



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

**FO**  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
ENDODONCIA

# **Fractura amelodentinaria tratada mediante apexificación**

**ALUMNA: FOZZATTI MARIBEL**  
**DIRECTOR: PROF. ESP. ANSEMI ALBERTO**

**MENDOZA, NOVIEMBRE 2023**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia, por su apoyo constante frente a todas mis metas y proyectos. Gracias a Renzo y Raffaella por la paciencia, compañía y a mis padres por la incondicionalidad.

Gracias a Alberto quien fue mi director de tesis, a Mariana, Graciela, Julio, Jimena y Julieta, excelentes personas y profesionales, que con su dedicación y generosidad para transmitir sus conocimientos y experiencias me permitieron lograr mis objetivos y crecer profesionalmente.

También quiero agradecer a mis compañeros con quienes he compartido grandes momentos, en especial a Fernando por su amistad y crecimiento personal y profesional juntos.

Y a todos aquellos que de alguna manera u otra aportaron su granito de arena para hacer posible mi meta.

# ÍNDICE

Resumen.....	Pág. 4
Introducción.....	Pág. 5
Caso clínico .....	Pág. 18
Discusión .....	Pág. 24
Conclusión .....	Pág. 33
Referencias Bibliográficas .....	Pág. 34

## RESUMEN

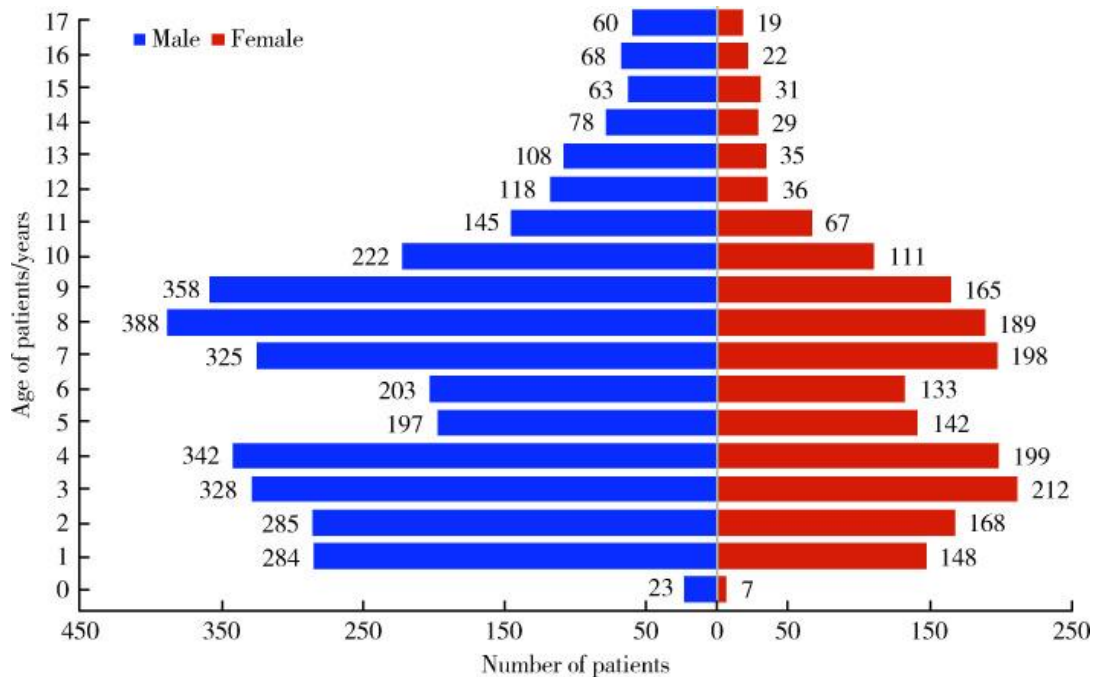
Los traumatismos son lesiones que sufre nuestro organismo de forma brusca por agentes externos. Los traumatismos dentarios considerados como urgencias odontológicas afectan a la región facial, lo cual conlleva un compromiso estético, social y funcional. Además, se lo asocia con dolor, por lo que requiere un pronto tratamiento y resolución. Además de la inmediatez en la implementación del tratamiento, es necesario controles clínicos y radiográficos por un largo período de tiempo. La incidencia de este tipo de injuria varía del 4% al 30% en la población en general. Cada agente traumático produce lesiones específicas, por lo que debemos saber cuál fue el tipo de trauma que lo produjo. Aunque los traumatismos dentales pueden ocurrir a cualquier edad, presentan dos picos de máxima incidencia, entre 2 y 5 años, donde se observan fracturas coronales no complicadas, aunque también predominan luxaciones o avulsiones debido a la mayor porosidad ósea y menor superficie radicular, y entre los 8 y 12 años en los dientes permanentes. Se estima que al finalizar la secundaria uno de cada tres niños y una de cada cuatro niñas han sufrido un traumatismo dental. El diente más vulnerable es el incisivo central superior el cual soporta el 80% de todas las lesiones traumáticas dentarias, seguido por los incisivos laterales superiores y después centrales y laterales inferiores. En el presente trabajo se describe un caso clínico, donde a causa de un traumatismo el incisivo central superior derecho sufrió fractura coronal amelodentinaria con posterior necrosis y se detalla la terapéutica aplicada.

## INTRODUCCIÓN

Los traumatismos dentales son accidentes que suceden con cierta frecuencia y los mismos generan gran impacto social y psicológico. Producen lesiones en los dientes, en el hueso y demás tejidos de sostén debido a un impacto físico contra los mismos. Pueden provocar la pérdida de integridad del diente, desplazamiento total o parcial de su posición habitual, y/o afectar dos aspectos fundamentales en la vida del paciente: la función estomatognática; y otra no menos importante, la estética. Los traumatismos dentarios y sus secuelas mantienen relación directa con la intensidad del golpe que los originó. Pueden causar daños que van desde afectar a las células altamente especializadas de la pulpa, hasta la pérdida del diente en la región afectada. Cabe destacar que, en el caso de los dientes temporarios la violencia en los mismos puede interferir en el desarrollo y erupción del germen sucesor permanente. De Paula Barros *et al.* (2018), consideran a los traumatismos dentarios como una condición de urgencia y una problemática de la salud pública, que presenta un gran impacto en la calidad de vida de las personas. Comúnmente afectan a niños y adolescentes, pero su prevalencia ha crecido entre adultos debido a prácticas deportivas, accidentes automovilísticos y violencia. Las lesiones traumáticas pueden causar daño a los tejidos dentales de soporte y pulpa, lo que resulta en necrosis pulpar y el desarrollo de reabsorciones radiculares (Bastos *et al.*, 2014; Ugolini *et al.*, 2018). Además, suele ser repentino, circunstancial, inexplicable, inesperado, accidental y con frecuencia requiere atención de emergencia (Lam *et al.*, 2008). A pesar de las diferencias locales y metodológicas entre estudios, parece haber un patrón consistente en la aparición de un traumatismo; la casa o el hogar de los pacientes ha sido reportada constantemente como la ubicación principal tanto para dentición primaria como permanente, seguido de cerca por lesiones en las escuelas. Además, áreas deportivas, parques infantiles y accidentes en automóviles también son frecuentes. En otras palabras, las caídas son la causa más común que provoca traumatismos y representan la mayoría de las lesiones en la dentición primaria. Las actividades deportivas debido a su naturaleza de contacto físico como rugby, fútbol, en donde hay enfrentamiento de participantes también es frecuente la aparición de lesiones traumáticas. Así mismo, en otras situaciones de contacto como accidentes, peleas, violencia doméstica (Skaare; Jacobsen, 2005). Asimismo, Warren *et al.* (2014), informaron que al menos un tercio de las lesiones son causadas por juegos, superando a las caídas, y motivan con mayor frecuencia las consultas en hospitales después de horas de ocurrido el golpe. Por otra parte, la incidencia de los traumatismos afecta a no más del 5% de la población mundial, sin embargo, cabe señalar

que la cantidad de traumas están subestimados debido a dificultades de muestreo. Muchos pacientes no se presentan a recibir tratamiento (Oliveira *et al.*, 2007). Glendor (2009), informó que ciertas personas tienen un mayor riesgo de sufrir traumatismos dentarios repetidos, lo que indica que el riesgo se correlaciona con los hábitos y comportamiento en los estilos de vida, destacando la importancia de la salud pública. En referencia a la incidencia, los hombres muestran mayor porcentaje de traumatismos con más frecuencia que las mujeres en la dentición permanente, en una proporción que va de 1.3 a 2.5 respectivamente, (**Figura 1 y Tabla 1**) (Bai Jie *et al.*, 2021; Noori *et al.*, 2009).

**Figura 1** . Frecuencia por géneros de traumatismos dentales, tomado de Yang, X., Sun, W., Wang, Z., Ji, A. P., & Bai, J. (2021). *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences*, 53(2), 384–389.



**TABLA 1.** Frecuencia de distribución en niños con y sin traumatismos dentarios por genero

Tomado de Noori, A. J., & Al-Obaidi, W. A. (2009). Traumatic dental injuries among primary school children in Sulaimani city, Iraq. *Dental Traumatology*, 25(4), 442–446.

