



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**FATIGA CÍCLICA DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS Y  
SUS IMPLICACIONES EN ODONTOPEDIATRÍA.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

PABLO ANTONIO VALDÉS IBARRA

TUTOR: Esp. ROBERTO CARLOS MENDOZA TREJO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

### A DIOS

Siempre he sentido su presencia en todos los aspectos de mi vida, me ha guiado por el camino correcto, me ha protegido de las injusticias y malas personas que han querido hacerme daño. Me ha dado la fortaleza para salir adelante y enfrentar las adversidades, también me ha permitido disfrutar de las cosas buenas que la vida trae consigo.

### A MIS PADRES, MODESTA Y PABLO

Sin ellos no sería la persona que soy el día hoy, tantas enseñanzas y consejos que han sido lo más valioso en mi vida. Gracias por creer en mí y ayudarme a levantar cuando no podía hacerlo solo. Valoro cada sacrificio que hicieron por mi vida y mi educación. Por brindarme su apoyo en las adversidades, dándome esperanza y aliento para seguir de pie y seguir luchando hasta cumplir mis sueños. Por ayudarme a combatir, junto con la mano de Dios, las injusticias de esta sociedad y lo más importante, por brindarme su amor incondicional, el cual me hace sentir muy afortunado tan solo por el hecho de tenerlos a mi lado.

### A MIS HERMANOS, ANGÉLICA Y JUAN

Gracias por todo su apoyo y consejos tanto en mi vida escolar/profesional como en la social, por ayudarme a levantar en mis peores momentos y cuidarme de cualquiera que me quisiera hacer daño. En todo momento siempre estuvieron presentes.

### AL AMOR DE MI VIDA, DIANA

Un pilar fundamental en mi vida, gracias por creer en mi cuando ni yo mismo podía hacerlo, por alentarme, confiar, cuidarme y ayudarme a enfrentar todas las situaciones. Por hacerme ver la vida de otra manera y darme cuenta de cosas que antes no tenían sentido. Por tu amor incondicional y por no dejar que me rinda.

### A MI TÍO MIGUEL

Gracias por brindarme todo tu apoyo a lo largo de toda mi carrera profesional y alentarme a seguir estudiando. Por exponerme las maravillas de esta profesión y seguir este hermoso camino.

### A LAYLA Y LUNA

Layla, tu que ya estás en el cielo siempre recordaré los días y noches que me acompañabas mientras estaba estudiando o haciendo tareas, no te despegabas hasta que terminara, gracias por darme tantas alegrías.

Luna, siempre encuentras la forma de hacerme sentir feliz, tu carisma hace que siempre tenga un motivo para sonreír. Al igual que Layla, te quedas a mi lado cuando estoy haciendo mis deberes y me das motivos para seguir adelante.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO.....	6
<b>1. ANATOMÍA DE CONDUCTOS RADICULARES EN DENTICIÓN PRIMARIA.....</b>	<b>7</b>
1.1 VARIACIONES ANATÓMICAS.....	10
1.2 INSTRUMENTACIÓN.....	10
1.3 IRRIGACIÓN.....	11
1.4 OBTURACIÓN.....	15
<b>2. PULPECTOMÍA.....</b>	<b>16</b>
2.1 INSTRUMENTACIÓN.....	17
2.2 OBTURACIÓN.....	18
2.3 ÉXITO DEL TRATAMIENTO.....	19
<b>3. SISTEMAS ROTATORIOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SISTEMAS ROTATORIOS.....	21
3.2 PROTOCOLO GENERAL DE USO.....	23
3.3 TIPOS DE SISTEMAS ROTATORIOS.....	23
3.4 VENTAJAS.....	29
3.5 DESVENTAJAS.....	31
<b>4. SISTEMAS ROTATORIOS MANUALES.....</b>	<b>32</b>
<b>5. COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS ROTATORIOS Y SISTEMAS MANUALES.....</b>	<b>34</b>

<b>6. SISTEMAS ROTATORIOS EN ODONTOPEDIATRÍA.....</b>	<b>35</b>
<b>6.1 DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS ROTATORIOS EN NIÑOS Y EN ADULTOS.....</b>	<b>36</b>
<b>6.2 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS EN ODONTOPEDIATRÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>6.3 SISTEMAS ROTATORIOS EN DENTICIÓN PRIMARIA EN MÉXICO.....</b>	<b>37</b>
<b>6.4 APLICACIONES EN ODONTOPEDIATRÍA.....</b>	<b>38</b>
<b>7. PRINCIPALES CAUSAS DE FRACTURA DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS.....</b>	<b>42</b>
<b>7.1 ESTUDIOS REPORTADOS SOBRE SISTEMAS ROTATORIOS SOMETIDOS A PRUEBAS DE FATIGA CÍCLICA.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>



## INTRODUCCIÓN

Los avances científicos y tecnológicos en Odontopediatría han revolucionado los protocolos para realizar cualquier tratamiento del área. Por lo tanto, la eficacia, así como el nivel de éxito, se han incrementado considerablemente.

Así mismo, la endodoncia en dentición primaria ha mejorado debido a la cantidad de instrumentos innovadores, los cuales facilitan el tratamiento para el especialista y, a su vez, incrementa las probabilidades de éxito.

