecuadamente todas las piezas dentarias ausentes. En la pieza 2.4 se observó una restauración provisoria, compatible con la cavidad de apertura previamente realizada de urgencia según lo referido por la paciente. No se evidenció tumefacción, abombamiento en las tablas óseas vestibular o palatina ni fístulas. Al sondaje periodontal se descartó la presencia de trayectos fistulosos transperiodontales. Asimismo, no se registró movilidad dentaria ni dolor a la presión oclusal.

Una evaluación precisa del estado de salud de la pulpa dental, paso clave para el diagnóstico exitoso de enfermedades orales, se logra mediante una historia clínica detallada, exámenes clínicos y radiográficos minuciosos y el uso de pruebas diagnósticas especiales (Cooley *et al.*, 1984). Las pruebas de sensibilidad pulpar (térmicas y eléctricas) se han utilizado para determinar indirectamente el estado de salud de la pulpa dental mediante la evaluación de la respuesta nerviosa (Gopikrishna *et al.*, 2009). La técnica ideal para la evaluación del estado pulpar debe cumplir con los siguientes criterios: ser no invasiva, indolora, estandarizada, reproducible, confiable, de bajo costo y de fácil implementación clínica (Chambers, 1982). Sin embargo, las pruebas de sensibilidad pulpar que se utilizan actualmente tienen el potencial de producir una sensación desagradable y, por lo tanto, existe un elemento subjetivo en su interpretación

(Bhaskar y Rappaport, 1973, Klein, 1978). La prueba de frío puede considerarse el método principal de prueba pulpar en la práctica clínica (Balevi, 2019). Puede proporcionar resultados confiables y reproducibles, es fácil de usar y ofrece resultados rápidos (White y Cooley, 1977). Un método común para la prueba de frío es el uso de un spray refrigerante (Ingle *et al.*, 2008), se realiza colocando una torunda de algodón embebida en spray de enfriamiento (a base de gas butano y propano o a base de tetrafluoroetano) en las caras vestibulares de las piezas dentarias (Jafarzadeh y Abbott, 2010). Se debe mantener en contacto con la superficie dentaria durante 5 segundos o hasta que el paciente comience a sentir dolor (Hargreaves y Cohen, 2011). Con el objetivo de obtener valores de referencia, se realizó primero la prueba de sensibilidad al frío en otras piezas dentarias del mismo cuadrante y contralaterales, las cuales respondieron dentro de parámetros normales. Finalmente, se aplicó el estímulo en la pieza 2.4, que no presentó respuesta positiva al test.

Se realizó una radiografía digital (Figura 1) con radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la-Vallée, Francia).



Figura 1. Radiografía preoperatoria.

En la imagen se observó una zona radiopaca coronaria extensa con compromiso de la cámara pulpar compatible con material restaurador provisorio del tratamiento de urgencia referido por la paciente. A nivel radicular, se identificó un conducto radicular bastante estrecho, con una ligera curvatura entre el tercio medio y apical. En la zona del ligamento periodontal se observó una imagen doble, que podría estar indicando la presencia de una segunda raíz o una bifurcación radicular. La lamina cortical se encontraba conservada y el trabeculado óseo tenía aspecto normal.

Conforme a los datos recabados se arribó a los siguientes **diagnósticos pulpar y periapical** (AAE, 2009): **Tratamiento Endodóntico Iniciado y Tejido Periapical Normal**.

En cumplimiento de la Ley N.º 26.529 (2009), se informó a la paciente sobre su estado de salud bucal e higiene oral, así como el plan de **tratamiento propuesto** consistente en la realización de un **tratamiento endodóntico en la pieza 2.4**. Se detallaron los objetivos del procedimiento, los beneficios esperados, las posibles desventajas, incluyendo riesgos, molestias y efectos adversos previsibles. Asimismo, se le brindó información sobre los tratamientos alternativos disponibles y sus respectivas ventajas, así como sobre las consecuencias de no realizar el tratamiento indicado. Una vez brindada toda la información de manera clara y comprensible, la paciente otorgó su consentimiento por escrito mediante la firma del formulario correspondiente, tras lo cual se procedió a iniciar el tratamiento planificado.

El tratamiento se empezó con la analgesia mediante el bloqueo del nervio dentario medio con una técnica infiltrativa supraperióstica utilizando jeringa Carpule, aguja descartable hipodérmica corta de 21 mm (Misawa, Tokyo, Japón) y una solución anestésica de Carticaína Clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100.000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina).

El aislamiento se llevó a cabo con arco de Young plástico (Evoden™, Jiangsu, China), goma dique 5"x 5" (Sanctuary®, Perak, Malaysia) y clamp # 208 (Hu-Friedy Chicago, Estados Unidos). Se procedió al embrocado del campo operatorio utilizando una torunda de algodón embebida en hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, CABA, Argentina), aplicándolo desde la pieza dentaria hacia la periferia. Esta medida tuvo como objetivos: reducir la carga microbiana, disminuir el riesgo de contaminación cruzada durante el tratamiento, mejorar la seguridad del procedimiento tanto para el paciente como para el profesional y establecer un campo operatorio limpio y controlado, condición indispensable para la ejecución de procedimientos clínicos de alta precisión (Ingle *et al.*, 2008).

Una vez aislado el campo operatorio se eliminó la obturación provisoria con piedra diamantada troncocónica montada en turbina.

Una pieza sin tejido pulpar funcional debe considerarse como "pulpa necrótica" a los efectos clínicos (AAE, 2022), donde no solo se encuentra afectado el tejido pulpar sino también las paredes dentinarias. Estas condiciones transforman la cavidad pulpar en un ambiente ideal para el desarrollo microbiano, debido a la presencia de sustratos como restos pulpares, la carencia de defensas por ausencia de irrigación y niveles variables

de oxígeno. Así, los microorganismos pueden infectar los túbulos dentinarios y aprovechar la permeabilidad dentinaria para colonizar y proliferar (Spoleti y Blotta, 2019).

Se completó la cavidad de acceso, extendiéndola hacia vestibular y palatino, hasta eliminar todo el techo cameral y exponer el orificio de entrada de ambos conductos. La extensión cuidadosa de la cavidad permitió un acceso adecuado para la instrumentación y la irrigación, facilitando así la eliminación del tejido necrótico y la descontaminación del sistema de conductos (Siqueira y Lopes, 1999). Se colocó una torunda impregnada con hipoclorito de sodio al 2,5% por dos minutos en la cámara pulpar, debido a que diversos estudios evidencian la eficacia del hipoclorito de sodio en la eliminación de bacterias y biofilm dentro del sistema de conductos radiculares (Haapasalo *et al.*, 2010; Zehnder, 2006). Se realizó un reconocimiento táctil con un explorador endodóntico, lo que permitió localizar la entrada de los conductos radiculares, identificándose un conducto vestibular y otro palatino. La exploración inicial de los conductos fue llevada a cabo con lima lisa tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Con movimiento de vaivén se ingresó a los mismos, realizando una irrigación dinámica con hipoclorito de sodio al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D, CABA, Argentina). Este paso tuvo como finalidad realizar una primera interpretación de la permeabilidad de los conductos, su distribución anatómica, la presencia de calcificaciones y posibles curvaturas. A pesar de que existen diferentes técnicas de instrumentación, la mayoría de los autores coinciden en que la preparación del conducto debe iniciarse a partir del primer instrumento que ajuste en el ápice, y el conducto debe ensancharse en relación con el diámetro de este instrumento. Esta sensación de ajuste de la lima no ocurre necesariamente porque el instrumento contacte con la constricción apical, sino que puede ser el resultado de una interferencia en el tercio coronal o medio del conducto (Leeb, 1983). Las irregularidades en las paredes del conducto y/o las curvaturas de la raíz podrían interferir en la habilidad del clínico para determinar el contacto y el ajuste del instrumento en la zona apical. Por ello, al abordar conductos curvos es ventajoso remover las posibles interferencias del tercio coronal y medio a través del preensanchamiento de estos, antes de llevar a cabo la preparación del tercio apical (Goering *et al.*, 1982; Morgan y Montgomery, 1984). El ensanchamiento previo del tercio coronal aumenta significativamente la sensibilidad táctil y un experto puede detectar la constricción apical hasta en el 75 % de los casos (Stabholtz *et al.*, 1995). Además de mejorar la sensación táctil, ayuda a conseguir un acceso en línea recta hacia el ápice y por lo tanto ayuda también a calibrar mejor la zona apical y permite obtener mediciones más correctas con los localizadores electrónicos de ápices, minimizando los riesgos de

transportaciones o deformaciones del conducto y creando un reservorio efectivo para la solución irrigadora (Goering, 1982).

Este abordaje corono-apical se puede realizar con instrumentos manuales o rotatorios. La utilización de instrumentos rotatorios posee ventajas sobre los manuales, principalmente, porque se reduce el tiempo de trabajo operatorio y la conicidad, la suavidad y la uniformidad de la preparación se ven mejoradas (Abou-Rass y Jastrab, 1982). Uno de los instrumentos más comúnmente utilizados para ensanchar el tercio coronal han sido las fresas de Gates-Glidden pero, con el advenimiento de los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio, los denominados "orifice shapers" como por ejemplo: SX (Protaper Universal y Protaper Gold) y One Flare (Mtwo Orifice Opener), se ha ganado en seguridad por su diseño y flexibilidad y se han reducido las complicaciones que podría provocar la utilización de las fresas de Gates-Glidden tales como el desgaste excesivo de las paredes del conducto, la formación de escalones y el riesgo de perforar lateralmente la raíz.

Es muy importante tener en cuenta que el abordaje corono-apical en los conductos curvos debe realizarse previamente a la determinación de la longitud de trabajo porque produce un acceso en línea recta que provocará una reducción significativa de la longitud original del conducto, que podría llevar a la sobreinstrumentación y a la sobreobturación si se utiliza una medición realizada antes del ensanchamiento coronal (Goering *et al.*, 1982; Gutmann y Leonard, 1995; West y Roane, 1998).

En este caso se procedió a realizar el abordaje corono-apical utilizando fresas Gates-Glidden. Las fresas de Gates Glidden® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) son de acero inoxidable, tienen un tallo largo y su extremo cortante es corto en forma de llama. Se comercializan en juegos numerados #1, 2, 3, 4, 5, 6 y poseen un anillo de identificación grabado en el tallo que indica su tamaño. Se utilizan a baja velocidad en sentido horario, con movimientos de entrada y salida en el tercio coronal y medio dependiendo de la anatomía del conducto (Hargreaves y Cohen, 2011; Soares y Goldberg, 2012). La selección del tamaño del instrumento y la profundidad a que trabajan depende de la anatomía del conducto radicular a abordar. En este caso se utilizaron fresas de Gates Glidden® # 1 y 2 en orden decreciente y en longitud de penetración creciente (longitud estimativa establecida a través de la radiografía preoperatoria), accionadas por un contraángulo 1:1 con movimiento de entrada y salida, corroborando el deslizamiento y permeabilidad por ambos conductos con la lima tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) e irrigación dinámica entre una fresa y otra.

El éxito del tratamiento del conducto radicular depende de la eliminación del tejido pulpar infectado, material necrótico y microorganismos del conducto radicular y de lograr un relleno homogéneo de todo el conducto (Sjogren *et al.*, 1997). Uno de los factores claves para lograr resultados predecibles en todo tratamiento endodóntico es establecer un correcto límite apical para la preparación quirúrgica y el sellado del sistema de conductos radiculares (Elayouti *et al.*, 2022). Respetando los principios biológicos y mecánicos de la preparación quirúrgica, los procedimientos de conformación y obturación deben limitarse al interior del sistema de conductos radiculares (Schilder, 1974). Por lo tanto, determinar una longitud de trabajo precisa (LT) es uno de los pasos más importantes de la terapia endodóntica (Ricucci, 1998). La longitud de trabajo (LT) se ha definido como “la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto en el que deben finalizar la preparación y la obturación del conducto” (AAE, 2003). La instrumentación y obturación del sistema endodóntico radicular deben finalizar en la constricción apical (Kuttler, 1955). El límite CDC (conducto dentina-cemento), que es la transición entre el tejido pulpar y periodontal, junto con la constricción apical (zona naturalmente más estrecha del conducto radicular) son los puntos de referencia de elección para preservar la anatomía apical durante las maniobras de conformación. Estudios anatómicos han demostrado que la constricción apical se encuentra a una distancia de 0.5–1.0 mm del foramen externo o foramen mayor (Kuttler, 1955; Green, 1960). Sin embargo, localizar la constricción apical clínicamente representa un desafío debido a su posición y topografía (Dummer *et al.*, 1984). Muchos estudios han demostrado que al ser zonas tridimensionalmente irregulares, variables y difíciles de establecer clínicamente no se las puede considerar un límite neto (Ricucci y Langeland, 1998; Spoletti y Blotta, 2019; Nekoofar *et al.*, 2006).

Las imágenes radiográficas son representaciones bidimensionales de estructuras tridimensionales por lo que su precisión es limitada y su interpretación radiográfica subjetiva (Schaeffer *et al.*, 2005). Sin embargo, el ápice radiográfico es considerado como referencia en la búsqueda de parámetros concretos para determinar el límite apical de la preparación quirúrgica y obturación, estableciéndose dicho límite a una longitud entre 0,5 y 1mm por debajo del ápice radiográfico, que es donde se encontrarían generalmente el foramen apical menor y la menor constricción apical (Kuttler, 1955; Nekoofar *et al.*, 2006; ESE, 2006). Una preparación quirúrgica que no respete este límite podría producir una limpieza y sellado insuficiente, irritación y dolor postoperatorio, derivando en un tratamiento con pronóstico incierto (Ricucci y Langeland, 1998; Czornobay *et al.*, 2024). La patología pulpar no afecta significativamente la precisión en la determinación de la longitud de trabajo,

manteniéndose los mismos criterios independientemente de la patología (Keratiotis *et al.*, 2019).

Métodos utilizados para determinar la longitud de trabajo

Para la determinación de la longitud de trabajo se debe tener en cuenta la evaluación de radiografías preoperatorias y el conocimiento de la longitud promedio de la pieza a tratar. Los métodos para la determinación de la longitud de trabajo pueden agruparse en táctil, radiográficos y electrónicos (Mancini *et al.*, 2011). En cualquier caso, es necesario tener un punto de referencia coronal que debe ser reproducible y mantenerse estable en las etapas posteriores del tratamiento endodóntico.