Gender	Without trauma, n (%)	With trauma, n (%)	Total, n (%)	
Male	1890 (92.6)	150 (7.4)	2040 (50.8)	$\chi^2 = 12.338$ d.f. = 1 $P < 0.001$
Female	1882 (95.3)	93 (4.7)	1975 (49.2)	
Total	3772 (93.9)	243 (6.1)	4015 (100)	

Sin embargo, Traebert *et al.* (2006), concluyeron que las mujeres están expuestas a los mismos factores de riesgo que los hombres, característicos de la sociedad occidental moderna. La edad es otro factor de riesgo reportado, donde la experiencia de trauma es sesgada hacia la población más joven (niños pequeños, niños, adolescentes y adultos jóvenes). En relación con ello, Lam *et al.* (2008), sugirieron clasificar la edad en incrementos de 5 años, y descubrieron que estas lesiones eran predominantes en el grupo de 0-4 años y el grupo de 10-14 años. Además, la edad específica se ve afectada por diferencias locales como medio ambiente, nivel de vida, acceso a servicios y cultura. En general, los niños sufren heridas por lesiones involuntarias mientras que los adolescentes experimentan lesiones accidentales por deportes de contacto y otras lesiones por impacto (Otuyemi *et al.*, 1996). Así mismo, la edad avanzada es también acompañada con cambios en las estructuras biológicas como el hueso, dientes y el ligamento periodontal. Es, por lo tanto, la hipótesis de que la frecuencia de luxaciones y fracturas variarían entre diferentes grupos de edad. En niños el hueso esta menos mineralizado y tiene una mayor resistencia a la fractura. También, la deposición continua de dentina y cemento durante toda la vida alterara la mecánica y propiedades del diente y del ligamento periodontal. Con respecto al diente más traumatizado en este tipo de accidentes prevalece el sector anterior superior (Bai Jie *et al.*, 2021), (**tabla 2**). En individuos que muestran un *overjet* aumentado (la distancia entre los incisivos superiores e inferiores en la dirección anteroposterior), como ocurre en sujetos que habitualmente se chupan el dedo o un chupete, el trauma dental es más común en el caso de caídas "de cara primero". Por lo tanto, es importante realizar exámenes de ortodoncia especializados para identificar y corregir posibles protuberancias dentales tempranas.

**Tabla 2:** La ubicación más común y la cantidad de traumatismos en los dientes permanentes. Tomado de Yang, X., Sun, W., Wang, Z., Ji, A. P., & Bai, J. (2021). Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences, 53(2), 384–389.

Posición	Número	Porcentaje
Incisivo central superior derecho	2 118	37,1%
Incisivo central superior izquierdo	2 115	37,0%
Incisivo lateral superior izquierdo	415	7,3%
Incisivo lateral superior derecho	382	6,7%
Incisivo central inferior derecho	217	3,8%
Incisivo central inferior izquierdo	200	3,5%
Incisivo lateral inferior derecho	93	1,6%
Incisivo lateral inferior izquierdo	84	1,5%
Canino	59	1,0%
Premolar	23	0,4%
Molar	5	0,1%
Total	5 711	100,0%

En relación al ordenamiento de las diferentes lesiones, Feliciano y Caldas (2006), identificaron más de 50 sistemas de clasificación de traumatismos dentales. Andreasen (1972) intentó clasificar las lesiones considerando el manejo clínico. Este sistema consta de 19 categorías donde las lesiones se agruparon en lesiones de los tejidos duros dentales, la pulpa, ligamento periodontal, hueso alveolar, encía y mucosa. Igualmente, un modelo creado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1978 siguió un enfoque similar al modelo anterior de Andreasen. Luego, Andreasen modificó la clasificación de la OMS en 1982 nuevamente con una modificación clínica; introdujo las categorías de Concusión, Subluxación y tres Luxaciones; intrusiva, extrusiva y lateral. Muchos otros sistemas de clasificación que siguieron fueron modificaciones del sistema de la OMS. Por otro lado, la clasificación de García Godoy (1981), separa las fracturas en función de si el cemento está involucrado o no. A continuación,



se describe la clasificación de la OMS, modificada por Andreasen: Lesiones de los tejidos duros dentarios y de la pulpa; Fractura Incompleta (infracción de Esmalte), Fractura No Complicada de la Corona (Esmalte y Dentina), Fractura Complicada de la Corona (Esmalte, Dentina y Pulpa), Fractura de la Raíz (Cemento, Dentina y Pulpa), Fractura No Complicada de la Corona y la Raíz (Esmalte, Dentina y Cemento), Fractura Complicada de la Corona y la Raíz (Esmalte, Dentina, Cemento y Pulpa) y Lesiones de los Tejidos Periodontales; Concusión, Subluxación, Luxación Lateral, Luxación Intrusiva, Luxación Extrusiva y Avulsión. En la **tabla 3** Yang y colaboradores describen la frecuencia de cada traumatismo dividido por edades. Como se ha descrito anteriormente, existe diversidad de lesiones según los tejidos que los traumas afectan e involucran, sin embargo, en el presente trabajo se pondrá énfasis al análisis de las fracturas amelodentinarias sin exposición pulpar. En primer lugar, la fractura complicada de la corona es un traumatismo que se caracteriza por el desplazamiento de los tejidos duros del diente. Dependiendo de la dirección e intensidad del golpe o impacto posee, además, el potencial para interrumpir el suministro neurovascular a la pulpa (Diangelis *et al.*, 2012). Por lo tanto, se puede producir trituración de las fibras periodontales y restricción / compresión de canales de suministro sanguíneo (canal apical, lateral, anastomosis transversales) de la pulpa causando isquemia que puede provocar Necrosis Pulpar (Andreasen, 1970). En relación con estas lesiones, el incisivo central superior es el diente más frecuentemente involucrado, aproximadamente un 60% de los casos (Andreasen, 1970). Además de la lesión en esmalte y dentina puede haber interrupción y/o ruptura del suministro neurovascular en una pulpa presumiblemente normal. Esto conducirá posteriormente al infarto del tejido pulpar y a una necrosis de coagulación. Si por el contrario el diente está intacto (sin caries, restauraciones o enfermedad periodontal) el sistema inmunológico puede desempeñar un importante papel en la curación pulpar (Andreasen, 1986). Por lo tanto, el resultado final puede ser la necrosis estéril, necrosis relacionada con la infección o la revascularización/ regeneración/ reparación de la pulpa traumatizada. Éstos dependerán de los procesos de crecimiento celular y la invasión bacteriana, y determinará el destino de la pulpa dañada. Como consecuencia la decoloración transitoria de la corona podría ser resultado de la hemorragia intrapulpar posterior al trauma.

**Tabla 3.** Tipos de traumatismos en los dientes permanentes.

Categoría de dientes permanentes traumáticos. Tomado de Tomado de Yang, X., Sun, W., Wang, Z., Ji, A. P., & Bai, J. (2021). Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences, 53(2), 384–389.

Diagnóstico	Grupo de edad/años					Total	Porcentaje
	3-5	6-8	9-11	12-14	15-17		
Fractura esmalte-dentina		565	535	197	116	1413	24,7%
Concusión	6	533	359	166	107	1171	20,5%
Subluxación	18	491	303	125	83	1020	17,9%
Fractura de corona complicada		267	381	108	69	825	14,4%
Fractura corona-raíz complicada		68	113	51	41	273	4,8%
Avulsión		73	88	63	28	252	4,4%
Luxación lateral		57	36	52	45	190	3,3%
Luxación		46	61	20	29	156	2,7%
Infracción del esmalte		34	46	Veintidós	13	115	2,0%
Luxación intrusiva		57	32	14	6	109	1,9%
Fractura de raíz		35	33	20	veintiuno	109	1,9%
fractura de esmalte		18	18	6	5	47	0,8%
Fractura corona-raíz no complicada		13	9	7	2	31	0,5%
Total	24	2257	2014	851	565	5711	100,0%

María Grazia Caggetti (2019) aportó información sobre primeros auxilios en traumatismos orofaciales y dentales. La eficacia del manejo de las lesiones bucofaciales en odontopediatría depende de un diagnóstico rápido y certero, seguido de un tratamiento adecuado para mejorar el pronóstico. En caso de fractura o avulsión de la corona, el pronóstico depende principalmente de un tratamiento rápido y adecuado para mejorar el resultado a corto y largo plazo (Andreasen *et al.*,2004). Los signos y síntomas referidos por los pacientes siempre deben evaluarse cuidadosamente para excluir complicaciones sistémicas y/o locales (región orofacial). Por esta razón, es necesario gestionar todos los procedimientos más adecuados para afrontar el trauma desde el abordaje de primeros auxilios (Andreasen *et al.*,2001).

Recientemente se han publicado muchos artículos sobre traumatismo orofacial en odontología pediátrica; sin embargo, los artículos publicados no abordan completamente todos los diferentes problemas clínicos de la traumatología dental, limitándose a abordar aspectos únicos. Como resultado, se necesitan pautas prácticas y útiles para los médicos (pediatras, personal de la unidad de atención de emergencia o dentistas) que enfrentan traumatismos orofaciales en un entorno de emergencia (Bagińska *et al.*, 2011).