Por otro lado, es de vital importancia conocer las características de cada instrumento, indicaciones, contraindicaciones, protocolo de uso, ventajas y desventajas para erradicar la mayor cantidad de errores posibles durante la atención clínica. Por tal motivo, en el siguiente trabajo se abordan temas de interés en la endodoncia pediátrica, tales como, instrumentos rotatorios endodónticos utilizados en Odontopediatría, comparación con sistemas manuales, sistemas rotatorios comercializados en México, además de una revisión bibliográfica que abarca estudios reportados en la literatura sobre comparaciones de diversos sistemas rotatorios sometidos a pruebas de fatiga cíclica.

Con base en lo anterior y debido a la falta de reportes literarios, el siguiente trabajo plasma información de importancia para la prevención de una situación cotidiana en Odontopediatría: la fractura de instrumentos rotatorios en el conducto radicular.



## **OBJETIVO**

Conocer mediante una revisión bibliográfica los reportes existentes relacionados con la fatiga cíclica y sus posibles repercusiones en el uso de dichos instrumentos en el tratamiento endodóntico de pacientes pediátricos.



# 1. ANATOMÍA DE CONDUCTOS RADICULARES EN DENTICIÓN PRIMARIA

Los dientes deciduos tienen una anatomía distinta a los dientes permanentes, principalmente son de menor tamaño, tienen una cámara pulpar amplia, así como las capas de esmalte y dentina son más delgadas, por lo cual estos dientes tienen mayor probabilidad de presentar exposición pulpar debido a una lesión cariosa. Sus cuernos pulpares son más pronunciados que en los dientes permanentes, el tejido adamantino no siempre está presente en los surcos y fosas de los molares, lo que aumenta el riesgo de la dentina a quedar expuesta en dichas zonas, además de que estos tejidos están menos mineralizados. <sup>1</sup>

A continuación, se mencionan las características pulpares específicas de los dientes primarios:

- **Incisivo central y lateral superior primario.**

Cámara pulpar: amplia en sentido mesio-distal y mayor diámetro en incisal.

Conducto radicular: único y amplio, aspecto ovalado, se adelgaza a nivel del ápice, no presenta demarcación entre cámara y canal radicular.

- **Incisivo central y lateral inferior primario.**

Los incisivos centrales y laterales inferiores presentan las mismas características morfológicas de los incisivos centrales y laterales superiores, pero en proporción menor. <sup>2</sup>



- **Caninos superiores e inferiores primarios.**

Cámara pulpar: tamaño amplio, presenta un cuerno pulpar que se proyecta más incisalmente que el resto de la pulpa cameral.

Conducto radicular: Es único y amplio.

- **Primeros molares superiores primarios.**

Cámara pulpar: amplia, cóncava en oclusal, forma triangular y presenta 3 cuernos pulpares:

- Mesio Vestibular (el más largo y voluminoso)
- Palatino
- Disto Vestibular (el más pequeño)

Conducto radicular: presenta dos conductos vestibulares y un palatino (más largo). Se corresponden con las tres raíces que presenta este molar.

- **Segundos molares superiores.**

Cámara pulpar: amplia, cóncava en oclusal, forma cuadrangular y presenta cuatro cuernos pulpares:

- Mesio Vestibular (es el más voluminoso, alto y agudo)
- Mesio Palatino (es el segundo en tamaño y volumen)
- Disto Vestibular
- Disto Palatino (el más pequeño)

Conducto radicular: presenta dos conductos vestibulares y un palatino. Se corresponden con las respectivas raíces. Los conductos vestibulares son más cortos y estrechos. <sup>2</sup>



- **Primeros molares inferiores primarios.**

Cámara pulpar: amplia, cóncava en oclusal, forma trapezoidal y presenta cuatro cuernos pulpares:

- Mesio Vestibular (es el más voluminoso, prominente y redondeado)
- Mesio Lingual (le sigue en altura al anterior, pero es el tercero en volumen)
- Disto Vestibular (es el segundo en volumen).
- Disto Lingual (es el más pequeño)

Conducto radicular: presenta dos conductos mesiales y un conducto distal.

- **Segundos molares inferiores primarios.**

Cámara pulpar: amplia, cóncava en oclusal, forma pentagonal y presenta cinco cuernos pulpares:

- Mesio Vestibular (el más grande y agudo)
- Mesio Lingual (igual tamaño, pero menos agudo que el anterior)
- Disto Vestibular
- Disto Lingual (el más redondeado)
- Distal

Conducto radicular: presenta dos conductos mesiales y un conducto distal.