- Método Radiográfico

La imagen radiográfica constituye un recurso imprescindible antes de iniciar cualquier tratamiento, ya que proporciona información sobre las características anatómicas, morfológicas y posibles alteraciones anatomopatológicas de la cámara pulpar, los conductos y la zona perirradicular (Forsberg 1987). En ella deben apreciarse las dimensiones en altura y ancho, la disposición de los cuernos pulpares, y la posible presencia de calcificaciones. Además, aporta datos sobre el número de conductos radiculares, su longitud aproximada, dirección, calibre, curvaturas, estrechamientos, el grado de maduración de las raíces, y la presencia de lesiones perirradiculares (Lopreite y Basilaki 2015). La radiografía en la determinación radiográfica de la longitud de trabajo (LT) presenta limitaciones como su carácter bidimensional, la superposición de estructuras que puede dificultar la interpretación precisa de algunos detalles anatómicos, distorsión, acortamiento y alargamiento de la imagen y la variabilidad en la interpretación. Incluso cuando se utiliza la técnica de paralelismo, se ha encontrado que el alargamiento de las imágenes puede ser de aproximadamente un 5% (Van de Voorde y Bjorndahl, 1969). Determinar con precisión la LT durante el tratamiento endodóntico representa un desafío. La angulación vertical y horizontal del cono, la posición de la película, la inclinación del diente y problemas en el revelado de la película pueden influir en la determinación de la LT a partir de radiografías (Goldman *et al.*, 1972). El método fue descrito por Ingle (Ingle y Bakland, 2002) hace más de 50 años y consiste en introducir un instrumento endodóntico de pequeño calibre dentro del conducto hasta una distancia predeterminada en la radiografía preoperatoria, ajustar un tope de goma sobre una referencia dentaria estable y reproducible y hacer una radiografía periapical con el instrumento colocado en posición. Es un método universalmente aceptado que, por su sencillez y fiabilidad, puede ser utilizado solo, o como complemento de otros sistemas. El uso conjunto de radiografías y localizadores electrónicos proporciona una mayor

precisión (El Ayouti *et al.*, 2002) y la verificación radiográfica de la LT sigue siendo deseable (Fouad *et al.*, 1990).

- Método Táctil

No debe olvidarse que la primera toma de contacto con el interior del diente a tratar endodónticamente es la exploración táctil del conducto radicular y que esta maniobra nos proporcionará información acerca del calibre del conducto, curvatura, y posibles obstrucciones o estrechamientos; por lo que en estos casos la sensación táctil será un elemento más a tener en cuenta en la detección de la constricción apical. La determinación táctil consiste en la introducción de un instrumento manual de un calibre acorde al diámetro del conducto (valorado en la radiografía preoperatoria) hasta percibir táctilmente la resistencia en su avance. Esto supone el punto donde se encuentra la máxima constricción apical. La eficacia de esta técnica brinda localizaciones erróneas en presencia de curvaturas bruscas, calcificaciones o ápices abiertos (Seidberg *et al.*, 1975; Castellucci y Becciani, 1988). Por lo tanto, este método por sí mismo podría resultar poco exacto, pero puede utilizarse perfectamente como complementario a la utilización de las radiografías y de los localizadores de ápices.

- Determinación de la longitud de trabajo por medios electrónicos

Los localizadores apicales electrónicos (LAE) son dispositivos que determinan la longitud de trabajo de un conducto radicular. Su objetivo principal es localizar el foramen apical o la constricción apical, ayudando a evitar sobreinstrumentaciones o subinstrumentaciones durante el tratamiento endodóntico (AAE, 2022). El principio operativo para determinar la longitud de trabajo varía en función de los dispositivos, mientras que los más simples y antiguos median la resistencia al paso de una corriente eléctrica a través los distintos tejidos del organismo, los más modernos miden la impedancia de estos (relación entre la tensión alterna aplicada a un circuito y la intensidad de la corriente producida) utilizando una, dos o varias frecuencias de paso de una corriente alterna (Nekoofar *et al.*, 2006) y se mide en ohmio. Todos los localizadores apicales emplean el cuerpo humano para cerrar el circuito. Un lado del circuito del localizador apical se conecta a un instrumento endodóntico y el otro se conecta al cuerpo del paciente. El circuito se completa cuando el instrumento endodóntico avanza en sentido apical en el conducto radicular hasta que entra en contacto con el tejido periodontal. La pantalla en el localizador apical indica que se ha llegado a la zona apical.

En 1918 Custer fue el primero en comunicar el empleo de corriente eléctrica para determinar la longitud de trabajo (Custer, 1918). Esta obra es fundamental para entender la evolución histórica del diagnóstico y tratamiento endodóntico, pero la base científica de los localizadores apicales se originó con las investigaciones realizadas por Suzuki en 1942 donde investigó la conductividad eléctrica de los tejidos dentales y el principio de iontoforesis (aplicar corriente galvánica de forma controlada) para aplicaciones odontológicas (Suzuki, 1942). Sus experimentos sentaron las bases para el desarrollo posterior de los localizadores electrónicos de ápice radicular, al demostrar cómo las diferencias en la conductividad eléctrica podían utilizarse para determinar la posición del foramen apical. Este trabajo es considerado uno de los primeros en explorar el uso de señales eléctricas para medir con precisión la longitud del conducto radicular en endodoncia. En su investigación in vivo utilizando en perros corriente directa, descubrió que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal tenían un valor constante de 6,5 kiloohms e informó que la resistencia eléctrica entre un instrumento insertado en el conducto radicular y un electrodo ubicado en la mucosa oral registran valores constantes. El instrumento al avanzar por el conducto, entra en contacto con el ligamento periodontal y completa el circuito eléctrico.

En 1960, Gordon fue el segundo en presentar un dispositivo diseñado para medir eléctricamente la longitud de los conductos radiculares (Gordon, 1960). Este instrumento buscaba mejorar la precisión en la determinación del límite apical durante el tratamiento endodóntico, facilitando una mejor preparación y limpieza del conducto. El trabajo de Gordon contribuyó al desarrollo de tecnologías posteriores y representa un paso significativo en la evolución de la instrumentación endodóntica.

Pero Sunada adoptó el principio comunicado por Suzuki y fue el primero en describir en detalle un dispositivo clínico simple para medir la longitud de trabajo en los pacientes (Sunada1962). Sunada introdujo un método innovador para medir la longitud del conducto radicular mediante un dispositivo electrónico basado en la medición de la resistencia eléctrica. Este trabajo es pionero en la creación del primer localizador electrónico de ápice clínicamente viable, que permitió mejorar significativamente la precisión en la determinación del límite apical durante el tratamiento endodóntico. La técnica propuesta por Sunada sentó las bases para el desarrollo de generaciones posteriores de localizadores apicales electrónicos. Este autor usó un ohmómetro de corriente directa simple para medir la resistencia constante de 6,5 kiloohms entre la mucosa oral y el periodonto fueran cuales fueran el tamaño o la forma de los dientes. El

dispositivo utilizado por Sunada en su investigación se convirtió en la base para la mayor parte de los localizadores apicales.

La clasificación de los LEAs se basa en el tipo de flujo de corriente y la oposición a él, así como el número de frecuencias implicadas (Pommer y Camps, 2001)

Localizadores de 1° generación: También conocidos como de resistencia (McDonald, 1992). Miden la oposición (resistencia) al flujo de corriente directa (continua). Tenía como principales desventajas el dolor percibido por los pacientes y las lecturas inexactas en presencia de humedad o fluidos endodónticos (sangre, pus, exudado, irrigantes). Estos dispositivos dependían de la diferencia de potencial entre la lima endodóntica y un electrodo conectado al cuerpo del paciente, pero eran muy sensibles a las condiciones del entorno intraconducto (Singh *et al.*, 2015). Actualmente están en desuso.

Localizadores de 2° generación: También conocidos como de impedancia miden la oposición al flujo de la corriente alterna o impedancia. Se logró una precisión clínica notable con desviaciones en promedio inferiores a 1 mm, marcando un avance significativo en comparación con métodos radiográficos tradicionales. La principal desventaja es que el conducto radicular tiene que estar razonablemente libre de materiales electro-conductores para obtener cifras exactas. La presencia de tejido y soluciones de irrigación electro-conductoras en el conducto cambia las características eléctricas y lleva a mediciones inexactas por lo general más cortas (Fouad y Krell, 1989).

Localizadores de 3° generación: El primer localizador apical de 3ra fue descrito por Yamaoka (Yamaoka *et al.*, 1989). Se basan en el principio de impedancia comparativa o análisis multifrecuencia, utilizan dos corrientes alternas de diferente frecuencia que fluyen simultáneamente. A medida que la lima avanza por el conducto radicular, el dispositivo compara los valores de impedancia de ambas frecuencias. Cuando la lima se aproxima al foramen apical, la relación entre las impedancias cambia, lo que es interpretado por el dispositivo como la longitud de trabajo. Es preciso incluso en presencia de fluidos (sangre, irrigantes, exudado), lo cual lo hace más confiable que generaciones anteriores.

-Endex (Osada Electric Company, Los Ángeles California y Japón) (Osada Electric Co. 1990).

-El APEX FINDER A.F.A (Sybron Endo/Analytic; Orange, California) (Sybron Endo Analytic Technology, 1997).

-ROOT ZX (J. Morita Mfg.Co.; Irvine, California y Japón).

Estos equipos mostraron ser más confiables y adecuados para el uso clínico rutinario en condiciones menos ideales (Camargo *et al.* 2009).

Localizadores de 4ª generación: Los localizadores de cuarta generación representaron un salto cualitativo importante al medir impedancias en múltiples frecuencias simultáneamente, utilizando algoritmos avanzados que permiten discriminar entre señales reales y artefactos. Gracias a esto, ofrecen una mayor fiabilidad clínica incluso en conductos con líquido, sangre, o tejidos remanentes. Además, estos dispositivos permiten una mejor adaptabilidad clínica sin necesidad de secado absoluto del conducto (Mulay y Dighe, 2014). Tienen mayor precisión que las generaciones de la 1ª a la 3ª y retroalimentación visual y auditiva con pantallas digitales con sonidos indicadores del avance de la lima.

Ejemplos de localizadores apicales de 4ta generación:

Apex ID – Kerr Endodontics

Propex pixi. **Maillefer / Dentsply** Suiza

Localizadores de 5ta generación: Son dispositivos electrónicos de última tecnología que suele incorporar inteligencia artificial, sensores mejorados y procesamiento digital avanzado para aumentar aún más la precisión y adaptarse mejor a condiciones clínicas variables.

Características típicas de la 5ª generación:

- Alta precisión en presencia de líquidos: Funcionan con exactitud incluso si hay presencia de irrigantes como hipoclorito de sodio, sangre, exudado o saliva.
- Tecnología multifrecuencia: Utilizan múltiples frecuencias simultáneamente para mejorar la exactitud de la medición, diferenciando tejidos y estructuras internas del diente.
- Análisis de impedancia avanzada: Miden la impedancia eléctrica con algoritmos más complejos que interpretan mejor los datos recogidos.
- Visualización en tiempo real: Pantallas digitales con representación gráfica del avance de la lima en el conducto.
- Mayor estabilidad: Poca variabilidad en los resultados, independientemente del entorno clínico.

- Integración digital: Algunos modelos pueden conectarse a unidades de endodoncia motorizadas o guardar datos para registros clínicos.
- Uso de inteligencia artificial (IA) para interpretar señales.
- Mejor compensación de interferencias en ambientes con mucha humedad o presencia de materiales conductores.
- Detección más rápida y precisa del foramen apical y del punto de terminación apical.
- Integración con sistemas digitales y software para mayor control clínico.

Ejemplos de localizador apical de quinta generación: Ipex II

Recientemente, algunos motores endodónticos cuentan con un localizador electrónico de ápices integrado que permite el monitoreo simultáneo de la longitud de trabajo durante la preparación del conducto radicular (Monteiro Czornobay *et al.*, 2024) como es el localizador electrónico de ápices del motor endodóntico (Endo Radar®, Woodpecker, Guilin, Guangxi, China)

Ventajas clínicas de los localizadores apicales electrónicos: Los localizadores apicales ofrecen múltiples ventajas en la práctica clínica. Entre las más destacadas se encuentran:

- Reducción del número de radiografías necesarias, disminuyendo así la exposición del paciente a la radiación.
- Mayor precisión que las radiografías convencionales para determinar la longitud de trabajo, especialmente en conductos curvos o complejos.
- Disminución del tiempo operatorio, al permitir una localización rápida y confiable del ápice.
- Colaboración en el diagnóstico diferencial de fracturas radiculares horizontales y perforaciones, al detectar alteraciones en la conducción eléctrica.
- Identificación de exposiciones periodontales que pueden interferir con el sellado apical.
- Detección de reabsorciones dentinarias internas y externas, gracias a la interpretación de irregularidades en la lectura del conducto (D'Assunção 2018).

Condiciones de uso de los localizadores apicales electrónicos: Para obtener mediciones precisas y seguras con los localizadores electrónicos de ápice, es importante cumplir con ciertas condiciones clínicas:

- Se recomienda usarlos con frecuencia para adquirir destreza y mejorar la interpretación de las lecturas.
- La pieza dentaria debe estar correctamente aislada, evitando cualquier comunicación entre la cámara pulpar y la cavidad oral.
- El instrumento utilizado como electrodo (lima) no debe entrar en contacto con estructuras metálicas, ya que esto puede alterar la precisión del dispositivo.
- El gancho labial también debe colocarse lejos de restauraciones, muñones o coronas metálicas que podrían interferir con el circuito eléctrico.
- Los conductos deben estar permeables y libres de materiales obturadores para permitir una correcta conducción de la señal.
- Aunque tradicionalmente no se recomienda su uso en pacientes con marcapasos, estudios recientes han demostrado que muchos de estos dispositivos no interfieren con el funcionamiento del marcapasos. Si se mantiene una distancia mínima de 15 cm entre el localizador apical y el marcapasos o sus cables, el riesgo de interferencia es muy bajo o inexistente. Aun así, en práctica clínica, se recomienda precaución y consultar con el cardiólogo cuando se trate a pacientes portadores de marcapasos (Gomes *et al.* 2013).