Los fragmentos de diente/dientes y dientes avulsionados deben colocarse en un medio de almacenamiento adecuado (leche, solución salina, saliva) antes de la reimplantación, según lo recomendado por las Directrices AAPD de 2011 y IADT de 2012 (Diangelis *et al.*, 2012). Una vez que el paciente asiste a la consulta se debe recopilar toda la información relativa al evento traumático. Esto incluye: el lugar donde ocurrió la lesión (escuela, casa, gimnasio, carretera, etc.), la causa del trauma (caída accidental, accidente automovilístico, agresión, etc.), la dinámica del evento traumático, así como el tiempo y el intervalo de tiempo existente entre el hecho y los primeros auxilios; también signos y síntomas referidos por el paciente, tales como dolor, pérdida del conocimiento, estado de confusión, amnesia, dolor de cabeza, náuseas/vómitos, alteraciones de la vista, crisis convulsivas, dificultades del habla, sangrado y otorrea; si la vacuna contra el tétanos está al día. Por último, la recuperación de diente/dientes avulsionados o fragmentos de diente/dientes y el medio utilizado para el almacenamiento (Caggetti *et al.*, 2019).

La anamnesis patológica a distancia, personal y familiar, debe ser precisa, puntual y dirigida principalmente a enfermedades hematológicas (trastornos de la coagulación sanguínea) y/o patologías que puedan influir en las opciones de tratamiento (como cardiopatías congénitas que requieren profilaxis antibiótica para endocarditis bacteriana) o alergias (Caggetti *et al.*, 2019). El examen también debe incluir la evaluación de los movimientos de la mandíbula: se debe considerar cuidadosamente el rango de movimiento mandibular (es decir, apertura máxima sin

ayuda, apertura máxima asistida, excursión lateral máxima, excursión protrusiva máxima) y el patrón de apertura en el plano frontal (es decir, simétrico versus asimétrico). Un examen funcional también debe incluir la evaluación de la oclusión: se debe registrar la presencia de alteraciones oclusales como contactos prematuros posteriores, mordidas abiertas, etc., ya que pueden ser el resultado de la afectación de la articulación temporomandibular (ATM) (Kambalimath *et al.*, 2013). Las fracturas subestimadas de la ATM pueden provocar un crecimiento facial anormal, asimetrías y/o microrrganismo mandibular (Pirttiniemi *et al.*, 2009). Siempre se debe examinar la posición de los dientes para evidenciar lesiones con o sin exposición pulpar, desplazamiento y/o movilidad dentaria.

El examen extraoral siempre debe considerar: signos clínicos que pueden implicar traumatismo craneal o cervical; lesiones no correspondientes a prominencias óseas como hematomas, lesiones por objetos reconocibles, mordeduras, quemaduras, lesiones de distinta duración, etc.; presencia de asimetrías faciales; evaluación del dolor (particularmente durante los movimientos mandibulares). Además, evaluación de los movimientos de la mandíbula, ya que la apertura bucal reducida o desviada puede ser el resultado de fracturas de la ATM, derrame y/o sangrado en el espacio articular; presencia de hematomas, laceraciones/abrasiones de tejidos blandos periorales (Guedes *et al.*, 2010).

La investigación radiológica de la zona facial es necesaria para excluir o confirmar la presencia de fracturas óseas. Es muy recomendable en caso de traumatismos faciales directos o indirectos que afecten a la región orofacial o a la mandíbula. Es posible que se necesiten otras investigaciones por imágenes en caso de múltiples lesiones traumáticas y/o sospecha de abuso infantil (Naeem *et al.*, 2017).

El trauma facial requiere un abordaje multidisciplinario: el tratamiento de las fracturas de la mitad de la cara y de la mandíbula es responsabilidad del cirujano maxilofacial, mientras que las lesiones dentales y de tejidos blandos orales son responsabilidad del odontólogo. En caso de trauma que involucre a niños y adolescentes, solo los padres y/o cuidadores pueden dar su consentimiento para los tratamientos dentales. Sin embargo, si es necesario, se deben realizar procedimientos diagnósticos y terapéuticos urgentes (como suturas de una herida, reducción de dientes desplazados, reimplantación de dientes, tratamiento de la pulpa dental expuesta, etc.) para evitar peores resultados. Los tratamientos pospuestos siempre necesitan el consentimiento de los padres o cuidadores (Pitón *et al.*, 2014).

La primera valoración de un traumatismo dental en un niño debe proporcionar una clasificación del tipo de traumatismo para poder establecer procedimientos diagnósticos y terapéuticos adecuados. Si el paciente presentó síntomas sistémicos cuando ocurre el trauma o durante el

examen odontológico, debe ser remitido inmediatamente a la Unidad de Atención de Emergencia para su adecuada evaluación. Siempre se debe investigar la presencia de enfermedades sistémicas previas.

El paciente ya examinado por el personal de la Unidad de Atención de Urgencias debe ser evaluado para: Reducción de la apertura de la boca y desviación durante los movimientos mandibulares patognomónicos de afectación de la ATM (fracturas, dislocaciones, derrame endoarticular). Dolor (particularmente cuando se exagera con los movimientos mandibulares), Asimetría facial, Lesiones de tejidos blandos periorales como laceraciones o abrasiones.

La valoración odontológica de pacientes traumatizados, siempre debe incluir la evaluación del estado de los dientes y de los tejidos periodontales con especial atención a: estado de dentición primaria/mixta/permanente, afectación de los dientes y tipo de traumatismo (fracturas de corona, con o sin exposición pulpar, luxación extrusiva, intrusiva o lateral y avulsión traumática) (Caggetti *et al.*, 2019).

Según la Guía sobre el manejo del trauma dental agudo de la Academia Estadounidense de Odontología Pediátrica revisada en 2011, siempre se deben considerar la respuesta a la prueba de vitalidad (a menudo poco confiable en niños pequeños), la prueba de percusión y la movilidad de los dientes involucrados.

La exposición dentinaria/pulpar debe evaluarse en caso de dolor local espontáneo o estimulado. En todo traumatismo dental se debe realizar un examen radiográfico. La radiografía intraoral es útil para evidenciar fractura radicular, desplazamiento dentario o avulsión. Si hay heridas en los labios, puede ser necesario un examen radiológico de los tejidos blandos para identificar la presencia de cuerpos extraños (Caggetti *et al.*, 2019) .

En caso de fracturas se debe considerar la ortopantomografía, la telerradiografía en proyección anteroposterior y/o métodos de imagen avanzados. La proyección de Towne inversa se recomienda en pacientes muy jóvenes y/o con bajo cumplimiento gracias a la baja dosis de radiación administrada (Mayo *et al.*, 2013).

La radiografía intraoral periapical se recomienda en caso de dientes permanentes traumatizados, avulsión traumática de dientes temporales o luxación intrusiva.

En caso de infracción coronaria de un diente permanente, sin movilidad dentaria, se puede posponer la radiografía intraoral; La prueba de sensibilidad dental y la respuesta a la prueba de percusión deben controlarse cada 6 meses (Caggetti *et al.*, 2019).

Si la fractura no tiene compromiso pulpar y el fragmento dentario está disponible, éste puede reposicionarse con un sistema de adhesión (resina). La opción para el tratamiento de la urgencia, es cubrir la dentina expuesta con ionómero de vidrio en forma temporal o una

restauración permanente usando agente adhesivo y composite. El tratamiento definitivo para una fractura coronaria es la restauración con materiales aceptados para este efecto (Clavijo López et al., 2009).

En pacientes jóvenes que presentan raíces inmaduras, en proceso de formación, es conveniente preservar la vitalidad pulpar mediante recubrimiento pulpar o pulpotomía parcial. El hidróxido de calcio y el Mineral Trioxi Agregado (MTA-blanco) son materiales apropiados para tales procedimientos. En pacientes adultos el tratamiento radicular puede ser el tratamiento de elección, aunque el recubrimiento pulpar o la pulpotomía también son opciones válidas.