En dientes posteriores sus raíces son más largas y tienen una divergencia para crear un espacio destinado a la formación del germen del órgano dentario permanente. <sup>2</sup>



## 1.1 VARIACIONES ANATÓMICAS

El sistema de conductos radiculares de los molares inferiores puede presentar 4 diferentes variables:

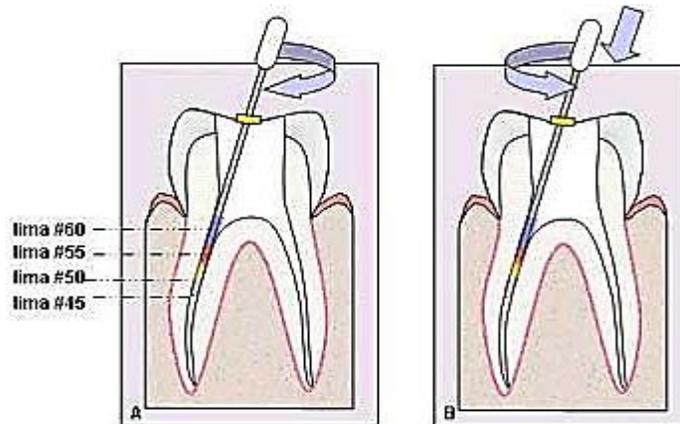
1. Clase A: Dos conductos en la raíz mesial y uno en la raíz distal. (72% en primeros molares y 73% en segundos molares).
2. Clase B: Dos conductos fusionados en la raíz mesial y uno en la raíz distal. (9.7% en primeros molares y 4.4% en segundos molares).
3. Clase C: Dos conductos en la raíz mesial y dos en la raíz distal. (16.7% en primeros molares y 14.4% en segundos molares).
4. Clase D: Un conducto en la raíz mesial y dos en la raíz distal. (0% en primeros molares y 4.9% en segundos molares).

También se ha reportado la incidencia de conductos en forma de C en un porcentaje 22-60%, los conductos de forma redonda se encuentran en un 30% y los conductos ovales en un 10% en su raíz distal. <sup>1</sup>

## 1.2 INSTRUMENTACIÓN

La técnica más conocida y utilizada para realizar una pulpectomía es la de fuerzas balanceadas, fue propuesta por Roana y col. en 1985 y consta de colocar el instrumento rotándolo en sentido de las manecillas del reloj desde cualquier nivel que no esté bloqueado y sin necesidad de ejercer una presión, los instrumentos no deben ser rotados a más de 180° en sentido de las manecillas del reloj. A cada colocación del instrumento le seguirá una rotación en sentido contrario a las manecillas del reloj de 120° o mayor para generar el corte. <sup>1</sup>

Con estas dos acciones se genera una ampliación del ancho del conducto, por lo cual deben de ser repetidos hasta alcanzar la longitud de trabajo determinada. Cuando el conducto presenta curvaturas lo indicado es no hacer rotaciones mayores a  $120^\circ$  con el instrumento. (Figura 1)



**Figura 1.** Técnica de fuerzas balanceadas. <sup>3</sup>

Cabe mencionar que en la técnica de instrumentación anterior y en el uso de limas manuales existen desventajas, tales como:

- Mayor tiempo de trabajo en comparación con el uso de sistemas rotatorios.
- Mayor dificultad en el trabajo biomecánico de conductos curvos.
- Aumento de estrés por parte del profesional a cargo del tratamiento y del paciente pediátrico. <sup>1</sup>

### 1.3 IRRIGACIÓN

Durante el tratamiento endodóntico en dientes deciduos, existen dos soluciones antisépticas que se utilizan con mayor frecuencia: el hipoclorito de sodio y la clorhexidina. <sup>4</sup>



El hipoclorito de sodio (NaOCl) es un antimicrobiano con gran capacidad para disolver tejidos y eliminar microorganismos de la flora del conducto radicular, tales como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*. Así mismo, los mecanismos de acción del hipoclorito de sodio son: saponificación, neutralización y cloraminación. Además, la mayoría de estudios reportados llegan a la conclusión de que son necesarias concentraciones elevadas de NaOCl (> 4%). (Figura 2)



**Figura 2.** Hipoclorito de Sodio (Viarzoni-T®).<sup>5</sup>

Por otra parte, la clorhexidina es un antiséptico. En endodoncia se proponen soluciones del 2%, tiene un componente molecular catiónico que se adhiere a las áreas de la membrana celular con carga negativa y causa lisis celular.<sup>4</sup> (Figura 3)



**Figura 3.** Clorhexidina 2% (Concepsis V®). <sup>6</sup>

Si bien es cierto, la clorhexidina es un antiséptico de amplio espectro contra microorganismos aerobios y anaerobios, bacterias Gram positivas y Gram negativas, así como *Candida albicans*. La clorhexidina presenta efecto antimicrobiano de forma similar al hipoclorito de sodio cuando son usados en irrigación intracanal. <sup>4, 7</sup> (Tabla 1)

	<i>Bactericida</i>	<i>Disolución de tejidos</i>	<i>Toxicidad</i>	<i>Lubricante</i>	<i>Barrido mecánico</i>	<i>Acción prolongada</i>
<i>Hipoclorito de sodio 5.25%</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<i>Clorhexidina al 2%</i>	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí

**Tabla 1.** Comparación de las propiedades entre el hipoclorito de sodio al 5.25% con la clorhexidina al 2%. <sup>7</sup>

Con relación al protocolo de irrigación del conducto radicular, se debe mencionar que este consiste en hacer fluir una solución, valiéndose de jeringas y agujas adecuadas, de modo que se produzca un efecto de disolución, lavado y arrastre de material orgánico que en él se encuentra. Para ello son utilizadas jeringas descartables de 5 cc y agujas desechables sin bisel de 25 mm de largo y 0.5 mm de diámetro. <sup>4, 8</sup>



Cada jeringa es usada para contener una sola sustancia irrigante y será desechada una vez finalizado el tratamiento. Además, las agujas deben tener colocados toques de goma para medir la longitud de penetración deseada.