En este caso realizamos la determinación de la longitud de trabajo con limas flexibles #15 y #20 (K-Flexofile®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) para conducto palatino y vestibular respectivamente, valiéndonos de la ayuda de un localizador electrónico de ápice Propex Pixi® (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza). Conectamos el clip labial a la mucosa oral y el file clip a la lima endodóntica, avanzamos lentamente la lima hasta que el localizador indicó "APEX" o "0.0". Luego, se fijó el tope de goma a la referencia oclusal estable y se registró la longitud de trabajo exacta del conducto (Khadse *et al.*, 2017; Kobayashi y Suda 1994; D'Assunção *et al.* 2018). La medida de cada conducto se corroboró con una radiografía periapical (Figura 2) digital obtenida con un radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia).

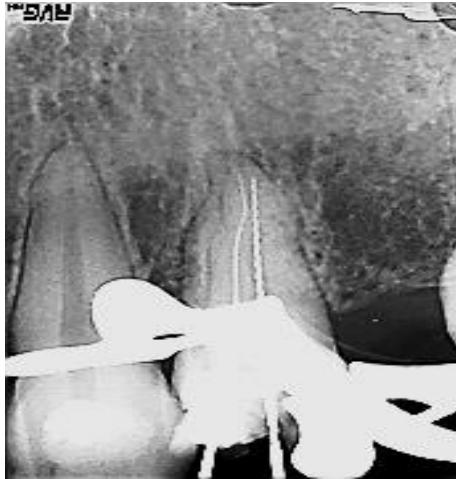


Figura 2. Conductometría (técnica disociada por mesial).

Si bien el extremo de los instrumentos estaba a más de 1 mm del extremo anatómico de las raíces, se decidió instrumentar a esas longitudes ya que táctilmente se sentía una resistencia a esas longitudes, en coincidencia con lo que marcaba el localizador.

Se continuó con la irrigación dinámica de los conductos con Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 2,5% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) mediante el uso de jeringa descartable de 5 mililitros, aguja de irrigación endodóntica con tope de goma, punta inactiva y salida lateral (Tedequim, Córdoba, Argentina), una cánula endodóntica (Dochem Industries Co., Ltd. Shanghai, China) y suctor de alta potencia con el objetivo de disminuir inicialmente la carga microbiana, permitiendo que detritus y/o restos de tejido necrótico que se encontraban dentro del conducto radicular sean removidos.

Una vez establecida la longitud de trabajo, fue momento de realizar la conformación y limpieza del conducto radicular, que consistió en eliminar el contenido orgánico e inorgánico del conducto, conformando un tope apical que contenga a la obturación endodóntica (Schilder, 1974). Para la conformación se pueden emplear las distintas técnicas dependiendo de la anatomía del conducto radicular:

-Técnica estandarizada o secuencial: consiste en instrumentar el tercio apical con limas a la longitud de trabajo determinada, aumentando progresivamente el calibre de los instrumentos hasta establecer el instrumento de memoria que será aquel que ajuste en el tercio apical, tenga un calibre suficiente para obturar y no deforme la anatomía original del conducto. Las cinemáticas de los instrumentos son mediante movimiento de fuerzas balanceadas de Roane (Roane *et al.*, 1985), es decir, impulsión hasta la longitud de

trabajo y $\frac{1}{4}$ giro sentido horario $\frac{3}{4}$ en sentido antihorario con presión apical y tracción) o movimiento de vaivén ($\frac{1}{4}$ de giro en sentido horario, $\frac{1}{4}$ en sentido antihorario y tracción). Conceptualmente el objetivo es trasladar la forma inherente a la parte activa del instrumento al conducto radicular en su conformación, por lo que es una técnica que solo estaría indicada en conductos rectos. La principal desventaja sobreviene al pensar en los conductos curvos donde estas maniobras llevarían a una deformación considerable de la anatomía original (Hargreaves y Cohen, 2011).

-Técnica escalonada o telescópica: es una técnica de conformación apico-coronaria que se utiliza para la preparación de conductos que presentan algún grado de curvatura. Para ello se utilizan limas lisas flexibles o limas tipo K precurvadas accionadas mediante movimientos de vaivén ($\frac{1}{4}$ de giro en sentido horario, $\frac{1}{4}$ en sentido antihorario y tracción) a longitud de trabajo hasta llegar a un instrumento de calibre #25, que será el instrumento de memoria. A partir de este momento, por cada aumento de calibre en los instrumentos, se retrocede 1 mm de la longitud de trabajo (LT) hasta “salvar” la curvatura del conducto radicular. Es de vital importancia la recapitulación con instrumento #25 a LT entre cada retroceso, para mantener permeable el conducto (Clem, 1969). Es indispensable irrigar y aspirar durante la instrumentación para evitar obstrucciones del conducto radicular y mejorar la capacidad de corte de los instrumentos. Un instrumento #25 no tiene la capacidad de limpiar toda la circunferencia del conducto radicular, por otra parte, el ajuste apical de un cono #25 al obturar puede ser una maniobra difícil de llevar a cabo. Por eso puede modificarse la técnica aumentando el calibre de la preparación apical, lo que se conoce como técnica telescópica modificada. Esta técnica consiste en, una vez finalizada la preparación con técnica telescópica, aumentar el diámetro en apical hasta un instrumento #30, #35 o #40 según lo permita el caso.

En este caso clínico la conformación del tope apical se realizó con instrumentos manuales, utilizando una técnica secuencial para el conducto vestibular, determinando como instrumento de memoria una lima K #35, y la técnica escalonada para el conducto palatino determinando como instrumento memoria la lima #25. Finalmente se realizó un limado perimetral con limas Hedstrom (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) #40 y #45, a 3 mm menos de la LT para alisar las paredes y darle a la preparación una conicidad progresiva que facilite la obturación definitiva teniendo la precaución de no realizar desgastes excesivos en aquellas paredes donde el espesor dentinario es menor (zonas de seguridad) y son propensas a una perforación (Hulsmann, Peters y Dummer, 2005).

Se realizó una irrigación con agente quelante EDTA al 17% (ácido etilendiaminotetraacético) (Endoquim, Tedequim S.R.L, Córdoba, Argentina) y se realizó una última irrigación con solución de hipoclorito de sodio al 2,5%. El conducto fue secado con puntas de papel estériles (Meta Biomed, Cheongju-si, Corea) del mismo diámetro que las limas memoria. Estos fueron llevados hasta la longitud de trabajo para que absorban la humedad residual de la irrigación, la maniobra se repitió hasta que las puntas de papel salieron totalmente secas.

Una vez que los conductos estaban conformados y secos se seleccionaron los conos estandarizados del mismo diámetro que las limas de memoria. Se desinfectaron con una solución de Hipoclorito de Sodio en concentración de 2,5% durante un corto período de exposición (1 minuto aproximadamente) para no alterar sus propiedades físicoquímicas (Gomes *et al.*, 2005), ya que se ha demostrado que en su forma original de presentación vienen estériles, pero al manipularlos esta esterilidad se pierde indefectiblemente. Se corroboró el asentamiento de los conos principales mediante prueba táctil, visual y se comprobó radiográficamente con una radiografía digital (Figura 3) utilizando el radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia).

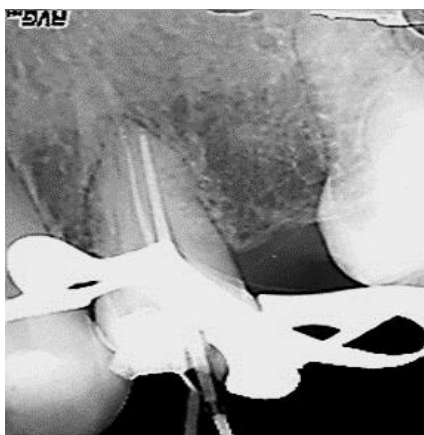


Figura 3. Conometría.

La técnica de obturación seleccionada fue la técnica de condensación lateral en frío que es una de las técnicas más utilizadas en endodoncia por su simplicidad, porque permite controlar con precisión la colocación de la gutapercha, tiene buena adaptación y no requiere equipo sofisticado (Withworth, 2005; Ingle y Bakland, 2002; Schilder, 2006). Se utilizó un agente sellador a base de óxido de zinc-eugenol según la fórmula de Grossman (Farmadental® Laboratorio Ultra D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) que se llevó con espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) dentro del conducto. Se seleccionaron espaciadores digitales A-B-C-D (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) que se preajustaron para poder insertarse a 3 mm de la

longitud de trabajo. Se posicionó el cono principal (Meta Biomed, Osong-eup, Corea) en el interior del conducto hasta asegurarnos llegar a la longitud adecuada. Se introdujo el espaciador y se realizó presión digital lateral hacia una de las paredes del conducto de manera de deformar el cono principal y generar un espacio para permitir la colocación del cono accesorio, se retiró el espaciador y se colocó el cono accesorio. Esta maniobra se repitió hasta que el espaciador de menor calibre penetra no más allá de 2-3 mm dentro del conducto radicular (Withworth, 2005). Se trató de colocar la mayor cantidad de conos posibles y que, en la masa total resultante, el volumen de agente sellador sea el mínimo. El exceso de gutapercha se eliminó con instrumento de Ladmore calentado a rojo cereza y la masa obturatriz se compactó en sentido apical.

Los excesos de cemento fueron eliminados de la cámara pulpar utilizando torundas de algodón embebidas en alcohol. Posteriormente, se colocó una obturación provisoria con cemento de fosfato de zinc (Prothoplast®, San Fernando, Argentina) con el objetivo de lograr un adecuado sellado coronario y prevenir la filtración microbiana proveniente de los fluidos orales hasta que se realizara la rehabilitación definitiva de la pieza dentaria. Una vez completado este paso, se retiró el aislamiento absoluto y se verificaron posibles contactos prematuros mediante papel de articular. Luego, se tomó una radiografía digital postoperatoria utilizando radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la-Vallée, Francia) (Figura 4).



Figura 4. Radiografía postoperatoria.

En la imagen se observó una obturación poco homogénea con algunas zonas de menor densidad radiográfica, principalmente en el conducto palatino. Estas variaciones podrían atribuirse a la dificultad para compactar adecuadamente el material debido a la estrechez y curvatura de dicho conducto. La extensión apical de la obturación en ambos conductos coincidió con la longitud de trabajo previamente determinada.

Finalmente, se le indicó a la paciente la necesidad de realizar la rehabilitación coronaria definitiva en el corto plazo para asegurar el éxito del tratamiento endodóntico y evitar posibles reinfecciones.

CONTROLES A DISTANCIA

-Control a los 5 meses del tratamiento: La paciente se presentó asintomática. En el examen extraoral no se observaron asimetrías faciales ni presencia de fístulas. Durante el examen intraoral se evidenció una mejora en los hábitos de higiene oral, aunque persistía la restauración provisoria en la pieza 2.4, la cual aún conservaba integridad estructural. Por este motivo, se le recomendó realizar la rehabilitación definitiva lo antes posible. La pieza no presentó movilidad ni dolor a la presión oclusal y no se observaron fístulas intraorales.

Radiográficamente, en una imagen obtenida con radiovisiógrafo HDR500 (Handy, Shanghái, China) (Figura 5), se observó que la obturación radicular de ambos conductos conservaba su grado de homogeneidad. La cortical ósea se encontraba preservada y el trabeculado del hueso esponjoso no mostraba signos de radiolucidez apical, lo que sugirió una evolución clínica y radiográfica favorable. Según Sjögren (Sjögren *et al.*, 1990), la ausencia de signos clínicos y radiográficos de patología periapical tras la terapia endodóntica, especialmente dentro de los primeros seis meses, es indicativa de una curación satisfactoria y predice un buen pronóstico a largo plazo.



Figura 5. Control 5 meses.

-Control a los 13 meses del tratamiento endodóntico: La paciente continuaba clínicamente asintomática. Al examen intraoral, se constató que ya se había realizado la restauración coronaria definitiva con resina compuesta, la cual presentaba buen sellado marginal e integridad estructural. Además, se le había colocado una nueva prótesis removible la cual adaptaba correctamente, sin interferencias ni molestias, por lo que la pieza 2.4 también se encontraba funcional. No presentaba movilidad ni sensibilidad a la presión oclusal. No se observaron fístulas intraorales ni trayectos transperiodontales.

Se realizó un examen radiográfico digital con radiovisiógrafo HDR500 (Handy, Shanghái, China) (Figura 6). El tejido óseo periapical mostraba características normales, sin signos de rarefacción ósea ni ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. La obturación radicular conservaba su homogeneidad, lo que sugiere un mantenimiento estable del sellado apical.

La ausencia de signos y síntomas periapicales, junto con la adecuada restauración coronaria, es fundamental para el éxito a largo plazo del tratamiento de conductos (Ng, Mann y Gulabivala, 2011).



Figura 6. Control 13 meses.

-Control a los 23 meses del tratamiento endodóntico: La paciente se presentó clínicamente asintomática. En el examen extraoral, no se evidenciaron asimetrías faciales ni presencia de fístulas. Al examen intraoral, la pieza 2.4 se encontraba funcional, adecuadamente rehabilitada y sin signos clínicos de movilidad, dolor a la percusión ni presencia de trayectos fistulosos.

Se realizó una nueva radiografía digital (figura 7) con sistema RVG HDR500 (Handy, Shanghái, China), en la cual se observó una obturación radicular homogénea. El espacio del ligamento periodontal mantenía un grosor fisiológico, la cortical ósea se encontraba preservada y no se evidenciaron signos de radiolucidez apical.

Estos hallazgos clínicos y radiográficos sugieren una respuesta periapical favorable, confirmando el éxito del tratamiento endodóntico a largo plazo. La ausencia de síntomas clínicos junto con la integridad del tejido óseo periapical en controles posteriores al año es un fuerte indicador de curación periapical y mantenimiento del éxito endodóntico (Tronstad *et al.*, 2000).



Figura 15. Control 23 meses.

BIBLIOGRAFÍA

AAE. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *JOE*, 35 (12): 1634, 2009. ISSN: 0099-2399.

ABOU-RASS M, JASTRAB R. The use of rotary instruments as auxilliary aids to root canal preparation of molars. *JOE*, 8: 78,1982. ISSN: 0099-2399.