El MTA deriva de un compuesto original de cemento Portland, aunque estos compuestos son similares en algunos aspectos, el cemento Portland y el MTA no son idénticos, son sometidos a procesamiento y purificación adicional, en comparación con los cementos Portland, tienen un tamaño medio de partícula más pequeño y contienen menos metales pesados tóxicos. (Damaschke *et al.*, 2005; Islam *et al.*, 2006) El MTA Angelus® (Angelus, Londrina, Brasil /Clinician's Choice, New Milford, CT) fue lanzado en Brasil en 2001 y recibió la aprobación de la FDA en 2011, MTA Angelus® exhibe un tiempo de fraguado reducido, se vende en contenedores que permiten más dispensación controlada y posee las mismas propiedades deseables que el MTA tradicional. (Duarte *et al.*, 2003; Menezes *et al.*, 2004; Koulaouzidou *et al.*, 2008; Lolayekar *et al.*, 2009) El MTA debe prepararse inmediatamente antes de su utilización. El polvo se mezcla con agua estéril en una proporción 3:1 en una loseta de vidrio para dar una consistencia que sea manejable. El tiempo de endurecimiento ronda entre 3 y 4 horas, el MTA requiere humedad para fraguar; por lo que al dejar la mezcla en la loseta o en el papel se origina la deshidratación del material adquiriendo una textura seca, por lo tanto, mientras el cemento se está trabajando, es recomendable recubrirlo con una gasa húmeda estéril. Debido a las propiedades físicas inherentes al polvo del producto, la consistencia “arenosa” dificulta la manipulación y acarreo del material al lugar de reparación. (Torabinejad, 1999) Para mejorar esta característica, Angelus® ha desarrollado una nueva formulación denominada MTA REPAIR HP. Esta nueva fórmula mantiene todas las propiedades químicas y biológicas del MTA original, que garantiza el éxito del tratamiento, aunque altera sus propiedades físicas de manipulación. El resultado es un producto con más plasticidad, facilitando la manipulación y la inserción en la cavidad dental, así como una reducción del tiempo de fraguado inicial a 15 minutos y una ausencia de decoloración dental debido al radiopacificador utilizado. Teniendo en claro el concepto de que la pulpa (odontoblastos) como tejido especializado del órgano dentario, es la única que posee la capacidad de formar dentina, cuando el órgano dentario pierde su vitalidad o la pulpa es removida por alguna causa y los

ápices se encuentran inmaduros, la reparación de los dientes con ápice inmaduro que presenten necrosis pulpar con o sin lesión periapical se da a partir de la formación de un tejido mineralizado, semejante al cemento. Cabe mencionar que este procedimiento era realizado con recambios mensuales de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , hasta obtener el cierre biológico, (Leonardo *et al.*, 1993) llevando el tratamiento a periodos prolongados de hasta 18 meses como Palo *et al.*, (2001) y Kleir *et al.*, (2001) entre 6 y 24 meses; sin embargo, otros autores verificaron la apexificación entre 1-5 y 6-8 meses después de utilizar medicación intraconducto respectivamente, Mackie *et al.*, (1994) y Cvek, *et al.*, (1978) verificaron el cierre de tres a seis meses. Según Palo y cols, este periodo prolongado se debió a la presencia de bacterias en el conducto radicular y a la lesión periapical, afirmando que es necesaria la eliminación de microorganismos del sistema de conductos radiculares, para posteriormente inducir la formación de tejido mineralizado. En la actualidad y con la utilización del MTA, es posible realizar la apexificación en una a dos sesiones, aplicando el MTA como plug apical para inducir la neoformación de tejido mineralizado, que debe ser precedida por una medicación intraconducto con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  por una semana, especialmente en los dientes con lesión periapical crónica. (Miñana, 2000; Berasategui *et al.*, 2003; Leonardo, 2005; Hayashi *et al.*, 2004; Rocamora *et al.*, 2001; Felipe *et al.*, 2006; Bramante *et al.*, 2004).

Si ha transcurrido mucho tiempo entre el accidente y el tratamiento, y la pulpa se encuentra necrótica, el tratamiento del conducto radicular está indicado para mantener el diente.

Una vez tratada la urgencia, se procede a establecer controles para evaluar clínica y radiográficamente la evolución post trauma: **Tabla 4** (Clavijo López *et al.*, 2009).

**Tabla 4** Guía de manejo de trauma Dentoalveolar , tomado de Clavijo-López EG, fundación HOMI, Bogotá, Colombia, 2009.

control	Resultado Favorable	Resultado Desfavorable
1	Asintomático. Respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad pulpar. Continúa desarrollo radicular en dientes inmaduros. Continúa a la siguiente evaluación	Sintomático. Respuesta negativa a las pruebas de sensibilidad pulpar. Signos de periodontitis apical. No continúa desarrollo de la raíz en dientes inmaduros. <b>Se indica tratamiento del conducto radicular</b>
2	Respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad pulpar (posible falso negativo hasta los 3 meses). Signos de reparación entre los segmentos fracturados. <b>Continúa a la siguiente evaluación</b>	Respuesta negativa a las pruebas de sensibilidad pulpar (posible falso negativo hasta los 3 meses). Signos clínicos de periodontitis. Radiolucidez adyacente a la línea de fractura. <b>El tratamiento de conducto radicular está indicado sólo hasta el nivel de la línea de fractura</b>
3	Respuesta positiva a las pruebas de sensibilidad pulpar (posible falso negativo hasta los 3 meses). No hay signos de periodontitis apical. <b>Continúa a la siguiente evaluación</b>	Respuesta negativa a las pruebas de sensibilidad pulpar (posible falso negativo hasta los 3 meses). Signos de periodontitis apical o reabsorción inflamatoria externa.

Se han diseñado diversas herramientas y dispositivos tecnológicos de endodoncia para facilitar y mejorar los tratamientos (Won J *et al* 2023), por ejemplo, la magnificación mediante el microscopio operatorio, aparatos sónicos y ultrasónicos y ciertas máquinas láser. Además, se inventaron aleaciones modificadas para limas rotativas de NI-Ti y potentes técnicas de irrigación para las fases de limpieza y modelado. Se ha documentado que algunas zonas del complejo espacio del conducto radicular permanecen inalcanzables durante la fase mecánica, independientemente del tipo de lima (Iandolo *et al* 2023). A modo de ilustración, las limas endodónticas manuales y rotativas solo limpian el centro de los conductos radiculares, mientras que las anatomías laterales, como los istmos, los canales laterales y de furcación, los deltas apicales y otros, permanecen intactos después del modelado mecánico. Por tanto, la limpieza activa es fundamental para eliminar adecuadamente las bacterias y el tejido necrótico. Recientemente, se introdujo un nuevo concepto que incluye un enfoque de modelado mínimamente invasivo que utiliza limas giratorias de menor tamaño y forma cónica combinadas con protocolos de irrigación más eficientes, lo que lleva a terapias endodónticas más seguras y conservadoras.



La finalidad de este trabajo es conocer una alternativa del manejo de un paciente que sufrió fractura amelodentinaria en su incisivo central superior derecho y la terapéutica empleada: apexificación.

## CASO CLÍNICO

Paciente de sexo masculino de 12 años de edad acudió a la consulta con su madre por presentar cambio de coloración en el incisivo central superior derecho (11), relatando que sufrió un traumatismo la edad de 7 años, en el cual se fracturó la pieza dentaria, durante su atención no restauraron el tejido dentario perdido. A los 9 años la madre relató que presentó “dolor y un flemón en la encía”, fue atendido en el servicio de Odontología del Hospital Notti, realizaron apertura y medicación intraconducto con hidróxido de calcio y la madre refiere que le explicaron que el tratamiento no estaba finalizado.

Tres años después acuden a la consulta en donde se realizó la inspección clínica y se observó dicho cambio de color. Se realizó radiografía periapical con Radiovisiógrafo (**figura 3**) (Carestream Kodak, USA) en donde se pudo observar rizogénesis incompleta del elemento dentario por lo tanto fue derivado a la Carrera de Especialidad en Endodoncia de la F.O.UNCuyo.



**Figura 2** . Radiografía periapical 01/04/2022



**Figura 3**. Radiografía periapical 10/05/23



**Figura 4.** Foto preoperatoria

En primera instancia se le realizó la historia clínica correspondiente y el paciente refirió que no tenía patologías sistémicas.

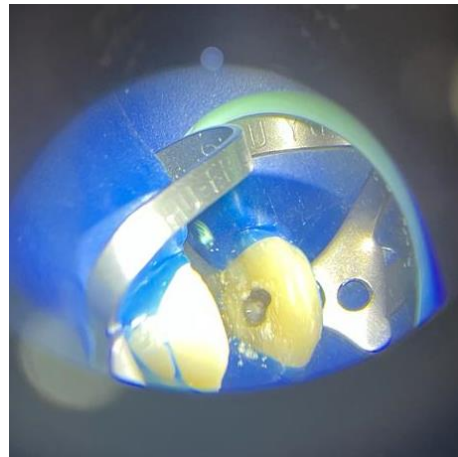
El primer paso de la terapéutica fue colocar anestesia local (Clorhidrato de Carticaína al 4%, L-Adrenalina 1:100.000, solución inyectable, Laboratorios Bernabó, Argentina) y aislamiento absoluto con clamp retractor (212 Hu-Fredy). Se realizó la apertura del espacio cameral garantizando un acceso directo al conducto radicular (**Figura 5**), se eliminó el hidróxido de Calcio mediante aspiración y haciendo lavajes con Digluconato de Clorhexidina al 2 % (Endo-quim, Argentina). Se procedió a la toma de la longitud de trabajo radiográficamente y con el localizador de ápice (Woodpex III, Woodpecker, Alemania), 17 mm., se tomó como referencia el esmalte de la pared vestibular; instrumentando hasta la longitud de trabajo con una lima K n° 70 (Densply Maillefer, Suiza).



**Figura 5 .** Apertura cameral

Para la limpieza y conformación del conducto radicular se utilizó una técnica corono apical con instrumentación manual hasta la lima K número 70, con profusa irrigación con clorhexidina al 2% y activando con ultrasonido (punta ED93 Woodpecker, cavitador ultrasónico UDS-E LED)

realizando movimientos de entrada y salida. Durante este procedimiento, si bien el conducto era amplio y estaba húmedo se separaron dos fragmentos de la punta ultrasónica quedando retenida en la pared del conducto (**figura 6**).