Antes de realizar la primera irrigación es indispensable corroborar con solución fisiológica el correcto sellado del aislamiento absoluto, para evitar que cualquier sustancia se derrame en la cavidad bucal del paciente pediátrico. En cada irrigación, con una pinza de algodón, debe colocarse una gasa en contacto íntimo con la corona dental para que ésta absorba el reflujo de líquido irrigante. Así mismo, la presión no debe ser excesiva para evitar la extrusión de material más allá del ápice. <sup>4, 8</sup>

Por último, la aguja debe entrar sin presión a 1 mm corto o a la longitud de trabajo para mejorar la limpieza del conducto radicular. Existen diferentes agujas con diferentes calibres para la irrigación en endodoncia como se muestra en la Tabla 2. <sup>9</sup> (Figuras 4 y 5)



**Figura 4.** Agujas endodónticas con canal lateral (Navitip®). <sup>10</sup>



**Figura 5.** Agujas endodónticas con canal lateral (Endo-eze®). <sup>11</sup>



TABLA 9.- AGUJAS PARA IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA	
Producto	Calibre
Max- I - Probe	21-30
NaviTip	29,30
NaviTip Fx Tip	30
Punta de irrigación endo-eze	27
Punta endo- eze/ deliver eze	18,19,20,22,30,31
Punta capilar	25,28
NaviTip (KerrHawe)	21,30
Miraject Endotec	21-25
Stropko Flexi-Tip (NiTi)	30
Sonda de Irrigación KerrHawe	
Spulkanulen Endo	23,25,27,30

**Tabla 2.** Calibre de agujas para irrigación en endodoncia. <sup>9</sup>

## 1.4 OBTURACIÓN

En el presente, se han desarrollado distintos materiales a base de óxido de zinc con eugenol, hidróxido de calcio y yodoformo para la obturación de conductos radiculares de dientes primarios, los cuales han tenido éxito para el tratamiento de pulpectomías.

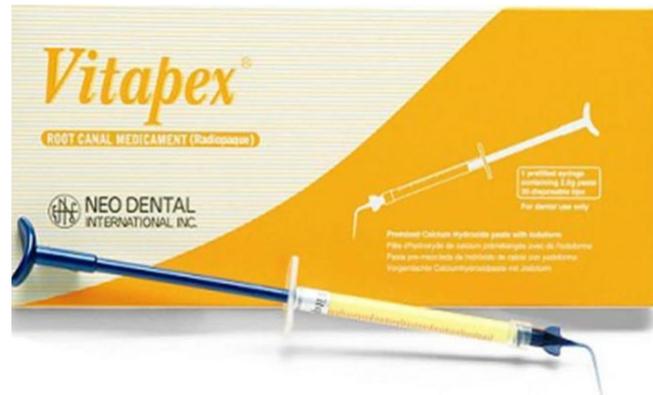
Uno de los materiales más utilizados y comercializados es Vitapex. Su presentación consta de una pasta premezclada de hidróxido de calcio y yodoformo como compuestos principales.

Dentro de sus propiedades fisicoquímicas, podemos mencionar la importancia del hidróxido de calcio como un componente capaz de estimular a las células blásticas, estas favorecen el proceso de apexogénesis, además el pH alto del  $\text{Ca(OH)}_2$  puede neutralizar las endotoxinas producidas por microorganismos anaeróbicos.

Asimismo, el yodoformo que contiene la fórmula es una sustancia fácil de manipular, con características reabsortivas, radiopacidad e incapaz de producir alteraciones en el germen de la pieza permanente por su bajo grado de dureza. <sup>12</sup>



Vitapex® tiene propiedades analgésicas y es bacteriostático, por lo tanto, los tejidos periodontales tienen gran tolerancia al material. <sup>13</sup> (Figura 6)



**Figura 6.** Vitapex®. <sup>14</sup>

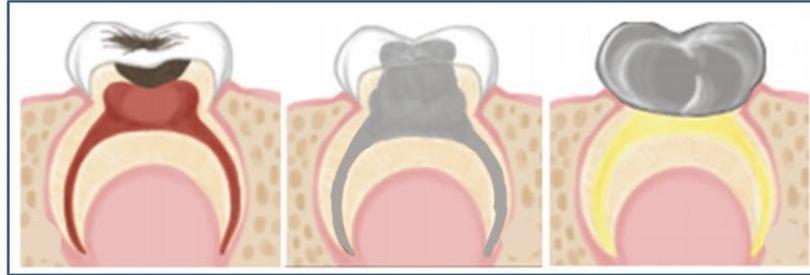
## 2. PULPECTOMÍA

La pulpectomía es considerada una terapia pulpar radical en donde se elimina la pulpa radicular como cameral. Está indicado cuando hay evidencia de inflamación crónica o necrosis de la pulpa radicular. En las pulpectomías donde la pulpa se encuentra viva, se debe remover debido a la alteración irreversible que sufrió como consecuencia de un proceso inflamatorio inducido por la presencia y acción de bacterias. Cuando se produce la mortificación de la pulpa, sus células y estructuras están comprometidas de manera definitiva. Así mismo, gran número de especies bacterianas se alojan en el sistema de conductos radiculares, inclusive en el interior de los túbulos dentinarios y esto repercute en los tejidos periapicales.