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Glossary of Endodontic Terms (11th ed.). Chicago, IL: AAE. 2022

BALEVI B. Cold pulp testing is the simplest and most accurate of all dental pulp sensibility tests. *Evidence-based dentistry*, 20 (1): 22–23, marzo 2019. **ISSN impreso:** 1462-0049, **ISSN electrónico 1476-5446**

BHASKAR, S. N., y RAPPAPORT, H. M. Dental vitality tests and pulp status. *The Journal of the American Dental Association*, 86(2):409–411, 1973. ISSN: 0002-8177

CASTELLUCCI, A., BECCIANI, R. Motivazione biologiche dell'otturazione canalare. *Giornale di Endodonzia*, 2: 16,1988. ISSN **1121-4171**. ISSN electrónico es **1971-1425**

CHAMBERS IG. The role and methods of pulp testing in oral diagnosis: a review. *Int Endod J*, 15: 1–15, 1982. ISSN: 1365-2591

CLEM W. Endodontics: the adolescent patient. *Dental Clinics of North America*, 13(2):483-493, 1969. ISSN: 0011-8532

COOLEY RL, STILLEY J, y LUBOW RM. Evaluation of a digital pulp tester. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 58: 437–442, 1984. ISSN (print): 0030-4229

CUSTER LE. Exact methods of locating the apical foramen. *National Dental Association Journal*, 5: 815–817, 1918. ISSN 1050-530X

D'ASSUNÇÃO, FLC., ALBUQUERQUE, DS., SALAZAR-SILVA, JR., y SILVA, PGB. Electronic apex locators: A literature review. *Brazilian Dental Journal*, 29(6): 517–523, 2018. ISSN: 0103-6440, e-ISSN: 1806-4760

DUMMER PMH, MCGINN JH y REES DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J*, 17: 192-198, 1984. ISSN: 1365-2591

ELAYOUTI A, WEIGER R, LOST C. The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. *JOE*, 28:116–119, 2002. ISSN: 0099-2399

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*, 39(12):921-930, 2006. ISSN: 1365-2591

FORSBERG J. Radiographic reproduction of endodontic working length comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 64, 353– 360, 1987. ISSN:0030-4220

FOUAD AF, KRELL KV, MCKENDRY DJ, KOORBUSCH GF, y OLSON, RA. A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. *JOE*, 16(1), 446–449, 1990. ISSN: 0099-2399

FOUAD AF, KRELL KV. In vitro comparison of five root canal length measuring instruments. *JOE*, 15:577, 1989. ISSN: 0099-2399

GOERIG AC, MICHELICH RJ y SCHULTZ HH. Instrumentation of root canals in molar using the stepdown technique. *JOE*, 8 (12): 550-554, 1982. ISSN: 0099-2399

GOLDMAN M, PEARSON AH, DARZENTA N. Endodontic success: ¿who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 33:432–7, 1972. ISSN **0030-4220**

GOMES BPFA, VIANNA ME, MATSUMOTO CU, ROSSI VDE P, ZAIA AA, FERRAZ CC, SOUZA FILHO FJ. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium

hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100(4):512-517, 2005. ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X

GÓMEZ, G., DURAN-SINDREU, F., JARA CLEMENTE, F., GAROFALO, R. R., GARCIA, M., BUENO, R., y ROIG, M. The effects of six electronic apex locators on pacemaker function: An in vitro study. *Int Endod J*, 46(5): 410–415, 2013. ISSN: 1365-2591

GOPIKRISHNA V, PRADEEP G, y VENKATESHBABU N. Assessment of pulp vitality: A review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 19(1): 3–15, 2009. ISSN (impreso): 0960-7439 / e-ISSN: 1365-263X

GORDON E. An instrument for measuring the length of root canals. *Dental Practitioner*, 11(3): 86–88, 1960. ISSN: **0011-8729**.

GREEN D. A stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 13:728–733,1960. ISSN: 0030-4220

GUTMANN, J., y LEONARD, J. Problem solving in endodontic working-length determination. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 16(5): 288, 1995. ISSN impreso: 1548-8578; ISSN electrónico: 2158-1797.

HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, y GAO Y. Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 213(6): 253–257, 2010. ISSN (impreso): 0007-0610 / e-ISSN: 1476-5373

HARGREAVES Kenneth M y COHEN Stephen. Las vías de la pulpa de Cohen 10ª edición. Barcelona, España: Elsevier Mosby, 2011. 987p ISBN: 978-84-8086-877-8

HÜLSMANN M., PETERS O. A., y DUMMER P. M. H. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1): 30–76, 2005. ISSN (Print): 1601-1538 ISSN (Online): 1601-1546

INGLE, J. I., BAKLAND, L. K., y BAUMGARTNER, J. C. Endodontics (6.ª ed.). Hamilton, ON: BC Decker Inc. .2008. ISBN: 978-1550093339

INGLE JI. y BAKLAND LK. Endodoncia 5ª Edición. México, D.F: Mc GrawHill Interamericana. 736p. 2002. ISBN:970-10-4244-1.

JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J*, 43(9):738–62, 2010. ISSN: 1365-2591

KERATIOTIS G, KOURNETAS N, AGRAFIOTI A Y KONTAKIOTIS EG. A comparative evaluation of two working length determination methods. *Australian Endodontics Journal*, 45(3):331-336, 2019. ISSN: 1747-4477

KHADSE, A., SHENOI, P. R., KOKANE, V., y KHODE, R. T. Electronic apex locators – An overview. *Indian Journal of Conservative and Endodontics*, 2(2): 35–40, 2017. Print ISSN: 2581-9534 Online ISSN: 2581-8988

KLEIN H. Pulp responses to an electric pulp stimulator in the developing permanent anterior dentition. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 45: 199–202, 1978. ISSN impreso (Print): **1551-8949** Electrónico (Online): **1935-5068**

KOBAYASHI, C., y SUDA, H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *JOE*, 20(3): 111–114, 1994. ISSN: 0099-2399

KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc*, 50:544–552, 1955. ISSN: **0002-8177**

LEEB, J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. *JOE*, 9: 463, 1983. **ISSN impreso** 0099-2399.

LEY N° 26.529. Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de noviembre de 2009.

LOPREITE GH y BASILAKI JM. Claves de la endodoncia mecanizada: conceptos, recursos y conductas clínicas. 1° Edición. Buenos Aires, Argentina: Grupo Guía, 2015. 288 p. ISBN: 978- 9871113-26-2

MANCINI M, FELICI R, CONTE G, COSTANTINI M Y CIANCONI L. Accuracy of Three Electronic Apex Locators in Anterior and Posterior Teeth: and ex vivo study. *JOE*, 37(5):684-687, 2011. ISSN: 0099-2399

MCDONALD N J. The electronic determination of working length. *Dental Clinics of North America*, 36: 293, 1992. ISSN (impreso): 0011-8532.ISSN (online): 1558-0512

MONTEIRO CZORNOBAY LF, DE OLIVEIRA ROCHA A, CABRAL LEITE C, MENEZES DOS ANJOS L, SILVA RIBEIRO J, PACHECO DE CASTRO HENRIQUES BA, CARDOSO M, MACHADO R, DA SILVEIRA TEIXEIRA C Y DA FONSECA ROBERTI GARCIA L. A Global Overview on Electronic Apex Locator Use From 1968 to 2023: A Bibliometric Analysis. *JOE*, 50(7):925-933, 2024. ISSN: 0099-2399

MORGAN, L., MONTGOMERY, S. An evaluation of the crown down pressureless technique. *JOE*, 10: 491,1984. ISSN: 1365-2591.

MULAY SU, y DIGHE VB. Evaluation of accuracy of three electronic apex locators: An in vitro study. *Journal of International Oral Health*, 6(3): 68–71,2014. Impreso (print ISSN): 0976-7428. (online ISSN): 0976-1799

NEKOO FAR MH, GHANDI MM, HAYES SJ, DUMMER PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J*, 39(8):595–609, 2006. ISSN: 1365-2591

NG YL, MANN V y GULABIVALA K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: Part 2: Tooth survival. *Int Endod J*, 44(7): 610–625, 2011. ISSN: 1365-2591

Osada Electric Co. Endex: Electronic apex sensor, operator's manual. Los Ángeles, CA: Osada Electric Co.1990.

POMMER O y CAMPS J. Five generations of apex locators: Update and perspectives. *Int Endod J*, 34(6): 395–399, 2001. ISSN: 1365-2591

RICUCCI D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1: literature review. *Int Endod J*, 31:394–409, 1998. ISSN: 1365-2591

ROANE J, SABALA C y DUNCANSON M. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *JOE*, 11(5): 203-211, 1985. ISSN: 0099-2399

SCHAEFFER MA, WHITE RR, WALTON RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *JOE*, 31(5):271–4, 2005. ISSN: 0099-2399

SCHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. *JOE*, 32(4): 281–290, 2006. ISSN: 1365-2591

SCHILDER H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*, 18(2): 269-296, 1974. ISSN (Print): 0011-8532; ISSN (Online): 1558-0512.

SEIDBERG BH, ALIBRANDI BV, FINE H, LOGUE B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. *J Am Dent Assoc*, 90:379-87, 1975. ISSN impreso: **0002-8177**; ISSN en línea: **1948-781**

SINGH S, RANA V, y KAUSHIK M. Electronic Apex Locators – An Overview. *International Journal of Dental and Medical Sciences*, 2(4): 1–5, 2015. ISSN: 2395-420X

SIQUEIRA JF, y LOPES HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, 32(5), 361–369,1999. ISSN: 1365-2591

SJÖGREN U, FIGDOR D, PERSSON S, SUNDQVIST G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*, 30(5):297–306, 1997. ISSN 0143-2885

SJÖGREN U, HÄGGLUND B, SUNDQVIST G, y WING K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *JOE*, 23(8), 498–504, 1990. ISSN: 1365-2591
SOARES Ilson José y GOLDBERG Fernando. Endodoncia. Técnicas y fundamentos. 2ª Edición. Editorial Panamericana, 2012. 525p. ISBN: 9789500696258

SPOLETI P y BLOTTA F: Bases Biológicas para la endodoncia 2º edición. [en línea]. Rosario, Argentina: Blotta Francisco y Spoleti Pablo, 2019. [fecha de consulta: 15 de mayo 2024]. Disponible en: <https://bibliotecas.unr.edu.ar/acceso/9789878600109.pdf>
[ISBN 978-987-86-0010-9](https://bibliotecas.unr.edu.ar/acceso/9789878600109.pdf).

STABHOLZ A, ROTSTEIN I, TORABINEJAD M. Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *JOE*, 21(2):92-94, 1995. ISSN Impreso: 0099-2399

SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canals. *Journal of Dental Research*, 41(2), 375–387, 1962. ISSN:0022-0345 Online: 1544-0591

SUZUKI K. Experimental study on iontophoresis. *Journal of the Japanese Stomatological Society*, 16: 411–417, 1942. (no se encontró ISSN)

Sybron Endo Analytic Technology. Instruction manual: Apex Finder A.F.A. Model #7005. Orange, California: Sybron Endo Analytic Technology. 1997

TRONSTAD L, ASBJØRNSEN K, DØVING L, PEDERSEN I, y ERIKSEN HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endodontics y Dental Traumatology*, 16(5): 218–221, 2000. ISSN:Impreso: 0965-5204-
Online: 1600-9657

VAN DE VOORDE HE, y BJORND AHL AM. Estimating endodontic “working length” with paralleling radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 27(1): 106–110, 1969. ISSN (impreso): 0030-4220

WEST J y ROANE J. Cleaning and shaping the root canal system. En S. Cohen y R. C.Burns (Eds.), *Pathways of the pulp* (7.ª ed., p. 248). St. Louis, MO: Mosby. 1998

ISBN: 978-0815186137

WHITE JH, COOLEY RL. A quantitative evaluation of thermal pulp testing. *JOE*, 3: 453–457, 1977. ISSN: 0099-2399.

WITHWORTH JM. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endod Topics*; 12:2–24, 2005. ISSN: 1601-1538 e-ISSN: 1601-1546.

YAMAOKA M, YAMASHITA Y y SAITO T. Electrical root canal measuring instrument based on a new principle. Tokio: Nihon University School of Dentistry. Zoom-Up, Vol. 66, páginas 4-9 (1989); No se encontró un ISSN

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. *JOE*, 32(5), 389–398, 2006. ISSN: 0099-2399

Paciente 9.

Caso Clínico n°10. Pieza Dentaria 3.7

Paciente femenina, de 25 años de edad, concurre a la consulta de la clínica de la Carrera de Especialización en Endodoncia derivado por su odontólogo general para la realización de un tratamiento de conducto por presencia de caries en la pieza 3.7. La paciente relató no presentar dolor espontáneo, pero sí dolor provocado al tomar bebidas frías, el cual persistía después de tragar.

Se confeccionó la correspondiente historia clínica sin datos médicos relevantes que contraindicaran el tratamiento endodóntico.

A la inspección extraoral no había tumefacción, fístula ni adenopatías regionales. En el examen intraoral observamos un buen estado de salud oral general. Se detectó la presencia de caries en la cara vestibular de la pieza 3.7. No se observó tumefacción ni abombamiento de tablas óseas como tampoco se detectó fluctuación y/o crepitación a la palpación. Al sondaje se descartó la presencia de fístula transperiodontal. La pieza dentaria no tenía movilidad.

Como parte de las pruebas diagnósticas se procedió a realizar el test térmico de sensibilidad al frío. El mismo tiene una precisión diagnóstica generalmente alta y puede considerarse el método principal de prueba pulpar en la práctica clínica (Balevi, 2019). Puede proporcionar resultados fiables y reproducibles (White y Cooley, 1977), es fácil de usar y ofrece resultados rápidos. Se realizó colocando una torunda de algodón embebida en spray de enfriamiento a base de gas butano y propano (Klepp Ice®, Raysan S.A., Buenos Aires, Argentina), que se mantuvo en contacto durante 5 segundos en las caras vestibulares de las piezas contralaterales sanas, su antagonista superior y un diente sano del mismo cuadrante, finalizando con la pieza dentaria 3.7 (Jafarzadeh y Abbott; 2010). La pieza 3.7 respondió positivamente al estímulo, con persistencia del dolor durante varios segundos una vez retirado el mismo.