**Figura 6:** Radiografía periapical **Figura 7 :** visión desde el microscopio

Con la ayuda del microscopio odontológico de pie (Newton, Argentina) se intentó retirar el fragmento fracturado (**figura 7**), utilizando irrigación y con una lima con la punta doblada a 45° haciendo movimientos de entrada y salida, no se logró, pero al no estar en la zona apical, se decidió seguir con el proceso de obturación dejando los fragmentos dentro del conducto. Por consiguiente, ya finalizada la limpieza y conformación, se procedió al secado de los conductos mediante conos de papel de taper #02 N° 70 (META BIOMED CO., LTD, Corea). Para la obturación apical se eligió MTA Repair HP (Angelus, Brasil), luego de su preparación, se llevó la mezcla para aplicarlo a nivel apical y empaquetarlo en esa zona con un condensador endodóntico de Matchou (Maillefer, Suiza). El tiempo de fraguado del MTA REPAIR es de 15 minutos, en ese tiempo se tomó una radiografía periapical para evaluar el “tapón” apical (**figura 8**).



**Figura 7 :** MTA Repair HP Angelus



**Figura 8:** MTA aplicado.

Posteriormente se eligió como material obturador gutapercha termoplastizada, se utilizó el sistema de obturación Calamus (Calamus Dual kit, USA) (ver **Figura 9 y 10**). En la punta de la cánula se colocó un tope de goma y se introdujo al conducto radicular completamente y se depositó gutapercha retirándose progresivamente hacia coronal, se coloca una parte y se condensa verticalmente en frío (ver **figura 11**). Se repitió el procedimiento hasta llegar al límite cervical.



**Figura 9:** Calamus Dual kit, USA

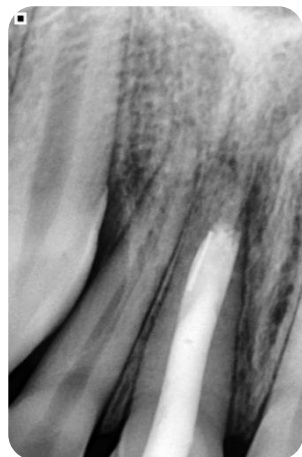


**Figura 10:** Cánula del Calamus



**Figura 11:** Condensado vertical

Luego de condensar la gutapercha se colocó Ionómero Vitreo (ChemFil® Superior, Dentsply, Alemania) para sellar la obturación radicular.



**Figura 12 .** Radiografía post tratamiento.



**Figura 13:** Radiografía post tratamiento.

Un mes después de terminado el tratamiento endodóntico se realizó la restauración definitiva del elemento 11. Debido a su edad, costo y que en el corto plazo va a iniciar un tratamiento ortodóncico se decidió realizar una restauración directa con resina compuesta (ver **figura 14** , **15** y **16** ).



**Figura 14** . Remanente dentinario



**Figura 15:** Restauración



**Figura 16:** Restauración de resina compuesta.

## DISCUSIÓN

El éxito del tratamiento de conducto depende del sellado adecuado del sistema de conductos radiculares. Un sellado apical inadecuado provoca microfiltración que puede prevenirse mediante una técnica de obturación adecuada.

El manejo endodóntico de los dientes permanentes con ápice inmaduro y pulpas necróticas resulta un reto importante para los endodoncistas. En esta situación se puede observar, además, la presencia de periodontitis apical crónica o incluso de un absceso dentoalveolar agudo; complicándose por la presencia de paredes finas de dentina y la ausencia de una constricción apical natural que permita la colocación de un material de obturación (Al Ansary *et al.*, 2009; Mente *et al.*, 2009).

La apexificación se define por Sheely como un método para inducir la formación de una barrera de tejido mineralizado, ocasionalmente amorfa en el ápice radicular en dientes con pulpa necrótica y que presenten rizogénesis incompleta (Sheely *et al.*, 1997). Tradicionalmente, la técnica implica la aplicación de hidróxido de calcio hasta la finalización del cierre de la raíz (Rafter, 2005). La literatura existente sobre el tratamiento de apicoformación con la utilización de hidróxido de calcio, está repleta de estudios que certifican lo altamente satisfactoria que es esta técnica y los buenos resultados que proporciona. Numerosas publicaciones recogen el alto porcentaje de éxito que suele alcanzar este tratamiento, como es el caso de los estudios realizados por autores como Mackie y Ghose, los cuales pudieron comprobar que el cierre apical se producía en el 96% de los casos (Mackie *et al.*, 1988; Ghose *et al.*, 1987). Por el contrario Cvek (1976) refiere un 90% de éxito y autores como Yates, Kleier y Barr, registraron cierre apical en el 100% de los dientes empleando distintas pastas de hidróxido cálcico (Yates, 1988; Kleier *et al.*, 1991) A pesar de que muchos autores son partidarios de realizar frecuentes recambios de la pasta de hidróxido de calcio cada tres meses, otros como Chosac y cols afirman que no se gana nada cambiando la pasta frecuentemente, sólo estaría indicado el recambio cuando se observaba radiográficamente una disminución de su densidad en el conducto. (Chosac *et al.*, 1997). Otros autores también han obtenido buenos resultados cambiando la fórmula del hidróxido de calcio con suero fisiológico, mezclándolos con otras sustancias como por ejemplo el agua destilada en el caso de Erdogan, por otra parte, paraclorofenol alcanforado como lo realizaron Frank y Kaiser y por ultimo metilcelulosa como utilizo Klein (Erdogan,



1997; Frank, 1966; Kaiser, 1964; Klein *et al.*, 1974). Parece ser que el éxito de la técnica no reside en la sustancia con la que se mezcle el hidróxido de calcio, sino en la correcta limpieza del canal radicular y en el relleno del conducto con este material de obturación, lo que permitirá al organismo reorganizar y reparar los tejidos periapicales (Morse *et al.*, 1991). En cuanto a la duración del tratamiento, Kleier encontró un tiempo medio de duración de 6 a 24 meses (Kleier, 1991). Sin embargo, Shabahang en 2013 sugirió desventajas de esta técnica a largo plazo que incluyen retraso en el tratamiento, dificultad en el seguimiento de los pacientes, imprevisibilidad de un sellado apical, y el riesgo de fracturas radiculares por paredes delgadas (Shabahang, 2013). Otro autor afirmó que el relleno de los conductos radiculares con hidróxido de calcio durante períodos prolongados puede debilitar la estructura dental (Andreasen *et al.*, 2002). Los dientes inmaduros a pesar de ser tratados con esta técnica, siguen teniendo unas paredes delgadas y frágiles y cualquier traumatismo por leve que sea, puede producir fácilmente una fractura radicular. En un estudio retrospectivo realizado por Cvek, se pudo observar que la frecuencia de la fractura en los dientes inmaduros, dependía del estadio de desarrollo en el que se encontraba el diente, siendo de un 77% en los dientes más inmaduros y de un 28% en los más desarrollados (Cvek, 1992). Según Nolla y Mondragon es de vital importancia la situación que guarda el tercio apical, es decir, lo relacionado con el cierre apical y la formación radicular (Nolla, 1960; Mondragon Espinoza JD, 1995). Por lo tanto, el tratamiento seleccionado va a depender del diagnóstico preciso para asegurar el propósito de la apicogénesis, apicoformación y la maturogénesis (Weisleder *et al.*, 2003). Hace algunos años, el tratamiento de conductos radiculares en estos dientes con ápices abiertos, se realizaba por medio de técnicas y orientaciones diversas, por ejemplo, el empleo de antibióticos, cementos medicamentosos, pastas antisépticas, la adaptación de conos de gutapercha, gel de fosfato de colágeno cálcico (Stewart, 1963), coágulo sanguíneo (Citrome *et al.*, 1979), fosfato tricálcico (Koenigs *et al.*, 1975), plug de dentina, el sentido del tacto (Alventosa Martin, 1999), cirugía endodóntica (Leonardo *et al.*, 1978), consecuentemente comprometía el pronóstico del tratamiento realizado; de esta forma las técnicas de obturación con gutapercha presentaban inconvenientes y limitaciones, en virtud de que era prácticamente imposible la confección de una barrera apical, incrementándose las sobreobturaciones con cemento o gutapercha, lo que limitaba la formación radicular y cierre apical, especialmente en los dientes que se realizaba el tratamiento de conductos (Torabinejad, 1999). En los dientes en que se realiza el tratamiento conservador de la pulpa no se tiene esta dificultad, en virtud de que en este procedimiento se cuenta con la preservación de la pulpa vital, obligando al organismo a inducir un cierre biológico apical y radicular al ser aplicados los materiales adecuados para la creación de dicho