En estas circunstancias, el tratamiento tiene por objetivo combatir la infección y, por consiguiente, existe la necesidad de eliminar los microorganismos responsables de ella. <sup>15</sup>



Otro de sus objetivos es preservar las piezas dentarias hasta que sean reemplazadas por su sucesor durante la transición de la dentición primaria a la permanente. <sup>16</sup> (Figura 7)



**Figura 7.** Pulpectomía en molar primario. <sup>17</sup>

## 2.1 INSTRUMENTACIÓN

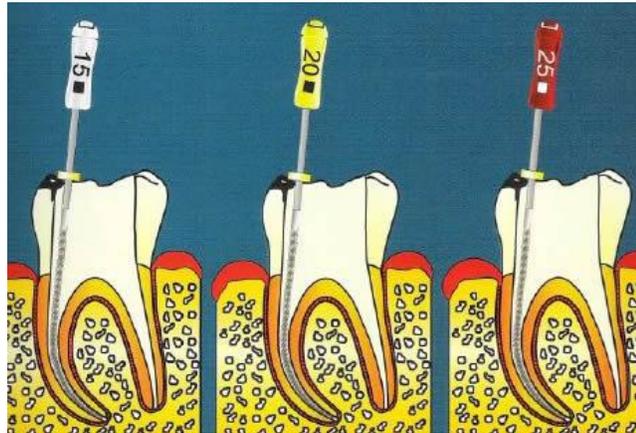
Una vez eliminada la pulpa cameral y localizados los conductos se procede a instrumentar estos por medio de limas, con la finalidad de extirpar el tejido pulpar radicular y el material orgánico existente en los conductos. Los conductos se deben irrigar abundantemente con hipoclorito sódico. <sup>18</sup>

Para el protocolo de instrumentación general, se utilizan limas de 21 mm, de la lima 15 a 25 o 30. Si hay signos evidentes de reabsorción se debe acortar la longitud 1 o 2 mm para evitar el daño a los tejidos periapicales. <sup>19</sup>

Si se utilizan limas rotatorias de Ni-Ti, los movimientos se dan en ambas direcciones, es decir en sentido horario y antihorario por lo que se garantiza el equilibrio durante el procedimiento. <sup>20</sup>



- En el sentido horario se eliminan eficazmente las paredes irregulares del conducto radicular temporal, ya que tira del tejido pulpar y la dentina fuera del conducto radicular a medida que avanzan las limas.
- La rotación en sentido antihorario corta la dentina y el movimiento inverso a la derecha libera la lima de la pared del conducto. Además, el diseño característico de las limas permite al operador aplicar una fuerza de instrumentación baja, lo que da como resultado un riesgo mínimo de cometer errores iatrogénicos. <sup>21</sup> (Figura 8)



**Figura 8.** Técnica de instrumentación en pulpectomías. <sup>22</sup>

## 2.2 OBTURACIÓN

Después de la instrumentación, los conductos se obturan con pasta de óxido de zinc-eugenol (eugenolato) en consistencia cremosa, utilizando léntulos (Nº 25 en posteriores y 30 o 35 en anteriores). Por último, se toma radiografía de control. <sup>19</sup> (Figura 9)



**Figura 9.** Radiografía final de una pulpectomía en diente 85. <sup>23</sup>

### **2.3 ÉXITO DE TRATAMIENTO**

El éxito del tratamiento de conductos en Odontopediatría se debe a un correcto diagnóstico, limpieza, desinfección, trabajo biomecánico que nos ofrecen los sistemas rotatorios actuales y una obturación tridimensional eficaz. <sup>19</sup>

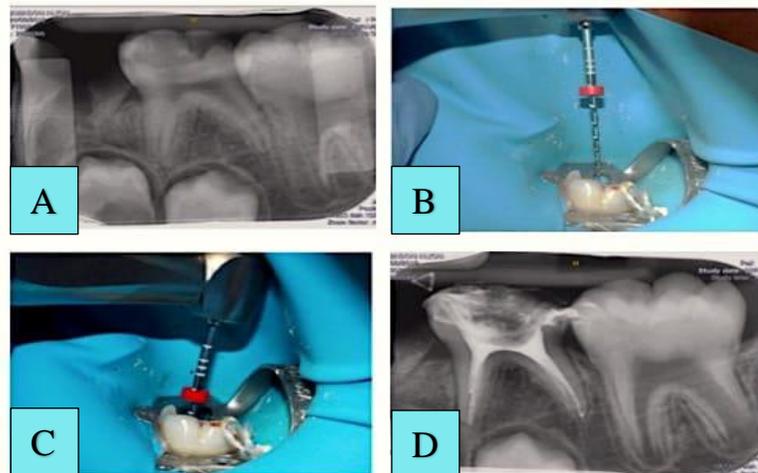
### **3. SISTEMAS ROTATORIOS**

Podemos definirlos como sistemas de instrumentación desarrollados para funcionar por medio de motores con el fin de mejorar la preparación quirúrgica de los conductos radiculares.