Al realizar el examen radiográfico (Figura 1) con radiovisiógrafo RVG ® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia) se observó a nivel coronal una imagen radiolúcida compatible con la cavidad de caries. La cámara pulpar era amplia. Presentaba 2 raíces: mesial y distal, con integridad radicular. En la raíz distal se evidenció un conducto amplio con ligera curvatura hacia mesial mientras los conductos de la raíz mesial eran estrechos y presentaron curvatura distal en el tercio apical. No se evidenció ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. En la región periapical

no se identificó radiolucidez y no hubo pérdida de continuidad de la lámina dura. Encontramos integridad radicular.



Figura 1. Radiografía Preoperatoria.

Para hablar del tejido pulpar debemos referirnos del complejo dentinopulpar dada la estrecha relación embriológica, histológica, funcional, estructural y patológica de ambos tejidos. La pulpa es un tejido conectivo laxo especializado, alojado en el interior de la pieza dentaria, rodeado en su totalidad (salvo en su extremo apical, donde se encuentra el foramen) por un tejido mineralizado denominado dentina (Spoletti y Blotta, 2019). Como todo tejido conectivo, está compuesto por matriz extracelular (sustancia fundamental y fibras), células, vasos y nervios.

La sustancia fundamental es la responsable primaria de la viscoelasticidad y la función de filtración del tejido conectivo. Está compuesta principalmente de macromoléculas denominadas proteoglicanos (ácido hialurónico), que son responsables de la característica de gel de la pulpa que, durante los procesos inflamatorios e infecciosos, actúa como barrera mecánica para las bacterias y, además, le proveen a la pulpa una protección contra la compresión (Spoletti y Blotta, 2019). El condroitín sulfato presenta una gran capacidad para atraer iones de calcio y se cree que está involucrado en el mantenimiento del fosfato cálcico durante la mineralización (Embery, 1976).

Las células de la Pulpa son:

-Odontoblastos: forma la matriz de la predentina (Gartner *et al.*, 1979). Estructuralmente presentan un cuerpo celular, que constituye la zona odontoblástica de la pulpa, y una prolongación citoplasmática que atraviesa la predentina y se aloja en los túbulos dentinarios denominada proceso odontoblástico. El odontoblasto además de la formación de dentina y en la secreción de enzimas y mediadores químicos que intervienen en el mantenimiento celular y participan en la defensa inmunológica, cumple

una función sensitiva reaccionando frente a fuerzas mecánicas, antígenos y gradientes térmicos y, por otro lado, a hormonas, sustancias autocrinas y paracrinas. El odontoblasto ha perdido la capacidad de dividirse. Los nuevos odontoblastos, que se originan en los procesos reparativos de la dentina, lo hacen a expensas de las células mesenquimales indiferenciadas, aunque algunos autores opinan que podría derivar de los fibroblastos pulpares

-Fibroblastos: son la población mayoritaria de células de la pulpa, sintetizan y secretan colágeno y sustancia fundamental (Han, 1968) Se piensa también que pueden tener el potencial de originar nuevos odontoblastos en la periferia de la pulpa cuando se amerita.

-Células de la defensa:

- Linfocitos: son las células responsables de la especificidad en la respuesta inmunológica. Hay dos grandes grupos de linfocitos, los B y los T. Los linfocitos B son aquellos que se diferencian en células productoras de anticuerpos y cumplen un papel fundamental en la inmunidad humoral. Los linfocitos T, por el contrario, modulan la respuesta inmunológica desencadenada por proteínas antigénicas. A su vez esta última población se subdivide en linfocitos citotóxicos (CD8+) y helper (CD4+). Los primeros cumplen la función de causar la lisis de aquellas células que expresen antígenos extraños, mientras que los segundos, tras ser activados, segregan diferentes citoquinas como interleuquina 2 (IL-2) e Interferón γ (linfocitos T helper1) e IL- 4, 5 y 6 (linfocitos T helper2). Los linfocitos T son residentes normales de la pulpa sana encontrándose ampliamente diseminados entre los vasos pulpares, mientras que es raro encontrar linfocitos B y células plasmáticas (que es la forma madura y productora de anticuerpos de los linfocitos B). Los linfocitos T participan en la respuesta inmunológica inicial; estas células se activan mediante mecanismos inmunológicos ante la presencia de antígenos provenientes de la caries, liberando linfoquinas que provocan vasodilatación pulpar.

-Macrófagos: son monocitos que han abandonado el torrente sanguíneo y entran en los tejidos. Los diferentes fenotipos de macrófagos dependerán de las moléculas de superficie que presenten al diferenciarse y activarse. Normalmente, se los encuentra en los tejidos fagocitando células muertas o heridas y partículas que reconozcan como extrañas. Cuando son activados, adquieren mayor movilidad y capacidad fagocitaria, así como también aumenta el número de biomoléculas responsables de la defensa pulpar (enzimas bactericidas, citoquinas, factores de crecimiento y radicales libres de oxígeno). Cuando son requeridos y estimulados correctamente, también pueden expresar moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad clase II y actúan como células presentadoras de antígenos para los linfocitos T (Spoleti y Blotta, 2019).

-Células Dendríticas: son leucocitos derivados del tejido hematopoyético de amplia distribución en los tejidos. Se caracterizan por sus numerosas prolongaciones; por expresar constitutivamente moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad clase II; por su alta movilidad; su escasa actividad fagocitaria; y, su importante capacidad para presentar antígenos a los linfocitos T. Se las suele encontrar en la zona lintera a los odontoblastos y adyacentes a los vasos sanguíneos pulpares. En el tejido pulpar pueden actuar de dos maneras: a) durante la respuesta inflamatoria inicial son las únicas células que pueden estimular a los linfocitos T naive almacenados en los ganglios linfáticos; b) presentando antígenos a los linfocitos T de memoria residentes de la pulpa (respuesta inmunológica secundaria).

La pulpa presenta 4 zonas, que desde la periferia hacia el centro son:

-Una zona de empalizada de células, los odontoblastos. El cuerpo de estas células se encuentra en la pulpa mientras que unas prolongaciones citoplasmáticas (el proceso odontoblástico) se proyectan desde el cuerpo celular hacia el interior de la dentina. En esta capa, se pueden evidenciar algunas terminales nerviosas que constituyen el plexo de Raschkow, capilares sanguíneos, fibras colágenas, proteoglicanos y algunas células dendríticas que expresan moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) Clase II (Spoleti y Blotta, 2019).

-Una zona acelular u oligocelular de Weil: que permite la difusión de sustratos y nutrientes, así como también desechos del metabolismo odontoblástico. Esta zona acelular, no es un espacio vacío, sino que está constituido principalmente por matriz extracelular rica en proteoglicanos, pequeñas arteriolas y vénulas, fibras amielínicas y prolongaciones de fibroblastos. Esta zona puede variar de espesor de acuerdo al estado metabólico de los odontoblastos (Spoleti y Blotta, 2019).

-Una zona rica en células: compuesta en su mayoría por fibroblastos (Avery, 1971). También hay células indiferenciadas mesenquimales (Zach *et al.*, 1969), linfocitos, macrófagos. Varía en espesor de acuerdo a la localización y es mucho más prominente y abundante en la pulpa coronaria que en la radicular.

-Zona de pulpa central con células de reserva multipotenciales (Frank, 1970): aloja los vasos sanguíneos de mayor calibre, las fibras nerviosas, fibroblastos, células inmunocompetentes y células indiferenciadas perivasculares.

La pulpa es básicamente un tejido conectivo, pero tiene varios factores que la diferencia del resto del cuerpo (Ingle y Bakland, 2002).

- a) Está rodeada por un tejido inextensible que restringe su capacidad de tolerar el edema.
- b) Carece de circulación colateral (carece de vasos alternativos o de “respaldo” que se forman en el resto del cuerpo para proporcionar un flujo sanguíneo alternativo cuando una arteriola o vénula se obstruye o daña) lo que limita su capacidad de hacer frente a bacterias, el tejido necrótico y la inflamación.
- c) Posee al odontoblasto, célula altamente diferenciada capaz de formar dentina

La pulpa dental presenta un sistema microcirculatorio ya que carece de verdaderas venas y arterias, siendo los vasos de mayor calibre las arteriolas y las vénulas (Dahl, 1973). Su función principal es la de mantener la homeostasis del medio pulpar a través de la regulación del líquido intersticial y la nutrición de las células. Esto lo logra mediante el transporte de nutrientes, hormonas y gases, y la remoción de los desechos metabólicos. A su vez, responde ante estímulos inflamatorios con grandes modificaciones en la microcirculación y mediante la expresión en las células endoteliales de ciertas proteínas que lideran el reclutamiento de las células inmunocompetentes del torrente sanguíneo hacia los tejidos (Spoleti y Blotta, 2019).

-Vasos linfáticos: Se originan en la pulpa periférica y se unen para formar vasos colectores que atraviesan el ápice. Cumple un rol importante en la inflamación al retirar el exceso de líquidos y residuos (Isokawa, 1960; Bernick, 1977). Además, tienen un papel preponderante en la respuesta inflamatoria, ya que las células dendríticas subyacentes a la capa odontoblástica viajan a través de ellos hasta los ganglios linfáticos regionales para presentarle antígenos a los linfocitos T naive almacenados (Spoleti y Blotta, 2019).

Los nervios de la pulpa en su mayoría son no mielinizados y casi todos del sistema simpáticos, ocasionan reducción del flujo al ser estimulados (Edwal y Kindlova, 1971). Los restantes son nervios sensoriales mielinizados del sistema trigémino que se ramifican bajo la zona rica en células para formar el plexo de Raschokow, a partir de ahí pierden su vaina y pasan a través de la zona libre de células para terminar como receptores o terminaciones nerviosas libres cerca de los odontoblastos. Algunos transcurren una breve distancia (100 micras) hacia los túbulos dentinarios (Byers *et al.*, 1988) y responden a toda clase de estímulos solo con sensación de dolor.

Las fibras nerviosas pulpares contienen neuropéptidos (que tienen funciones múltiples y variables, ya que podrían actuar como neurotransmisores, factores de crecimiento, hormonas y moléculas de señalización del sistema inmunológico) como el péptido

relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP), la sustancia P, la neuroquinina A (NKA), neuropéptido Y (NPY) y péptido intestinal vasoactivo (VIP). La liberación de estas moléculas ocurre ante la lesión tisular, produciendo vasodilatación, contribuyendo a la inflamación y a la cicatrización de las heridas. Tanto el CGRP como la sustancia P y la NKA son transportados a través de las fibras C pulpaes que provienen del ganglio de Gasser. El VIP es liberado por fibras nerviosas parasimpáticas y el NPY por fibras simpáticas provenientes del ganglio cervical superior. El efecto biológico principal del CGRP es la vasodilatación neurogénica arteriolar, es quimiotáctico para neutrófilos y monocitos, inhibe la reabsorción ósea, la secreción de IL-8 e IL-10. La sustancia P incrementa la permeabilidad de las vénulas post-capilares, es quimiotáctica para células T, aumenta la producción de IL-2, IL-12, interferón γ , induce la producción de IL-8 por células pulpaes. La NKA incrementa la permeabilidad de las vénulas post-capilares. El VIP es un vasodilatador con función nociceptiva (dolor) inhibe a los linfocitos citotóxicos, es quimiotáctica para leucocitos y estimula la producción de inmunoglobulinas e IL-12. El NPY tiene acción vasoconstrictora. De todos los neuropéptidos descritos el VIP es el único que no se sobre-expresa en la pulpa inflamada. (Spoleti y Blotta ,2019).

Respuesta Pulpar

La pulpa normal es un tejido inmunocompetente, con la capacidad de responder a diferentes injurias, incluidas las bacterianas. En la capa odontoblástica se encuentran células dendríticas presentadoras de antígenos, más profundamente en el estroma pulpar hay células de tipo macrófagos, y se pueden identificar un número pequeño de células T recirculantes, mientras que las células tipo B son extremadamente raras o indetectables; no encontrándose células plasmáticas en la pulpa normal.

Durante la vida de una pieza dentaria una variedad de injurias externas puede desafiar su condición saludable, como, por ejemplo, los microorganismos (fundamentalmente a través de la formación de una biopelícula y el posterior proceso de caries), traumatismos, injurias físicas o químicas. Generalmente la pulpa moviliza una respuesta efectiva que resulta en su supervivencia con consecuencias transitorias.

La pulpa dentaria tiene un patrón de respuesta general que está íntimamente relacionado con algunas de sus características estructurales, éstas son la inextensibilidad de la cavidad pulpar, y la falta de circulación colateral que limita el aporte y, aún más, el drenaje sanguíneo.

En general, el complejo dentino pulpar reaccionará a cualquier pérdida estructural de los tejidos de protección que la recubren (esmalte y/o cemento), disponiéndose para la defensa; como respuesta la pulpa dentaria dará aviso (a través de dolor) y se preparará

para calcificar en la zona de la agresión como forma de mantenerse aislada conservando el ancho biológico de la pared dentinaria (si fuese afectado por la agresión). Estos cambios, inicialmente, suponen un aumento de la irrigación en la pulpa dentaria, en general a expensas de la red de capilares, para proveer a los odontoblastos los nutrientes necesarios para calcificar rápidamente en la zona de agresión y permitir la remoción de los subproductos metabólicos de ese proceso. El aumento de irrigación, producto de una disminución en la velocidad de la circulación y aumento de la permeabilidad vascular se traducirá en una congestión pulpar.

A medida que la agresión se sostenga en el tiempo, se desencadenará un proceso inflamatorio en la pulpa dentaria con diapedesis de elementos figurados y todas las características propias del proceso inflamatorio con la particularidad de desarrollarse en una cavidad de paredes inextensibles. La respuesta temprana a la injuria bacteriana o a la difusión de subproductos de los microorganismos a través de los túbulos dentinarios incluye el influjo de los leucocitos polimorfonucleares y monocitos. Esta respuesta inmunitaria inespecífica podría ser suficiente para proteger el tejido pulpar y que la inflamación sea reversible cuando existan, al menos, dos milímetros de dentina sana entre la lesión de caries y el tejido pulpar.