medio biológico ideal. Actualmente la mayor parte de investigadores son unánimes en que la mejor opción para el éxito de estos tratamientos es estimular el cierre apical, con medicamentos que promuevan las condiciones biológicas y anatómicas para llevar a cabo el tratamiento del sistema de conductos radiculares en la apexificación; y en los casos de apicogénesis y maturogénesis la formación biológica apical y/o radicular (Leonardo, 2005). El desarrollo radicular comienza después de que la dentina y el esmalte han alcanzado la futura unión cemento adamantina. La vaina radicular de Hertwig inicia y modela la forma radicular, es decir, es la responsable de dar forma a la raíz o raíces de los dientes; asimismo, dicha vaina epitelial de Hertwig toma la forma de uno o más conductos epiteliales, de acuerdo con el número de raíces del diente, un conducto por raíz. Durante esta formación radicular, el espacio apical se encuentra sumamente amplio y limitado por un diafragma de epitelio, las paredes dentinarias son divergentes en dirección apical y el conducto está ancho y abierto, conforme va pasando el tiempo se va depositando dentina en las paredes del conducto, estrechándolo y comprimiendo el tejido pulpar, hasta lograr la formación del foramen apical, completando la formación radicular transcurridos uno a cuatro años después de la erupción del diente en la cavidad bucal (Camp *et al* , 2002), aunque Bramante y cols afirman que son tres años después de erupcionar coincidiendo con Walton & Torabinejad (Bramante *et al.*, 2000; Walton *et al.*, 2002). Es importante recordar nuevamente que la apicogénesis tiene por objetivo el cierre fisiológico exclusivamente del ápice radicular, como consecuencia, la formación del foramen apical, por otra parte la maturogénesis, según Weisleder y Benitez tiene como propósito la formación radicular exclusivamente y no restringida al segmento apical, depositando dentina y confiriéndole resistencia a la fractura (Weisleder *et al.*, 2003). Sin embargo, en la mayoría de los protocolos de apexificación actuales que involucran dientes permanentes inmaduros con periodontitis apical, la colocación de un tapón apical es crucial para sellar y prevenir *filtraciones* bacterianas (Holland, 1984). El MTA había sido presentado por Torabinejad y compañeros de trabajo para su uso en protecciones pulpares, casos de pulpotomía y sellado de perforaciones accidentales del conducto radicular, entre otros, pero a lo largo de los años se convirtió en el material de elección para la apexificación debido a su excelente biocompatibilidad y capacidad de sellado. Torabinejad y cols. (2010) definieron al MTA como un cemento bioactivo con la capacidad de inducir la formación de nuevo cemento y ligamento periodontal, lo que hace que este material sea biológicamente aceptable para cerrar un conducto radicular con un ápice abierto. El mecanismo de acción del MTA reside en la liberación de iones de calcio que activan la unión celular y la proliferación, al mismo tiempo, su pH alto crea un ambiente antibacteriano, según algunos estudios que realizaron estos autores, el MTA produce formación de tejido duro apical

con una consistencia significativamente mayor que el hidróxido de calcio (Lee *et al.*, 1993; Torabinejad *et al.*, 2010; Bakland *et al.*, 2012; Shabahang, 1999). No obstante, una revisión sistemática realizada por Chala y cols. (2011) que compararon la eficacia de MTA con el hidróxido de calcio como material utilizado para la apexificación de dientes inmaduros, no reveló diferencias significativas entre ambos grupos con respecto al éxito y la formación de la barrera apical, aunque el tiempo necesario para la formación de barreras biológicas calcificadas apicales en dientes inmaduros tratados con MTA fue significativamente menor que el tiempo para aquellos tratados con hidróxido de calcio (Chala *et al.*, 2011). Por otra parte, Eli-Meligy y cols compararon el MTA con el hidróxido de calcio clínica y radiográficamente como materiales para inducir la apexificación en 15 niños, en los cuales cada uno presentaba 2 dientes permanentes inmaduros con necrosis. El seguimiento de 12 meses reveló fracaso en solo 2 dientes tratados con hidróxido de calcio debido a la inflamación periradicular persistente y sensibilidad a la percusión. Ninguno de los dientes tratados con MTA mostró alguna patología clínica o radiográfica, pudiendo evaluar que el grosor de las paredes de dentina no aumentó en ninguno de los grupos. Estas observaciones están en línea con los hallazgos de Shah y cols, quienes observaron que el tejido mineralizado recién formado cubría solo la superficie de la raíz. (Eli-Meligy *et al.*, 2006; Shah *et al.*, 2008) Soarez y Goldberg señalan que el cierre apical puede producirse de diferentes maneras: - con tejido similar al hueso: el tejido óseo neoformado que repara la complicación periapical forma una especie de barrera física a la altura del foramen, donde puede ajustarse el límite apical de la obturación endodóntica definitiva; - con tejido similar al cemento: se produce la formación de un tejido mineralizado que converge desde los bordes de la raíz hacia el centro, hasta que se completa el cierre; - con tejido formado en el interior del conducto: estos casos corresponden generalmente a forámenes muy amplios, en los que existe la posibilidad de que el tejido del ligamento periodontal se invagine hacia el interior del conducto radicular y genere el depósito de calcificaciones que formarán la barrera; - con formación de un ápice radicular de crecimiento irregular: en ciertas condiciones, hay un depósito regular de tejido mineralizado sobre la zona apical de la raíz que simula un crecimiento radicular amorfo. En nuestro caso se decidió realizar un tapón con MTA en una sola sesión previo a desinfectar el conducto radicular con Digluconato de clorhexidina al 2 % y su secado correspondiente con conos de papel previos a la colocación del material, con los fines de promover el cierre apical completo, aunque se ha documentado que mediante el proceso de apexificación, este induce el desarrollo posterior de una barrera para cerrar el foramen, pero no promueve el engrosamiento de las paredes dentinarias del conducto radicular y así un diente con un lumen del conducto amplio tiende a fracturarse con mayor facilidad

(Soares , 2005). Es importante evaluar el caso clínico a realizar teniendo en cuenta el aumento de la longitud y el ancho de la raíz al que deseáramos llegar. Hay resultados inconsistentes con respecto a la comparación de la eficiencia de la apexificación con MTA y la revascularización en la raíz en desarrollo, Jeeruphan y cols informaron que la revascularización proporcionó un mejor resultado que la apexificación en el aspecto del aumento de la longitud y el ancho de la raíz. Por el contrario, Alobaid y cols no pudieron detectar ninguna diferencia entre los 2 procedimientos. Otros autores demostraron que los dientes revascularizados exhibieron un mayor grosor de la dentina radicular que los dientes apexificados por MTA, pero no pudieron detectar ninguna diferencia significativa entre estos 2 procedimientos en términos del aumento de la longitud de la raíz. Debido a las diferencias en los resultados informados, no pudimos concluir qué procedimiento proporcionó el mejor resultado en términos de desarrollo radicular (Jeeruphan *et al.*, 2012; Alobaid *et al.*, 2014). El protocolo de revascularización ha sido cuestionado en cuanto a su eficacia de desinfección. Varios informes de casos mostraron casos fallidos con signos y síntomas de periodontitis apical causada por una infección persistente del conducto radicular después de la revascularización como lo demostró Lin y cols (2014). El examen histológico realizado por Lin en dientes revascularizados fallidos extraídos con restauración coronal intacta, exhibieron un área grande llena de restos necróticos y una biopelícula bacteriana gruesa. Estos casos fallidos se irrigaron con hipoclorito de sodio al 2.5% y EDTA al 17% y medicación intracanal con hidróxido de calcio. La apertura del tracto sinusal se detectó en todos los casos, esto destaca el insatisfactorio estado del protocolo de desinfección (Lin *et al.*, 2014). Sin embargo, el protocolo del tratamiento se ha revisado constantemente de acuerdo con la evidencia de los estudios más recientes. En 2016, la Asociación Americana de Endodoncistas recomendó el uso de hidróxido de calcio o una baja concentración de pasta antibiótica triple (0.1–1 mg / ml) como medicamento intracanal (American Association of Endodontists, 2016). En teoría, el potencial de desarrollo de la raíz de los dientes necróticos inmaduros está relacionado con la viabilidad de la vaina epitelial de Hertwig (HERS). Según Becerra y cols la viabilidad de HERS está influenciada por la gravedad y la duración de la infección apical y la inflamación. En los casos fallidos es posible que la vaina epitelial de Hertwig haya sobrevivido al absceso apical crónico. La maduración de la raíz observada en presencia de infección crónica también fue reportada por Zizka y su equipo de trabajo. La coexistencia de una fuerte infiltración inflamatoria y la formación de tejido similar al cemento se demostró en un estudio histológico en dientes de perro realizado por Wang y cols. Se sugirió que la inflamación puede proporcionar factores para guiar la diferenciación de células madre, células progenitoras en cementoblastos. La evidencia actualizada ilustra que la

revascularización resultó en reparar en lugar de regenerar según Diogenes y cols. El tejido similar al cemento, el tejido con forma de hueso y el tejido conectivo (parecido al tejido periodontal) ocuparon el espacio del canal en lugar de la dentina y el tejido pulpar. El objetivo final debería ser "cómo lograr que se produzca la regeneración".