El desarrollo de este novedoso sistema inició en los años 80, donde fue utilizado para tratamientos endodónticos de piezas permanentes, esto fue útil para que posteriormente, a mediados de los 90, se iniciara la investigación sobre su uso en pulpectomías de dentición temporal. <sup>24</sup>



Actualmente existen numerosos sistemas rotatorios fabricados con una aleación de Níquel-Titanio, los cuales tienen características específicas en cuanto al número de instrumentos, secuencia de instrumentación y diseño estructural. Por ende, tendrán un comportamiento diferente en su accionar dentro del conducto radicular.<sup>25</sup> (Figura 10)



**Figura 10.** Protocolo general para pulpectomías utilizando sistemas rotatorios. (A) Radiografía inicial. (B) Instrumentación inicial. (C) Instrumentación final. Radiografía final (D).<sup>26</sup>

Los sistemas de instrumentación mecánica están diseñados para la conformación de los conductos radiculares con la técnica Crown Down, la cual minimiza el grado de extrusión de bacterias al periápice lo que corresponde a un mejor postoperatorio.<sup>20</sup>

Por otra parte, los instrumentos se emplean por medio de una pieza de mano la cual trabaja entre 250-800 rpm (de acuerdo con el tipo de sistema), esta es accionada por un motor eléctrico para tener mayor precisión en la velocidad deseada, además pueden trabajar con un movimiento de rotación horaria/antihoraria o con rotación recíprocante.<sup>1</sup>



Este tipo de sistemas han demostrado menor fatiga cíclica. A su vez, el uso de instrumentos rotatorios proporciona una correcta conformación de los conductos para que las soluciones irrigantes puedan acceder fácilmente y lograr una correcta limpieza apical. <sup>1</sup>

Dichas limas son más flexibles que las de acero inoxidable, esto evita que sufran fracturas dentro del conducto radicular. Las limas están diseñadas para ocuparse en conductos curvos para lograr así un mejor trabajo biomecánico y, por ende, obtener una mejor obturación de la pieza tratada. <sup>27</sup>

### **3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS**

Los sistemas rotatorios son fabricados bajo estrictas normas de diseño y conformación, entre las cuales se encuentran:

- **Sección transversal en forma de “s” itálica.**

Esta propiedad le confiere un contacto radial mínimo aumentando la eficacia de corte al disminuir la resistencia por fricción entre los filos cortantes y la superficie de dentina.

- **Ángulo de corte ligeramente negativo.**

El objetivo es evitar el anclaje del instrumento en las paredes del conducto y disminuir el riesgo de fractura de los mismos.

- **Ángulo helicoidal y distancia entre los filos cortantes.**

El ángulo helicoidal de estas limas es variable y aumenta desde la punta a lo largo de la parte activa, lo mismo que la distancia entre las espiras. <sup>20</sup>



- **Punta inactiva.**

Presente en la mayoría de las limas, evita la deformación y transporte apical durante la conformación.

- **Mangos cortos.**

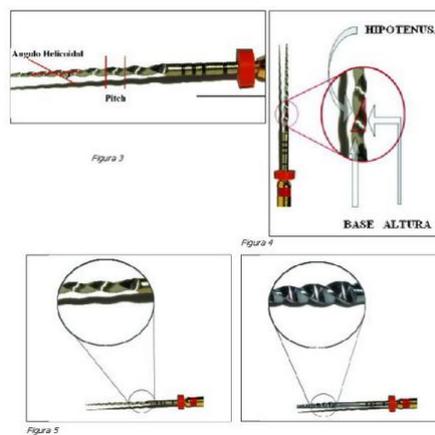
Los mangos miden 11 mm de longitud, permitiendo un mejor acceso en las zonas de los dientes posteriores durante la instrumentación.

- **Fabricados con aleaciones de Níquel-Titanio.**

Las propiedades principales de esta aleación son: bajo módulo de elasticidad y resiliencia elevada.<sup>20</sup>

- **Elevado límite elástico o superelasticidad.**

Pueden soportar gran deformación elástica y tienen memoria térmica de forma.<sup>24</sup> (Figura 11)



**Figura 11.** Características generales de lima rotatoria Profile®.<sup>28</sup>



### **3.2 PROTOCOLO GENERAL DE USO**

En cuanto al protocolo, este puede tener ciertas variaciones dependiendo del sistema que se use, lo que no va a presentar variaciones son los tiempos operatorios previos a la instrumentación. Entre los cuidados a considerar al realizar el tratamiento de pulpectomía en dientes temporarios (independientemente del sistema que se use) se encuentran:

1. Examinar la radiografía preoperatoria de la pieza antes de comenzar el tratamiento.
2. Utilizar limas manuales de primera serie (#15 o # 20).
3. Usar una técnica de instrumentación adecuada.
4. Entrar y salir del conducto con el instrumento girando.
5. Trabajar con presión apical suave.
6. Realizar irrigación constante al conducto.
7. Después de retirar el sistema del conducto, se puede introducir una lima manual para verificar posibles obstrucciones.
8. Examinar las limas en casos de existir deformación de las mismas para evitar rupturas dentro del conducto.<sup>24</sup>