A medida que la infección progresa el infiltrado celular se vuelve más intenso asumiendo un carácter mixto, consistiendo en linfocitos T helper y linfocitos T citotóxicos/supresores de células, linfocitos B, células plasmáticas y elementos inmunes específicos y células NK como elementos no específicos. Los niveles de inmunoglobulinas A y G son elevados y hay anticuerpos presentes que reaccionan con los microorganismos aislados de la caries profunda. La activación de mecanismos inmunitarios específicos disparados por la proximidad de la lesión de caries (menos de 2 milímetros de dentina sana) desencadenará la irreversibilidad de la inflamación pulpar. Generalmente estos mecanismos no son capaces de eliminar la infección y ocurre la destrucción tisular con formación de microabscesos y focos necróticos en la pulpa. Mientras se mantenga la vitalidad pulpar los microorganismos agresores estarán contenidos en el estroma del tejido pulpar, donde se desarrolla el proceso inflamatorio, y sin afectar a las paredes del conducto radicular. Por esto en la pulpectomía total la extirpación de la pulpa dentaria nos permite concretar la limpieza del conducto radicular casi en su totalidad.

Este proceso de defensa puede llegar a culminar con la necrosis pulpar como consecuencia de una ecuación agresión/defensa desfavorable para el órgano pulpo-dentinario. La necrosis pulpar, cuando es consecuencia de una agresión microbiana, supone el cese del metabolismo de la pulpa dentaria, aunque no es siempre un evento

simultáneo en todo el tejido (se irá extendiendo hacia apical progresivamente). En este proceso, las fibras nerviosas son los últimos elementos en perecer. Al ocurrir la necrosis pulpar se generan condiciones que transforman a la cavidad pulpar en un ambiente ideal para el desarrollo microbiano: presencia de sustrato (restos pulpares), ausencia de elementos de defensa (por falta de irrigación), niveles de oxígeno disponibles variables. Todo esto permite el desarrollo de una biopelícula endodóntica que se establecerá y evolucionará dinámicamente afectando no solo la luz del conducto sino también las paredes dentinarias del mismo; los microorganismos tienen la capacidad de infectar los túbulos dentinarios y aprovechan la permeabilidad de la pared del conducto para instalarse y desarrollarse. Todo esto hace que el abordaje de la necrosis pulpar sea muy diferente al de la patología pulpar inflamatoria.

La pulpa dental a menudo se clasifica, en términos diagnósticos específicos, sin reconocer la naturaleza progresiva de la enfermedad pulpar. Sin embargo, la pulpitis se presenta como un espectro matizado, que abarca diversos grados de afectación y patología. (Dummer *et al.*, 1980). Estudios previos han demostrado correlaciones inconsistentes entre los hallazgos clínicos e histológicos en la inflamación pulpar. (Fouad, 2022; Karrar *et al.*, 2023). La investigación carece de estudios prospectivos que correlacionen el estado pulpar con los síntomas específicos del paciente (Fouad, 2022). Un diagnóstico inexacto puede resultar en un tratamiento superfluo o en la extracción de un diente que podría haberse salvado.

Los métodos de diagnóstico tradicionales, como las pruebas térmicas y los síntomas reportados por el paciente, a menudo no reflejan el estado completo real de la pulpa. Estos métodos diferencian principalmente entre pulpa vital y necrótica, mientras que la línea entre las etapas específicas de la inflamación pulpar suele ser difusa. (Tomson *et al.*, 2022). Esta incertidumbre diagnóstica puede llevar a un sobretratamiento y a pasar por alto casos en los que opciones más conservadoras.

Investigaciones recientes han explorado el uso de citocinas (proteínas señalizadoras que median y regulan el sistema inmunitario) como biomarcadores para mejorar el diagnóstico pulpar. Las citocinas desempeñan un papel fundamental en la respuesta inflamatoria, y las investigaciones han demostrado una correlación entre moléculas específicas y las condiciones pulpares (Duncan 2022; Sabeti *et al.*, 2024). Mediante las citocinas, esperamos reconocer la presencia y la gravedad de la pulpitis. Estudios han demostrado niveles elevados de IL-1b, IL-2, IL-6, IL-8 y factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) en casos de pulpitis irreversible, en comparación con controles normales. El TNF- α es una citocina importante que participa en la inflamación sistémica y es esencial

para el desarrollo de la respuesta inflamatoria mediante la activación de otras citocinas y moléculas. (Duncan, 2022; Fouad *et al.*, 2022, Sabeti *et al.*, 2024).

La IL-1, subcategorizada como IL-1a e IL-1b, es otro mediador clave de la respuesta inmunitaria al promover la inflamación y el reclutamiento de células inmunitarias a los focos de infección. En particular, la IL-1a estimula la producción de prostaglandinas y aumenta la permeabilidad de los vasos sanguíneos, lo que permite que las células inmunitarias se infiltren en las zonas de infección y contribuyan al entorno inflamatorio de la pulpitis (Sabeti *et al.*, 2024).

La IL-6, cuya expresión aumenta por la acción de bacterias e irritantes, es otra citocina que desempeña un papel fundamental en la respuesta inflamatoria de la pulpa dental. La IL-6 promueve la producción de prostaglandinas, a la vez que estimula los odontoblastos y recluta neutrófilos. Se ha demostrado que la IL-6 se asocia con un aumento del dolor en pacientes con pulpitis y se ha vinculado con enfermedades crónicas como la periodontitis apical (Sabeti *et al.*, 2024).

De igual manera, la IL-8 también ha demostrado una correlación con mayores puntuaciones de dolor al momento de la presentación. La IL-8 impulsa el reclutamiento de neutrófilos en respuesta a bacterias y facilita el proceso inflamatorio, lo que agrava el dolor asociado con la pulpitis (Sabeti *et al.*, 2024).

Además de las citocinas, la MMP-9 es una enzima que degrada los componentes de la matriz extracelular (MEC), específicamente, MMP-9 puede romper colágeno tipo IV, que es un componente importante de las membranas basales (Wen *et al.*, 2023).

Estas citocinas contribuyen colectivamente a la fisiopatología de la pulpitis, por lo que vemos potencial en el uso de estas moléculas como biomarcadores para predecir afecciones pulpares específicas. Al identificar marcadores inflamatorios específicos, los clínicos pueden adaptar los planes de tratamiento individuales y distinguir mejor entre pulpitis reversible e irreversible. Esperamos contar con pruebas en el futuro para permitir la evaluación *in situ* del estado pulpar (AAE, 2024).

En la clínica, las respuestas patológicas de la pulpa pueden categorizarse para facilitar los procedimientos diagnósticos. Dado que la pulpa dentaria solo responde con dolor, deberemos utilizarlo para intentar discernir el estado pulpar de la pieza dentaria que estamos diagnosticando. Si bien el dolor es un elemento subjetivo y muy variable de acuerdo al umbral de cada individuo, es necesario que clínicamente intentemos sistematizar las maniobras diagnósticas (Spoleti y Blotta, 2019).

En 2008, la Asociación Americana de Endodoncistas (AAE, 2009) llevó a cabo una conferencia para lograr un consenso y estandarizar los términos diagnósticos utilizados en la especialidad. A partir del consenso logrado, se han propuesto las siguientes categorías para el diagnóstico pulpar:

PULPA NORMAL

La pulpa responde a los estímulos de las pruebas de sensibilidad pulpar, el paciente manifestará dolor, el cual remite al retirar el estímulo. Radiográficamente se observa normalidad periapical.

PULPITIS REVERSIBLE

La inflamación se circunscribe a la base de los túbulos afectados, es un proceso inflamatorio de tipo crónico reactivo que se resuelve o disminuye al eliminar el factor irritante (Mjör y Trosatad, 1974). El paciente refiere dolor provocado por estímulos térmicos (principalmente frío) o cambios osmóticos (dulce o ácido) que remite al retirar el estímulo. A las pruebas de sensibilidad la pulpa responde con dolor que cesa al retirar el estímulo pudiendo permanecer unos segundos. Clínicamente encontraremos a la exploración una solución de continuidad en los tejidos duros de la pieza dentaria afectada (por caries o por ejemplo microfracturas del esmalte). Radiográficamente puede observarse la pérdida de sustancia en los tejidos dentarios y hay normalidad periapical. El tratamiento consiste en realizar la obturación correspondiente.

PULPITIS IRREVERSIBLE SINTOMÁTICA

El paciente refiere dolor espontáneo o provocado por estímulos térmicos (frío-calor) u osmóticos (ácido-dulce), puede ser de característica pulsátil, irradiado, aumentando a veces en decúbito (Spoleti y Blotta, 2019). A las pruebas de sensibilidad el dolor persiste al retirar el estímulo. Clínicamente, encontraremos a la exploración una solución de continuidad en los tejidos duros de la pieza dentaria afectada (por caries o fracturas), o una obturación filtrada. Radiográficamente puede observarse la pérdida de sustancia en los tejidos dentarios y, en algunos casos, un ligero ensanchamiento del espacio periodontal. Generalmente se debe a una lesión no penetrante que afecta la integridad de los tejidos externos del diente. El tratamiento indicado es la extirpación total del tejido pulpar (pulpectomía total) (Torabinejad & Walton, 2014; Ingle *et al.*, 2008).

PULPITIS IRREVERSIBLE ASINTOMÁTICA

En general el paciente no refiere dolor, aunque puede doler a la exploración o masticación. A las pruebas de sensibilidad la respuesta pulpar se encuentra disminuida

con respecto a otras piezas dentarias. Clínicamente encontramos una cavidad de caries, una pérdida de sustancia por fractura que expone la pulpa dentaria o una obturación filtrada. La compactación de alimentos en la cavidad de caries puede provocar dolor (Spoleti y Blotta, 2019). Debido a que la caries expone la cavidad pulpar, esta queda “abierta” y ya no se encuentra en un espacio cerrado, el exudado producido como parte de la respuesta inflamatoria no se acumula, sino que drena hacia la cavidad bucal por lo que no eleva la presión intrapulpar (Matsumiya y Takuma, 1955). Radiográficamente, observaremos una lesión de caries o pérdida de sustancia que comunica la cavidad bucal con la pulpar; puede presentar un ligero ensanchamiento del espacio periodontal. El tratamiento indicado es la extirpación total del tejido pulpar (pulpectomía total).

NECROSIS PULPAR

La necrosis de la pulpa comienza poco después de la muerte del tejido pulpar (muerte celular) (Bender, 1978). En primer lugar, se acumula ácido láctico que reduce el pH, lo cual a su vez activa los lisosomas intracelulares para digerir la célula. En la muerte del tejido hipóxico ocurre necrosis por coagulación, como resultado de la desnaturalización de proteínas. El paciente no refiere dolor, en la anamnesis puede manifestar haber padecido dolor previamente. La presencia de dolor al masticar o a la presión sobre la pieza dentaria puede deberse a la existencia de una patología periapical concomitante. No responde a las pruebas de vitalidad ni sensibilidad. Clínicamente encontramos una cavidad de caries, una pérdida de sustancia por fractura que expone la cavidad pulpar, una obturación filtrada o puede presentar una pieza dentaria intacta con cambio de coloración. Radiográficamente, puede observarse una lesión de caries o pérdida de sustancia que comunica la cavidad bucal con la pulpar, un ensanchamiento del espacio periodontal o una lesión periapical. La terapéutica indicada es el tratamiento del conducto radicular (Spoleti y Blotta, 2019).

PIEZA ENDODÓNICAMENTE TRATADA

Asintomática, el paciente puede manifestar dolor espontáneo, a la masticación o a la presión sobre la pieza dentaria que no es de origen pulpar sino puede deberse a una inflamación o patología periapical. Clínicamente puede observarse una restauración coronaria provisoria o definitiva. La pieza dentaria presenta radiográficamente una obturación endodóntica. Normalmente no responde a las pruebas de vitalidad ni sensibilidad. La terapéutica dependerá del diagnóstico.

TRATAMIENTO ENDODÓNTICO INICIADO

Clínicamente puede observarse una restauración coronaria provisoria o definitiva. La pieza dentaria presenta radiográficamente un tratamiento endodóntico parcial (cavidad de acceso, obturación con un material de características reabsorbibles). Dependiendo del nivel del tratamiento la pieza dentaria puede responder o no a las pruebas de vitalidad y sensibilidad, y el paciente puede presentar o no síntomas. Debe completarse el tratamiento endodóntico iniciado (Spoleti y Blotta, 2019).

En el presente caso clínico, luego de haber realizado el diagnóstico clínico-radiográfico y de acuerdo a las categorías diagnósticas anteriormente mencionadas, se determinó como **diagnóstico pulpar y periapical: pulpitis irreversible sintomática y tejido periapical normal** respectivamente, decidiendo realizar como **plan de tratamiento el tratamiento endodóntico de la pieza 3.7** (AAE, 2009).

En cumplimiento con la Ley N° 26.529 (2009) se informó al paciente su estado de salud e higiene oral, el plan de tratamiento propuesto (tratamiento endodóntico en pieza 3.7), la especificación de los objetivos perseguidos, los beneficios esperados del procedimiento, las desventajas que conlleva el tratamiento (que incluyen los riesgos, molestias y efectos adversos previsibles), la especificación de los tratamientos alternativos y sus beneficios, las consecuencias de la no realización del plan de tratamiento especificado. Una vez que el paciente dio su consentimiento por escrito, firmando el mismo, se comenzó el tratamiento previsto.

Se comenzó realizando la analgesia local con el fin de llevar adelante las maniobras que involucran el tratamiento sin molestias para la paciente. Se realizó el bloqueo anestésico del Nervio Dentario inferior utilizando una jeringa Carpule, aguja descartable hipodérmica larga de 27 milímetros (mm) (Misawa, Tokyo, Japón) y una solución anestésica de Carticaína Clorhidrato 4% con L-adrenalina 1:100000 (Anescart® Forte, SIDUS, Buenos Aires, Argentina).

Se eliminó caries con fresas redondas a baja velocidad. Luego, se continuó con el aislamiento del campo operatorio, el cual se realizó con goma dique 6''x 6'' (Sanctuary™, Perak, Malaysia), arco de Young y clamp para molares (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos). El dique de goma proporcionó un campo seco y aseguró la protección del paciente frente a la aspiración o deglución de instrumentos (Cochran *et al.*, 1989). Se realizó el embrocado del campo operatorio con una torunda de algodón embebida en hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina).