En el camino, los investigadores deberían aspirar a mejorar el protocolo de revascularización para proporcionar una desinfección confiable del conducto radicular y un mayor desarrollo predecible de la raíz (Becerra *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2010; Zizka *et al.*, 2016; Diogenes *et al.*, 2016). Dicho esto, nos orienta a la elección de una técnica de apexificación con un tapón de MTA en nuestro caso clínico y no a la elección de una revascularización, ya que radiográficamente podemos observar que las paredes dentinarias no están completamente debilitadas y el desarrollo apical se encuentra en un estadio avanzado, realizar la revascularización en este caso no llegaría a cumplir los fines terapéuticos por lo que está indicada dicha técnica, como sería lograr mayor grado de desarrollo en el ápice radicular y obtener paredes dentinarias resistentes a la fractura. En estos casos, en donde la corona se ve muy afectada, tenemos que evaluar que restauración futura vamos a planificar, como puede ser la colocación de un perno, indistinto del material que sea y una corona, pero tenemos el soporte dentinario necesario en las paredes para soportar fuerzas de lateralidad, intrusión, etc. que ejercería una restauración protésica. No se justificaría esta técnica en elementos que presenten paredes delgadas expuesta a fracturas en donde interpretaríamos que la técnica adecuada sería una revascularización. Dejando de lado la técnica de revascularización volvemos a centrarnos en la apexificación con MTA, no obstante, el MTA no es el único material que se puede utilizar como barrera apical, por ende, el Biodentine aparecería como alternativa a la hora de hablar de apexificación, este material es un nuevo cemento bioactivo sustituto de dentina, presenta un tiempo de fraguado más corto de 12 minutos, en comparación con el de MTA REPAIR HP, que es de 15 minutos. Este material está clínicamente indicado para el reemplazo permanente de dentina, recubrimiento pulpar directo e indirecto, pulpotomía, reparación de furca y perforaciones de la raíz, así como también está indicado en obturaciones retrógradas del extremo de la raíz y apexificación. Zanini y cols sugieren que Biodentine es un material bioactivo porque induce la diferenciación de células similares a odontoblastos y aumenta la proliferación y biomineralización de las células de la pulpa. Se ha demostrado que carece de citotoxicidad y puede estimular la formación de fibras de colágeno y fibroblastos (Zanini *et al.*, 2012; Nowicka *et al.*, 2013; Tziafa *et al.*, 2014). Muchos autores han demostrado la viabilidad de una línea celular de fibroblastos en contacto con Biodentine y MTA. Corral Núñez y cols realizaron un examen mediante microscopía electrónica de barrido que reveló células adheridas

a la mayor parte de la superficie de Biodentine después de 24 horas. Por otra parte, Zhou y cols mostraron que los fibroblastos gingivales humanos en contacto con Biodentine y MTA se unieron y se extendieron sobre la superficie del material a los 7 días de cultivo. Por lo tanto, Lee y cols sugieren el uso de Biodentine, así como también del MTA como materiales de relleno del extremo de la raíz, porque en contacto con las células madre mesenquimales inducen la diferenciación de osteoblastos (Corral Nuñez *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2014). Por consiguiente, Tziafas y cols realizaron varios estudios subrayando la importancia de la combinación del microambiente biológico local específico y los niveles circulantes de calcio soluble y fosfato inorgánico para lograr la regeneración ósea, coincidiendo con los estudios realizados por Gandolfi y cols (Tziafas *et al.*, 2002). Este microambiente, en presencia de cementos de silicato de calcio, puede inducir a las células madre de la papila apical y los factores de señalización a la vía de diferenciación celular específica (Lin *et al.*, 2009). Varios autores describen informes de casos de procedimientos de apexificación en dientes permanentes inmaduros con un tapón apical de Biodentine. El primer caso fue reportado por Nayak y Hasan (2014), quienes usaron Biodentine como barrera apical y una membrana de colágeno sintético para servir como matriz después de 1 mes de apósito de hidróxido de calcio como medicación intraconducto (Nayak *et al.*, 2014). En contra parte, Sinha y cols habían usado una pasta tri-antibiótica en el conducto radicular durante una semana antes de colocar un tapón apical de Biodentine. Un seguimiento de 12 meses con tomografía computarizada de haz cónico exhibió involución progresiva de la radiolucidez periapical, con evidencia de buena curación de los tejidos periapicales y ausencia de síntomas clínicos (Sinha *et al.*, 2014). Un procedimiento de apexificación en una sola visita de un diente con lesión traumática con Biodentine reveló que este cemento a base de calcio bioactivo y biocompatible puede regenerar los tejidos dentarios dañados y además representa una alternativa prometedora a la técnica de apexificación de múltiples visitas (Bajwa *et al.*, 2015). En todos los informes de casos, el grosor del tapón apical era de 5 mm, y el canal se rellenó con gutapercha y sellador a base de resina. Las propiedades físicas de Biodentine son importantes cuando se considera como material para restauraciones de coronas. Investigaciones recientes han demostrado que los dientes tratados con Biodentine no mostraron decoloración de la corona en recientes estudios que realizaron Camilleri y Valles junto a colaboradores. Este material es fácil de preparar y manejar, a su vez el tiempo requerido para el fraguado es más corto que otros cementos a base de silicato. Sin embargo, la elección del material como tapón apical en nuestro caso fue el MTA, ya que no presentan diferencias significativas con respecto al Biodentine (Camilleri *et al.*, 2015; Valles *et al.*, 2013). En cuanto a obturación podemos decir que el diámetro apical en los dientes jóvenes es amplio, y la adaptación de un cono

maestro debe hacerse con cuidado para evitar la extrusión de materiales de relleno que pueden ocurrir fácilmente durante la obturación. Con respecto a la técnica usada en este caso clínico, la condensación lateral, requiere de muchos conos accesorios; el cono principal debe colocarse de manera que no bloqueen el acceso al canal. En algunos casos, la fabricación de un cono maestro personalizado es favorable. Se coloca un cono anatomizado varios milímetros por debajo de nuestra longitud de trabajo; se ablandan dos o tres milímetros apicales del cono, con un solvente o una fuente de calor y se posiciona gradualmente dentro del conducto. El cono personalizado completo representa una impresión de la porción apical del canal que evita la extrusión del material de relleno durante la obturación (Nuni, 2016). Algunos autores compararon diferentes técnicas de obturación como es el caso de Luccy y cols que compararon la técnica de condensación lateral con el sistema Obtura II, los cuales no mostraron diferencias significativas en el sellado apical (Luccy *et al.*, 1990). Otro estudio encontró que las técnicas de gutapercha con núcleo como Thermafil entre otras, dieron como resultado un mejor sellado apical que las técnicas de condensación lateral y vertical, a su vez todas las técnicas de condensación en caliente también demostraron ser más eficaces que la condensación lateral. Silver y cols informaron que los rellenos con el System B o Calamus Dual (técnica termoplastizada) contenían más del 90% de gutapercha (Silver *et al.*, 1999). El llenado con gutapercha caliente o el uso de técnicas de condensación en caliente se debe realizar con precaución para evitar la sobreobturación, en nuestro caso no era una preocupación porque ya estaba colocado el tapón de MTA Repair hp. En otro estudio, Wu y su grupo de investigadores evaluaron el porcentaje de obturación en las regiones apical y media de los canales rellenos mediante el uso de técnicas de condensación de cono único, lateral y vertical e informaron que este porcentaje era significativamente mayor en técnica lateral y vertical que con la técnica de cono único (sin condensación). En la literatura, las técnicas generalmente se han comparado en función de sus patrones de filtración. Beatty, Gencoglu, Dummer y colaboradores encontraron en diferentes estudios que el uso de la técnica Thermafil resultó en menos filtración que la técnica de condensación lateral. Pommel y Camps investigaron la *filtración* apical de las técnicas de cono único, condensación lateral, condensación vertical, Thermafil, Calamus y System B mediante el uso de un sistema de *filtración* de fluido, tomando mediciones a las 24 horas y 1 mes. Encontraron que la técnica de cono único produjo la mayor filtración apical en 24 horas. Indicaron que este resultado era atribuible al mayor volumen de sellador requerido para esta técnica.

Después de 1 mes, descubrieron que las técnicas Thermafil, Calamus, System B y de condensación vertical producían menos filtraciones que las otras 2 técnicas (Beatty *et al.*, 1989;

Gencoglu *et al.*, 1993; Dummer *et al.*, 1994; Pommel *et al.*, 2001). La técnica o sistema de obturación que se emplee dependerá de los conocimientos, destreza y recursos disponibles, teniendo en cuenta las características anatómicas a la que se enfrente con el objetivo de conseguir una obturación lo más tridimensionalmente posible. En situaciones adversas como reabsorciones radiculares internas, conductos muy amplios o conductos en “C”, se recomienda en primera instancia la utilización de gutapercha termoplástica o termocompactada ya que presenta un sellado más homogéneo obteniendo mejores resultados en estos casos. Por ende, el costo elevado de la mayoría de los sistemas que utilizan gutapercha termoplástica dificulta su utilización en la práctica diaria endodóntica. La hibridación de las diferentes técnicas y sistemas es una alternativa que permite obtener un sellado lo más homogéneo posible de acuerdo a las condiciones anatómicas. No hay ninguna preferencia de autores en base a la obturación en casos de apexificación, en nuestro caso realizamos una técnica de gutapercha termoplastizada con el sistema Calamus Dual kit, combinando este procedimiento con condensación vertical con un condensador endodóntico de Matchou (Maillefer, Suiza), hasta llegar a la zona coronal. Verificamos radiográficamente obteniendo buenos resultados y finalizamos con una obturación coronal de ionómero vítreo.