### **3.3 TIPOS DE SISTEMAS ROTATORIOS**

Con el pasar de los años, se ha buscado la mejora de las características y propiedades de las limas NiTi, lo que dio como resultado la aparición de una variedad de limas para sistemas rotatorios. Entre los más importantes se encuentran:



- **Sistema GT®**

Las características que presenta este sistema son: sección de corte de las limas en forma de “U” y giro horario, conicidad constante de las limas, diseño que maximiza la fuerza de la punta de la lima, donde esta es más débil y donde los ángulos son menos agresivos para eliminar la dentina necesaria. Las limas siguen la normativa ISO 6360-6:2004. La principal desventaja de estas limas y que la mayoría de los sistemas presentan, es que se rompen con facilidad.<sup>1, 4, 29</sup> (Figura 12)



**Figura 12.** Sistema rotatorio GT®.<sup>30</sup>

Asimismo, la punta es cónica e inactiva, respetando la trayectoria de los conductos sin riesgo de transportes ni falsas vías. Las limas rotatorias GT® se utilizan en un contra ángulo con una velocidad de rotación constante entre 150 y 350 RPM.<sup>31</sup>

- **Sistema Protaper®**

Este sistema presenta limas con una sección triangular convexa en las hojas de corte, diseñada para incrementar la flexibilidad del instrumento y aumentar la eficacia del corte.

Dentro del cuerpo de la lima existen diferentes conicidades, estas limas se dividen en dos grupos:

- Shaping files: instrumentan el tercio coronal.
- Finishing files: instrumentan hasta la longitud de trabajo.<sup>24, 27</sup>



El sistema Protaper se emplea a una velocidad que va desde 150 a 350 RPM.<sup>24, 27</sup> (Figura 13)



Figura 13. Sistema rotatorio Protaper®.<sup>32</sup>

- **El sistema HyFlex CM®**

Es de los instrumentos con memoria de forma y tratados con diferentes temperaturas dándole propiedades superiores a los instrumentos convencionales de NiTi, como el aumento de su resistencia a la fatiga cíclica.

Estos se encuentran en tamaños de 0.25 mm de diámetro en la punta con conicidad de 0.8 mm, en 20 centésimas de milímetro de diámetro en la punta con conicidad 0.4 mm y 0.6 mm, así como en tamaño 40 centésimas de milímetro de diámetro en la punta con conicidad de 0.4 mm.<sup>1</sup> (Figura 14)

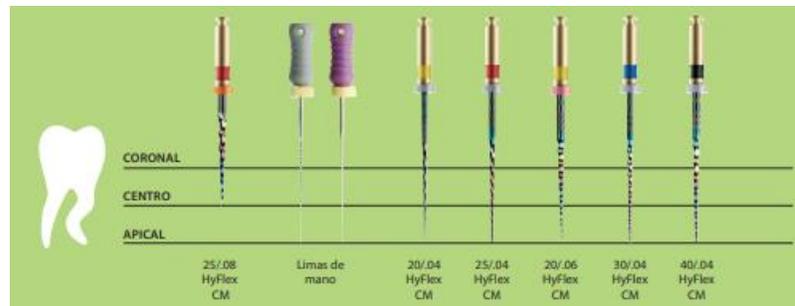


Figura 14. Sistema rotatorio Hyflex CM®.<sup>33</sup>



- **Sistema K3®**

Las características principales de este sistema son:

- Ángulo de corte de la lima positivo, de manera que se potencia la acción de corte.
- Puntas pasivas.
- Limas asimétricas con un diseño de conicidad constante.
- Ángulo helicoidal y diámetro del cuerpo variables, con lo que se consigue una mayor eliminación de restos dentinarios mejorando la eficacia en el corte.
- La secuencia de estas limas sigue la técnica Crown-Down.<sup>24</sup>

Una de las ventajas de este sistema puede ser el mango reducido, presentando unas limas 5 mm más cortas que las demás. La reducción de tamaño se da en el mango y no en la parte activa. Además, la velocidad de rotación para K3® es de 300 RPM. Por último, su ángulo helicoidal de estrías variable reduce el efecto de anclaje y ayuda a la eliminación de residuos dentinarios.<sup>31</sup> (Figura 15)



**Figura 15.** Sistema rotatorio K3®.<sup>34</sup>



- **Sistema Profile®**

Este fue uno de los primeros sistemas rotatorios en aparecer y es el más utilizado en Odontopediatría. Entre sus características se encuentran:

- Conicidad constante en el cuerpo de la lima.
- Punta inactiva.
- Diseño de hoja de corte en forma de triple “U”.
- Limas de diferentes conicidades.
- En Odontopediatría se utilizan limas de conicidad .04. <sup>1</sup> (Figura 16)