La preparación del acceso endodóntico tiene como objetivo proporcionar una visualización directa, amplia y sin interferencias de la cámara pulpar y los conductos radiculares, facilitando la instrumentación y evitando errores como desviaciones, perforaciones o tratamientos incompletos. Para lograrlo, es fundamental comprender la anatomía interna del diente y sus relaciones con las estructuras externas. Se establecieron nueve leyes de la anatomía de las cámaras pulpares, que orientan a los clínicos sobre la localización predecible de los orificios de entrada de los conductos radiculares, especialmente útil en piezas con anatomía compleja o alterada por restauraciones o caries extensas (Krasner y Rankow, 2004):

- Ley de centralidad: El piso de la cámara pulpar siempre se encuentra en el centro del diente, al nivel de la unión cementoadamantina (UCA), lo que lo convierte en una referencia confiable, incluso en dientes con coronas destruidas (Krasner y Rankow, 2004; Peters, 2004).
- Ley de concetricidad: Las paredes de la cámara pulpar son concéntricas con la superficie externa del diente al nivel de la UCA. Es decir, la forma externa radicular refleja la configuración interna de la cámara.
- Ley de la UCA: La distancia desde la superficie externa de la corona clínica hasta la pared de la cámara pulpar es constante en toda la circunferencia del diente al nivel de la UCA, lo que reafirma su utilidad como punto de referencia anatómico (Vertucci ,1984).
- Primera ley de simetría: Excepto en los molares superiores, los orificios de entrada de los conductos están equidistantes de una línea trazada en sentido mesiodistal a través del centro del piso de la cámara pulpar.
- Segunda ley de simetría: También con excepción de los molares superiores, los orificios se ubican sobre una línea perpendicular a una línea mesiodistal trazada por el centro del piso.
- Ley del cambio de color: El piso de la cámara pulpar presenta un color más oscuro que las paredes, lo que ayuda visualmente a distinguir las zonas de acceso a los conductos.
- Primera ley de ubicación de los orificios: Los orificios de los conductos se encuentran en la unión de las paredes y el piso de la cámara pulpar. No se ubican en las paredes ni en el centro del piso, sino en esta zona de transición.

- Segunda ley de ubicación de los orificios: Los orificios se localizan en los ángulos que se forman entre el piso y las paredes, áreas anatómicas que deben ser cuidadosamente exploradas con sonda endodóntica y buena iluminación.
- Tercera ley de ubicación de los orificios: Los orificios están siempre ubicados en los extremos del desarrollo de las raíces, lo que implica una relación directa con la morfología radicular.

Estas leyes permiten una preparación más conservadora, eficiente y segura del acceso, y su conocimiento debe integrarse con el análisis radiográfico, el uso de magnificadores y la exploración táctil con instrumentos apropiados (Vertucci, 1984; Peters, 2004).

La cavidad de acceso en los molares inferiores se realizó en la cara oclusal. El punto de elección para iniciar la apertura se situó en la fosa central, lo que permitió un acceso más directo a la cámara pulpar (Ingle *et al.*, 2008). Se utilizó una fresa redonda diamantada de alta velocidad, aplicada de forma intermitente hasta percibir una disminución súbita de resistencia, conocida clínicamente como la “sensación de caída al vacío”, que indicó la entrada a la cámara pulpar (Hargreaves y Berman, 2016). Posteriormente, se utilizó una fresa troncocónica de punta inactiva (Endo-Z®, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) a alta velocidad con la que se eliminó todo el techo de la cámara pulpar, completando así la apertura. La cavidad tenía forma trapezoidal, con la base mayor orientada hacia mesial y la base menor hacia distal, siguiendo la disposición de los conductos radiculares en estos dientes (Ingle *et al.*, 2008).

Luego se realizó una irrigación copiosa en la cámara pulpar con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5% (Tedequim, Córdoba, Argentina). El NaOCl continúa siendo el irrigante principal recomendado y se utilizó durante toda la preparación químico-mecánica para eliminar microorganismos, destruir la biopelícula, disolver restos de tejido pulpar, remover componentes orgánicos de la capa de barrillo y lubricar los instrumentos (Gulabivala *et al.*, 2005; Zehnder, 2006). Dada la complejidad anatómica del sistema de conductos y las limitaciones de tiempo en una sesión típica, es altamente aconsejable emplear el flujo del irrigante como principal medio de transporte, para garantizar que el NaOCl llegue por lo menos a todo el conducto principal. La irrigación se realizó con jeringa y aguja fina colocada cerca de la longitud de trabajo, suministrando grandes volúmenes de NaOCl para compensar el rápido consumo del cloro libre disponible en reacciones con materia orgánica (Zehnder *et al.*, 2005).

Se realizó la exploración de los conductos con lima tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Con movimiento de vaivén se ingresó a los conductos encontrando uno distal y dos mesiales. La identificación de la cantidad de conductos radiculares en

una pieza dentaria son factores claves en el tratamiento endodóntico ya que la anatomía interna dictará las condiciones en las que se llevará a cabo la terapia del conducto radicular no quirúrgico y puede afectar directamente su pronóstico, ya que es bien sabido que los conductos no tratados son una de las principales causas del fracaso endodóntico (Song *et al.*, 2011).

El segundo molar inferior muestra mayor variabilidad anatómica que el primero. Puede tener una, dos o incluso tres raíces (Vertucci, 1984). La Raíz mesial puede tener uno o dos conductos mientras que la raíz distal mayoritariamente presenta un solo conducto.

Se realizó el ensanchamiento de 1/3 coronario y medio de los conductos con fresas de Gates Glidden® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) con técnica de descenso gradual.

Se prosiguió con la determinación de la longitud de trabajo con ayuda del localizador apical electrónico Propex Pixi® (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza). La longitud de cada conducto se corroboró con una radiografía periapical digital tomada con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China) (Figura 2).



Figura 2. Conductometría.

La lima que determinaba la longitud del conducto mesiolingual se encontraba ligeramente extruida por lo que se decidió instrumentar 1 mm más corto.

La preparación del tercio apical del conducto radicular es crítica para el éxito del tratamiento endodóntico ya que garantiza una limpieza y conformación adecuada en la zona más compleja y estrecha del sistema de conductos. Para ello, se empleó la técnica escalonada modificada, también conocida como técnica telescópica modificada. Esta técnica se realizó de forma manual utilizando limas flexibles de acero inoxidable, punta de seguridad no cortante y sección transversal triangular, realizando movimientos de vaivén (1/4 gira en sentido de las agujas del reloj, 1/4 de giro en sentido contrario a las

agujas del reloj). Se comenzó la instrumentación desde una lima #15 a la longitud de trabajo, aumentando progresivamente el calibre hasta una lima #25. Se realizó irrigación abundante con hipoclorito de sodio (Mohammadi, 2008) entre instrumento e instrumento y recapitulación frecuente con limas pequeñas (#10 o #15) para mantener la permeabilidad del conducto y evitar bloqueos apicales (Hargreaves y Berman, 2016).

Una vez conformado a longitud de trabajo hasta #25, por cada lima que se aumentaba de calibre se disminuía 1 mm la longitud, irrigando y recapitulando con la lima #25 entre instrumento e instrumento, hasta salvar la curva. Luego se modificó la técnica regresando a la longitud de trabajo para trabajar con limas de mayor calibre. Se determinó como lima maestra la lima # 35 para los conductos mesiales y la lima maestra # 45 para el conducto distal. Esta secuencia generó una forma cónica continua. Un estudio reciente sobre raíces curvadas ha mostrado una correlación entre la creación de una conicidad suficiente y la mejora en la propagación de los irrigantes dentro del conducto radicular durante el proceso de conformación (Bronnec *et al.*, 2010).

Las principales ventajas de la técnica telescópica son: que permite mantener la curvatura original del conducto, minimiza el riesgo de transporte apical o formación de escalones, mejora el control del ensanchamiento apical y favorece el uso posterior de técnicas de obturación por compactación lateral o termoplastificada (Hargreaves y Berman, 2016; Ingle *et al.*, 2008).

Una vez conformados los conductos se realizó una irrigación con Acido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% para eliminar el barro dentinario y aumentar la permeabilidad de las paredes del conducto. La Asociación Americana de Endodoncistas (AAE, 2003) definió al barrillo dentinario como una película superficial de residuos retenidos en la dentina después de la instrumentación, que consiste en partículas de dentina, restos de tejido pulpar vital o necrótica, componentes bacterianos e irrigantes retenidos. El uso de EDTA (Acido etilendiaminotetraacético) eliminó la parte mineralizada del barrillo dentinario gracias a la capacidad de secuestro de iones metálicos (Ng *et al.* 2011). Se realizó una irrigación final con hipoclorito de sodio a 2,5% agitando con la misma aguja de irrigación y aspirando con cánulas de endodoncia (Dochem Industries Co., Ltd. Shanghái, China) para eliminar cualquier quelante residual, penetrar en áreas no instrumentadas y túbulos dentinarios limpias y actuar sobre la biopelícula restante (Boutsioukis y Arias-Moliz, 2022). Se secaron los conductos con conos de papel estériles hasta la longitud de trabajo para que absorban la humedad residual de la irrigación, repitiendo la maniobra hasta que las puntas de papel salieron totalmente secas.

Se seleccionaron los conos de gutapercha cuyos diámetros coincidieron con las limas memorias, se desinfectaron sumergiéndolos en una solución de hipoclorito de sodio en concentración de 5,25% durante 1 minutos aproximadamente para no alterar sus propiedades fisicoquímicas (Gomes *et al.*, 2005) y se secaron con gasa estéril.

Para probar los conos principales se realizó la prueba visual llevando los conos al interior de los conductos hasta que hagan tope y ejerzan ligera resistencia a la tracción. Luego visualmente se controló que la longitud coincidiera con la longitud de trabajo anteriormente establecida. Por último, se realizó una radiografía digital con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shangai, China) (Figura 3) para corroborar las longitudes.

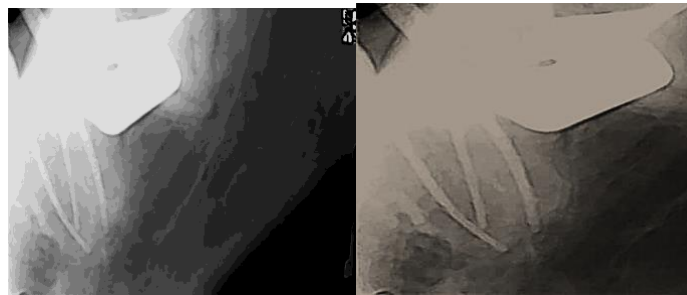


Figura 3. Conometría.

Se realizó la técnica de obturación de condensación lateral en frío por presentar múltiples ventajas:

- Sencillez (Ingle *et al.*,2008)
- Permite trabajar con lentitud y precisión, lo que facilita el control del material de obturación y reduce el riesgo de sobreobturación (Hargreaves y Berman, 2016)
- Logra un buen sellado apical, especialmente en conductos rectos o ligeramente curvos
- Es económica (sin equipos especiales)
- Es compatible con diferentes cementos selladores (Schilder 1967)
- Permite control radiográfico inmediato (evaluar visualmente la calidad de la obturación en radiografías periapicales, verificando la extensión y densidad del material).
- Puede adaptarse a diferentes tipos de conductos, especialmente cuando se preparan con técnicas de conformación manual (como la escalonada o telescópica modificada)

Se seleccionó como agente sellador un cemento a base de óxido de zinc-eugenol según la fórmula de Grossman (Farmadental®, Laboratorio Ultra D S.R.L., Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) por sus ventajas: buen sellado, propiedades

antimicrobianas, buena tolerancia tisular, radiopacidad, fácil manipulación, historia de uso clínico exitoso y bajo costo (Grossman 1976). El sellador se llevó con espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) dentro del conducto accionado y se introdujeron los conos a las longitudes correspondientes. Se introdujeron espaciadores digitales hasta la longitud predeterminada (2 mm menos que la longitud de trabajo) y se realizó presión digital de lateralidad hacia una de las paredes en cada conducto, de manera de deformar el cono principal y generar espacio para permitir la colocación de conos accesorios. Esta maniobra de compactación se repitió hasta que el espaciador penetre no más allá de 2-3 mm dentro del conducto radicular (Withworth, 2005). Se trata de colocar la mayor cantidad de conos posibles y que en la masa total resultante el volumen de agente sellador sea el mínimo.

El exceso de gutapercha se eliminó cortando el ramo de conos con instrumento Ladmore (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) calentado al rojo vivo a la altura de la entrada del conducto. Seguidamente con un compactador vertical (Hu Friedy®, Chicago, Estados Unidos) y, aprovechando la plasticidad que presenta la gutapercha, se realizó una condensación vertical para potenciar el sellado y lograr una mayor tridimensionalidad en los resultados (Schilder, 1967).

Los excesos de sellador se eliminaron de la cámara pulpar con una torunda de algodón embebida en alcohol y se colocó una obturación provisoria de cemento de fosfato de zinc (Prothoplast®, Laboratorios SL S.A., San Fernando, Argentina) para lograr el sellado coronario de modo de evitar la filtración microbiana proveniente de los fluidos orales hasta la rehabilitación definitiva de la pieza dentaria.

Se retiró el aislamiento y se controló la oclusión con papel de articular. Luego tomamos una radiografía digital con radiovisiógrafo RVG® (Trophy Radiologie SA, Marne-la Vallée, Francia) (Figura 4).

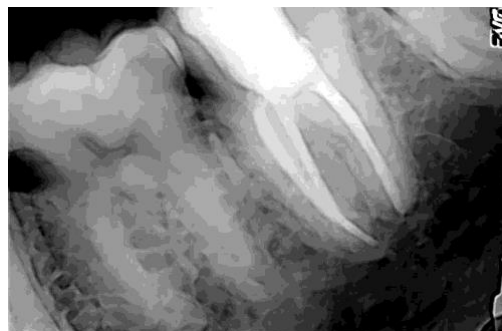


Figura 4. Radiografía postoperatoria.

En la radiografía digital postoperatoria pudimos apreciar una buena preparación quirúrgica, respetando la anatomía topográfica original de los conductos, y una obturación radicular densamente homogénea con adecuado nivel apical de obturación en los conductos distales y mesiales. Se identificó un buen sellado coronario del material provisorio de obturación.