## CONCLUSIÓN

El diagnóstico y tratamiento del trauma deben realizarse según protocolos específicos, rigiendo un itinerario asistencial que pasa inicialmente por la recogida precisa de la historia clínica y de las circunstancias del suceso traumático, y continúa con una fase inicial de pruebas clínicas y radiológicas objetivas, una segunda fase que implica un manejo terapéutico específico, y una tercera fase de seguimiento en el tiempo del paciente.

En los casos donde nuestras paredes dentinarias post trauma estén desarrolladas pero el cierre apical este deficiente, el tratamiento a realizar sería un tapón de un MTA. Sin embargo, no es el único material que puede ser usado en la creación de una barrera apical, hace algunos años se introdujo al mercado Biodentine, un silicato tricálcico que pretende tener similares características, la literatura no mostró diferencias con respecto al material a usar en dicha técnica, confirmando la alta biocompatibilidad y capacidad de sellado de estos materiales, fomentando una respuesta de curación optima observado histológicamente con la formación de nuevo cemento en el área periradicular y una baja respuesta inflamatoria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andreasen JO, Lauridsen E, Gerds TA, Ahrensburg SS. Dental Trauma Guide: a source of evidence-based treatment guidelines for dental trauma. *Dent Traumatol*. 2012 Oct;28(5):345-50.

Andreasen FM, Andreasen JO, Bayer T. Prognosis of root-fractured permanent incisors—prediction of healing modalities. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5:11–22.

Andreasen FM, Andreasen JO, Bayer T. Prognosis of root-fractured permanent incisors—prediction of healing modalities. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5:11–22. Andreasen FM. Pulpal healing following acute dental trauma: clinical and radio- graphic review. *Prac Proc Aesth Dent* 2001; 13:315–22.

Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cvek M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 1. Effect of pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location of fracture and severity of dislocation. *Dent Traumatol* 2004; 20:192–202.

Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare´ I, Cvek M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures 2. Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type and period and antibiotics. *Dent Traumatol* 2004; 20:203–11.

Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cveck M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 2. Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type and period and antibiotics. *Dent Traumatol* 2004;20:203–211.

Bagińska J, Wilczyńska-Borawska M, Nowosielski C. Experience and attitudes of paramedics with regard to first aid in dental avulsion. *Ann Acad Med Stetin*. 2011;57(2):92-8. PMID: 23002674.

Bastos JV, Goulart EM, de Souza C^ortes MI. Pulpal response to sensibility tests after traumatic dental injuries in permanent teeth. *Dent Traumatol* 2014; 30:188–92.

Chosac A, Sela J, Cleaton-Jones P. A histological and quantitative histomorphometric study of apexification of nonvital permanent incisors of vervet monkeys after repeated root filling with a calcium hydroxide paste. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 2117.

Citrome GP, Kaminski EJ, Heuer MA. A comparative study of tooth apexification in the dog. *J Endod* 1979; 5(10): 290-7.

Cvek M, Hollender L, Nord CE. Treatment of nonvital permanent incisors with calcium hydroxide. VI A clinical, microbiological and radiological evaluation of treatment in one sitting of teeth with mature and immature roots. *Odontol Revy* 1976; 27: 93-108.

Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8: 4555.

De Paula Barros JN, de Araujo TA, Soares TR, et al. Profiles of trauma in primary and permanent teeth of children and adolescents. *J Clin Pediatr Dent* 2018;43:1–6.

Erdogan G. The treatment of nonvital immature teeth with calcium hydroxide-sterile water paste: Two case reports. *Quintessence Int* 1997; 2 (10): 681-6.

Felippe WT, Felippe MCS, Rocha MJC. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J* 2006; 39(1): 2–9.

Frank AL. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J Am Dent Assoc* 1966; 72: 87-93.

Friend LA. The treatment of immature teeth with non-vital pulps. *J Brit* 1967; 1(2): 28-33

Guedes OA, de Alencar AH, Lopes LG, Pécora JD, Estrela C. Un estudio retrospectivo de lesiones dentales traumáticas en un servicio de urgencia dental brasileño. *Braz Dent J*. 2010; 21 : 153–157.

Glendor U. Aetiology and risk factors related to traumatic dental injuries—a review of the literature. *Dent Traumatol* 2009; 25:19–3.

Iandolo A, Pisano M, Buonavoglia A, Giordano F, Amato A, Abdellatif D. Traditional and Recent Root Canal Irrigation Methods and Their Effectiveness: A Review. *Clin Pract*. 2023 Aug 27;13(5):1059-1072.

Ingle JI, Bakland LK. *Endodoncia*. Maryland: McGraw-Hill Interamericana; 1994.

Kambalimath HV, Agarwal SM, Kambalimath DH, Singh M, Jain N, Michael P. Maxillofacial Injuries in Children: A 10 year Retrospective Study. *J Maxillofac Oral Surg*. 2013 Jun;12(2):140-4.

Kleir DJ, Barr ES. A study of endodontically apexified teeth. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7(3): 112-7.

Leonardo MR, Silva LAB, Utrilla LS, Leonardo RT, Consolaro A. Effect of intracanal dressings on repair and apical bridging of teeth with incomplete root formation. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9(1): 25-30.

Mackie IC, Bentley EM, Worthington HV. The closure of open apices in non-vital immature teeth. *Br Dent J* 1988; 165: 16973.

Mackie IC, Hill FJ, Worthington HV. Comparison of two calcium hydroxide pastes used for endodontic treatment of non-vital immature incisor teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10(2): 88-90.

Maria Grazia Cagetti, Piero Alessandro Marcoli, Mario Berengo, Piero Cascone, Livio Cordone, Patrizia Defabianis, Osvalda De Giglio, Nicola Esposito, Antonio Federici, Alberto Laino, Alessandra Majorana, Michele Nardone, Vilma Pinchi, Silvia Pizzi, Antonella Polimeni, Maria Grazia Privitera, Valentina Talarico, and Stefania Zampogna. Italian guidelines for the prevention and management of dental trauma in children. *Ital J Pediatr*. 2019; 45: 157.

Morse DR, O'Larnic J, Yesilsoy C. Apexificación: revisión de la literatura. *Quitessence (Ed. Esp.)* 1991; 4 (5): 305-14.

Noori, A. J., & Al-Obaidi, W. A. (2009). *Traumatic dental injuries among primary school children in Sulaimani city, Iraq*. *Dental Traumatology*, 25(4), 442–446. doi:10.1111/j.1600-9657.2009.00791.x

Oliveira LB, Marcenes W, Ardenghi TM, Sheiham A, B€onecker M. Traumatic dental injuries and associated factors among Brazilian preschool children. *Dent Traumatol* 2007; 23:76–81.

Pirttiniemi P, Peltomäki T, Müller L, Luder HU. Crecimiento mandibular anormal y el cartílago condilar. *Eur J Orthod.* 2009; **31** :1–11.

Pitón MM, Lacerda dos Santos R, Magalhães PH, Coqueiro Rda S. Conocimiento de profesores brasileños de educación primaria sobre el manejo inmediato del trauma dental. *Prensa Dental J Orthod.* 2014; **19** : 110–115.

Seltzer S. The root apex. In: Seltzer S, Krasner P, eds. *Endodontology: Biologic Considerations in Endodontic Procedures*. Malvern, PA: Lea & Febiger; 1988: 1–30 .

Skaare AB, Jacobsen I. Dental injuries in Norwegians aged 7–18 years. *Dent Traumatol* 2003; 19:67–71.

Skaare AB, Jacobsen I. Primary tooth injuries in Norwegian children (1–8 years). *Dent Traumatol* 2005; 2:315–319. 30.

Soares I. *Endodoncia: técnica y fundamentos*. 2nd ed. Buenos Aires ;,Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2005.

Stewart DJ. Root canal therapy in incisor teeth with open apices. *Brit Dent J* 1963; 114(7): 249-54.

Stormeer K, Jacobsen I. *Hvor funksjonsdyktige blir rotfylte unge permanente incisiver?* Nordisk forening for pedodonti. Bergen. Noruega: Arsmote, 1988.

Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25(3): 197-205.

Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010;36:190–202 .

Ugolini A, Parodi GB, Casali C, et al. Work-related traumatic dental injuries: prevalence, characteristics and risk factors. *Dent Traumatol* 2018; 34:36–40.

Warren M, Widmer R, Arora M, Hibbert S. After hours presentation of traumatic dental injuries to a major paediatric teaching hospital. *Aust Dent J* 2014; 59:172–179.

Weisleder R, Benitez CR. Maturogenesis: is it a new concept. *J Endod* 2003; 29(11): 776-8.

Wong J., Cheung GSP, Lee AHC, McGrath C., Neelakantan P. PROM después del tratamiento de conducto radicular y el tratamiento de endodoncia quirúrgica. *En t. Mella. J.* 2023; 73 : 28–41.

Yang X, Sun W, Wang Z, Ji AP, Bai J. [Clinical analysis of children and adolescents emergency dental trauma cases]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2021 Mar 3;53(2):384-389. Chinese.

Yang, X., Sun, W., Wang, Z., Ji, A. P., & Bai, J. (2021). *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences*, 53(2), 384–389.

Yates JA. Barrier formation time in non-vital teeth with open apices. *Int Endodon J* 1988; 21: 313-9.