CONTROL A DISTANCIA

-Control a los 5 meses: A la inspección clínica extra e intraoral hubo ausencia de signos y síntomas de inflamación. Se observó que la pieza 3.7 tenía una restauración definitiva en resina compuesta, la cual poseía un buen sellado marginal. La pieza no tenía movilidad ni dolor a la presión oclusal. Al sondaje se descartó la presencia de fístulas transperiodontales. Se tomó una radiografía digital (figura 5) con radiovisiógrafo HANDY HDR 500™ (Handy Medical Equipment Co. Ltd, Shanghai, China). Las principales ventajas del uso de la radiografía digital en endodoncia son que se obtienen imágenes radiográficas inmediatamente y la exposición a la radiación se reduce del 50% al 90% en comparación con la radiografía convencional (Hargreaves y Cohen, 2011). En la imagen se apreció un buen sellado coronal, no se observó radiolucidez periapical, y la estructura del hueso adyacente era compatible con normalidad, encontrándose salud de los tejidos periapicales.



Figura 5. Control a los 5 meses.

-Control a los 8 meses: la paciente se presentó asintomática y la pieza dentaria se encontraba funcional. Clínicamente no se observaron diferencias significativas con respecto al control anterior. En el estudio radiográfico se observó hueso circundante sin signos de radiolucidez ni ensanchamiento del espacio correspondiente al ligamento periodontal. La cortical ósea estaba conservada y la obturación coronaria mantenía su sellado adecuado.

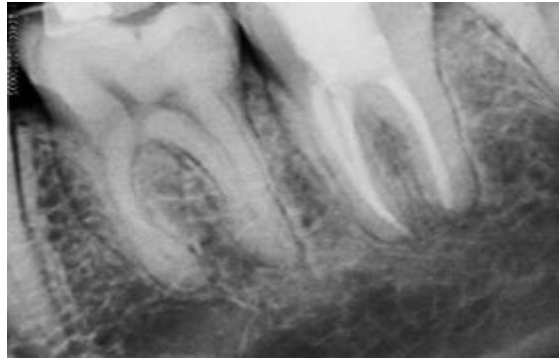


Figura 6. Control 8 meses.

-Control a los 18 meses: Paciente que se presentó clínicamente asintomático con la restauración coronaria conservada (Figura 7). No presentó signos de inflamación extraorales ni intraorales. Radiográficamente (Figura 8) se observó una adecuada restauración coronaria que sellaba correctamente el sistema de conductos radiculares. La obturación radicular era homogénea y con adecuada extensión. El espacio del ligamento periodontal se encontraba conservado. El trabeculado óseo tenía aspecto normal y la cortical presentaba continuidad.

-



Figura 7. Restauración coronaria.



Figura 8. Control 18 meses.

BIBLIOGRAFIA

AAE: Comunicado de la AAE: “Cytokines as Diagnostic Biomarkers for Pulpitis: Exploring Their Role in Vital Pulp Therapy” (5 de agosto de 2024), por los Dres. Mike Sabeti y Heather Kim.

AAE. Consensus conference recommended diagnostic terminology. *JOE*, 35 (12): 1634, 2009. ISSN: 0099-2399.

AAE; American Association of Endodontists. *Glossary of Contemporary Terminology for Endodontics*. Chicago: AAE; 2003.

Ather A, Patel B, Gelfond JAL, Ruparel NB. Outcome of pulpotomy in permanent teeth with irreversible pulpitis: A systematic review and meta-analysis. *JOE*, 48(1):38–52, 2022. ISSN: 0099-2399.

AVERY JK. Structural elements of the young normal human pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 32:113-125, 1971. ISSN: 0030-4220.

BALLAL, N. V., DUNCAN, H. F., WIEDEMEIER, D. B., RAI, N., JALAN, P., BHAT, V., BELLE, V & ZEHNDER, M. MMP-9 levels and NaOCl lavage in randomized trial on direct pulp capping. *J Dent Res*. 101(4):414–419, 2022. ISSN: 0022-0345.

BENDER IB. Pulp Biology Conference: A Discussion. *JOE*, 4(1):37, 1978. ISSN: 0099-2399.

BERNICK S. Lymphatic vessels of the human dental pulp. *J Dent Res*, 56(1):70-77, 1977. ISSN: 0022-0345.

BHASKAR SN. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 11th ed. St. Louis: Elsevier-Mosby; 2016. ISBN-10: 0323096352. ISBN-13: 9780323096355.

BHASKAR SN, ORBAN BJ. *Orban's Oral Histology and Embryology*. 9th ed. St. Louis: Mosby; 1980. ISBN-10: 080164609X. ISBN-13: 9780801646096.

BLOTTA F y SPOLETI P. Bases Inmunológicas para la endodoncia [en línea]. Rosario, Argentina. Disponible en <https://es.calameo.com/read/004756707e4d434982c6d> ISBN: 978-987-86-0153-3.

BRÄNNSTRÖM M, ÅSTRÖM A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *International Dental Journal*, 22(2):219-227, 1972. ISSN: 0020-6539.

BRANTLEY WA, LUEBKE NH, MITCHELL JC. Performance of engine-driven rotary endodontic instruments with a superimposed bending deflection: V. Gates Glidden and Peeso drills. *JOE*, 20(5):241-245, 1994. ISSN: 0099-2399.

BRONNEC F, BOUILLAGUET S, MACHTOU P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the cleaning and shaping of root canals: a digital subtraction radiographic study. *Int Endod J*, 43(4):275-282, 2010. ISSN: 0143-2885 (print); 1365-2591 (online).

BYERS MR, NÄRHI MVO, MECIFI KB. Acute and chronic reactions of dental sensory nerve fibers to cavities and desiccation in rat molars. *Anat Rec*, 221(2):872-883, 1988. ISSN: 1932-8486.

CAPPUCCINO CC, SHEEHAN RF. The biology of the dental pulp. In: Shaw JH, Sweeney EA, editors. *Textbook of Oral Biology*. Philadelphia: W. B. Saunders; 1978. ISBN-10: 0721681824. ISBN-13: 978-0721681825.

CLARK D, KHADEMI JA. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am*, 54(2):249-273, 2010. ISSN: 0011-8532.

COCHRAN MA, MILLER CH, SHELDRAKE MA. The efficacy of the rubber dam as a barrier to the spread of microorganisms during dental treatment. *Journal of the American Dental Association*, 119:141-4, 1989. ISSN: 1138-7750.

DAHL E, MJÖR IA. The fine structure of the vessels in the human dental pulp. *Acta Odontol Scand*, 31:223-230, 1973. ISSN: 0001-6357.

DUMMER PM, HICKS R, HUWS D. Clinical signs and symptoms in pulp disease. *Int Endod J*, 13(1):27–35, 1980. ISSN: 0143-2885 (print); 1365-2591 (online).

DUNCAN HF. Present status and future directions-vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J*,55(3):497–511,2022. ISSN: 0143-2885 (print); 1365-2591 (online).

EDWALL L, KINDLOVÁ M. The Effect of sympathetic nerve stimulation on the rate of disappearance of tracers from various oral tissues. *Acta Odontol Scand*, 29:387-400, 1971. ISSN: 0001-6357.

EMBERY G. Glycosaminoglycans of human dental pulp. *J Biol Buccale*, 4(3):229-236, 1976. ISSN: 0301-3952.

FOUAD AF. Molecular characterization of irreversible pulpitis: a protocol proposal and preliminary data. *Front Dent Med*, 3:1–11, 2022. ISSN: 2673-8771.

FRANK RM. Étude autoradiographique de la dentinogenèse en microscopie électronique à l'aide de la proline tritiée chez le chat. *Arch Oral Biol*, 15(6):583–600, 1970. ISSN: 0003-9969.

GARTNER LP, SIEBEL W, HIATT JL, PROVENZA DV. A fine structural analysis of mouse molar odontoblast maturation. *Acta Anatomica*, 103:116, 1979. ISSN: 0001-5180.

GOMES BPPA, VIANNA ME, MATSUMOTO CU, *et al.* Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100(4):512–517, 2005. Print ISSN: 1079-2104 ;(e-ISSN): 1528-395X.

GRIFFIN CJ, HARRIS R. Ultrastructure of collagen fibrils and fibroblasts of the developing human dental pulp. *Arch Oral Biol*, 11(7):659–666, 1966. ISSN 0003-9969 (impresa) y 1879-1506 (en línea).

GROSSMAN LI. Physical properties of root canal cements. *JOE*, 2(6):166–175, 1976. ISSN: 0099-2399.

GULABIVALA K, PATEL B, EVANS G, NG Y-L. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, 10(1):103-122, 2005. ISSN: 1601-1538 (Print); 1601-1546 (Online).

HAN SS. The fine structure of cells and intercellular substance in the dental Pulp. in: Finn SB, editor. *Biology of the dental Pulp organ* Birmingham (AL): University of Alabama press; 1968.

HALL MC, CLEMENT DJ, DOVE SB y WALKER WA III. A comparison of sealer placement techniques in curved canals, *JOE*, 22 (12): 638-642, 1996. ISSN: 0099-2399.

HARGREAVES KM, BERMAN LH. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 11ª ed. St. Louis: Elsevier; 2016. ISBN-10: 0323096352, ISBN-13: 978-0323096355.

HARGREAVES KENNETH M Y COHEN STEPHEN. *Las vías de la pulpa de Cohen* 10ª edición. Barcelona, España: Elsevier Mosby, 2011. 987p ISBN: 978-84-8086-877-8.

INGLE, JI., BAKLAND, LK. & BAUMGARTNER, J. C. (2008). *Endodontics* (6.ª ed.). Hamilton, ON: BC Decker Inc. ISBN: 978-1550093339.

INGLE JI. y BAKLAND LK. *Endodoncia* 5ª Edición. México, D.F: Mc GrawHill Interamericana. 95p. 2002. ISBN:970-10-4244-1.

ISOKAWA S. Über das Lymphsystem des Zahnes. *Z Zellforsch Mikrosk Anat*, 52:140–149, 1960. ISSN: 0340-0336.

JAFARZADEH H y ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general. *International Endodontic Journal*, 43: 738-762, 2010. ISSN: 1365-2591.

KARRAR RN, CUSHLEY S, DUNCAN HF, *et al*. Molecular biomarkers for objective assessment of symptomatic pulpitis: a systematic review and meta-analysis. *JOE*, 56:1160–1177, 2023. ISSN: 0099-2399.

KRASNER P, RANKOW HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *JOE*. 30(1):5–16, 2004. ISSN: 0099-2399.

KUTTLER Y, Microscopic investigation of root apices. *The Journal of the American Dental Association*, 50: 554-552, mayo 1955. ISSN: 0002-8177.

LEY N° 26.529. Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de noviembre de 2009.

MATSUMIYA S, TAKUMA S, *et al*. *Atlas of Oral Pathology*. Tokyo: Tokyo Dental College Press; 1955.

MJÖR IA, TRONSTAD L. The healing of experimentally induced pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 38(1):115-121, 1974. ISSN 0030-4220.

MOHAMMADI Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dental Journal*, 58(6):329-341, 2008. ISSN 0020-6539.

NG YL, MANN V, GULABIVALA K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J*, 44 (7): 610-25, 2011. ISSN: 1365-2591.

PETERS OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *JOE*, 30(8):559–567, 2004. ISSN: 0099-2399.

ROANE JB, SABALA CL, DUNCANSON MG Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *JOE*, 11(5):203–211, 1985. ISSN: 0099-2399.

REEH ES, MESSER HH, DOUGLAS WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedure. *JOE*, 15:512, 1989. ISSN: 0099-2399.

SABETI MA, NIKGHALB KD, PAKZAD R, FOUAD AF. Expression of selected inflammatory mediators with different clinical characteristics of pulpal inflammation. *JOE*, 1;50(3):336-343, 2024. ISSN: 0099-2399.

SCHILD H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 11(3):723–744, 1967. (p-ISSN): 0011-8532 (e-ISSN): 1558-0512.

SHABBIR J, ZEHRA T, NAJMI N, HASAN A, NAZ M, PIASECKI L, AZIM AA. Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic Access cavity designs. *JOE*, 47(8): 1229-1244, 2021. ISSN: 0099-2399.

SLAVKIN HC. The nature and nurture of epithelial-mesenchymal interaction during tooth morphogenesis. *J Biol Buccale*, 6:189, 1978. ISSN: 0301-3952.

SOARES IJ, GOLDBERG F. Endodoncia: técnicas y fundamentos. 3.^a ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2015. p. 215–218. (5). ISBN-10: 950060891X ISBN-13: 978-9500608916.

SONG M, KYM H, LEE W y KIM E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *JOE*, 37 (11): 1516-1519, 2011. ISSN: 0099-2399.

SPOLETI P y BLOTTA F: Bases Biológicas para la endodoncia 2° edición. [en línea]. Rosario, Argentina: Blotta Francisco y Spoleti Pablo, 2019. [fecha de consulta: 15 de

mayo 2024]. Disponible en: <https://bibliotecas.unr.edu.ar/acceso/9789878600109.pdf>
[ISBN 978-987-86-0010-9.](https://bibliotecas.unr.edu.ar/acceso/9789878600109.pdf)

TEN CATE AR. *Oral Histology: Development, Structure, and Function*. 4ª edición. St. Louis: Mosby-Year Book; 1994. ISBN-10: 0801679664, ISBN-13: 9780801679667.

TORABINEJAD M, WALTON RE. *Endodontics: Principles and Practice*. 5ª edición. St. Louis, MO: Saunders; 2014. ISBN-10: 1455754102, ISBN-13: 978-1455754106.

VERTUCCI FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984;58(5):589-599. ISSN: 0030-4220.

WEN J, QIN X, ZHANG J, *et al*. Clinical significance of matrix metalloproteinase-9 expression in papillary thyroid carcinoma: a meta-analysis. *World Journal of Surgical Oncology*, 21:225, 2023. ISSN1477-7819.

WITHWORTH J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*, 12: 2-24, 2005. ISSN: 1601-1538.

ZACH I, TOPAL R, COHEN G. Pulpal repair following operative procedure: radioautographic demonstration with tritiated thymidine. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 28: 587-597, 1969. **ISSN 0030-4220.**

ZEHNDER, M. Editorial: Research that matters – irrigants and disinfectants. *Int Endod J*, 45, 961–962, 2012. ISSN: 0143-2885 (print); 1365-2591 (online).

ZEHNDER M. Root canal irrigants. *JOE*, 32: 389–398, 2006. ISSN: 0099-2399.

ZEHNDER, M., SCHMIDLIN, P., SENER, B. & WALTIMO, T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *JOE*,31: 817–820, 2005a. ISSN: 0099-2399.