**Figura 16.** Sistema rotatorio Profile®. <sup>35</sup>

- **El sistema Mtwo NiTi (VDW Co., Munich, Germany) ®**

Tiene una forma transversal de S cursiva con dos cuchillas, un ángulo de inclinación efectivo en comparación a otros sistemas de instrumentos rotatorios (el cual proporciona un mejor corte), presenta una punta no cortante y diseño helicoidal. El sistema Mtwo se usa a 150-350 RPM. <sup>1, 27</sup>

El paquete estándar incluye 4 instrumentos con calibres en la punta (D1) que van del 10 al 25, presentando una conicidad que varía según el instrumento (.04 a .06) como se muestra en la Tabla 3. Por otra parte, el anillo de color en el mango identifica el calibre de la lima. <sup>27</sup> (Figura 17)



<i>COLOR</i>	<i>DIAMETRO EN D1</i>
<i>Morado</i>	10
<i>Blanco</i>	15
<i>Amarillo</i>	20
<i>Rojo</i>	25

**Tabla 3.** Identificación por color del diámetro en D1. <sup>27</sup>



**Figura 17.** Limas Mtwo calibre 10 y 25. <sup>27</sup>

Para realizar la instrumentación, se deben utilizar limas manuales de calibre 10, 15 e incluso del 20 antes de utilizar los sistemas mecánicos para disminuir el riesgo de fractura por torsión. Posteriormente se debe utilizar la secuencia básica: en primer lugar, la lima 10/.04, seguida de la 15/.05, 20/.06 y 25/.06 hasta la longitud de trabajo. <sup>27</sup> (Figura 18)



**Figura 18.** Sistema rotatorio Mtwo®. <sup>27</sup>



- **El sistema Kedo-S (Reeganz dental care Pvt. Ltd. India) ®**

Son limas de uso en odontopediatría de NiTi con una longitud total de 16 mm, siendo su parte activa 12 mm. Además, la velocidad de uso oscila entre 200-300 RPM con un torque de 2.2-2.4 N. <sup>1, 36</sup> (Figura 19)

➤ Pack surtido de tres limas:

D1: para conductos de molares estrechos.

E1: para conductos de molares anchos.

U1: para dientes anteriores.



Figura 19. Sistema rotatorio Kedo-S®. <sup>37</sup>

### 3.4 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS

Dentro de las ventajas principales tenemos el diseño y la flexibilidad de los instrumentos de aleación de Ni-Ti, los cuales permiten que las limas conserven la anatomía original de los canales curvos y reduzcan los errores de procedimiento, especialmente en dientes primarios. Además, debido a la preparación del canal en forma de embudo, se puede realizar una obturación más uniforme. <sup>38</sup>



Por otra parte, son activados por motor y pueden preparar el canal radicular a alta velocidad. La probabilidad de deformación del conducto se reduce debido a su memoria elástica y aspecto radial que mantiene a la lima en el centro a través del soporte de la pared y puntas inactivas.<sup>38</sup>

Otra de las grandes ventajas de los sistemas rotatorios es la mayor rapidez en la instrumentación, principalmente en conductos radiculares curvos, como en molares, siendo para el profesional menos agotador y proporciona una mejor atención para el paciente pediátrico, por lo que el tiempo de la consulta se reduce.<sup>39</sup>

Un estudio realizado por *Mamami CV et al.* demuestra las ventajas de utilizar instrumentos rotatorios para realizar tratamientos endodónticos en pacientes pediátricos en comparación con instrumentos manuales, las cuales son: menor tiempo de trabajo, menor frecuencia cardíaca y menor saturación de oxígeno. Por lo tanto, el estrés y la ansiedad del paciente se reducen considerablemente.<sup>40</sup> (Tablas 4, 5 y 6)

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE TIEMPO OPERATORIO (MINUTOS)	INSTRUMENTACIÓN	
	ROTATORIA	CONVENCIONAL
MÁXIMO	35	53
MÍNIMO	30	45
MARGEN DE ERROR PRUEBA T-STUDENT	P=<0,001	

**Tabla 4.** Tiempo operatorio, instrumentación rotatoria y convencional.<sup>40</sup>

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE FRECUENCIA CARDIACA (LPM)	INSTRUMENTACIÓN	
	ROTATORIA	CONVENCIONAL
MÁXIMO	75	89
MÍNIMO	68	79
MARGEN DE ERROR PRUEBA T-STUDENT	0,000	

**Tabla 5.** Frecuencia cardíaca, instrumentación rotatoria y convencional.<sup>40</sup>



ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE SATURACIÓN DE OXÍGENO (>87%)	INSTRUMENTACIÓN	
	ROTATORIA	CONVENCIONAL
MÁXIMO	93%	95%
MÍNIMO	89%	90%
MARGEN DE ERROR PRUEBA T-STUDENT	0,67	

**Tabla 6.** Saturación de oxígeno, instrumentación rotatoria y convencional. <sup>40</sup>

Cabe mencionar que el uso de sistemas rotatorios mejora la cooperación del paciente, este factor es clínicamente relevante en la odontología pediátrica porque permite realizar procedimientos endodónticos con mayor seguridad, así como de mejor calidad. Gracias a su comodidad de uso, este sistema es recomendado en niños con problemas de manejo del comportamiento.

Por último, proporciona una mejor limpieza en las paredes irregulares de conductos de molares temporales, gracias al movimiento de las limas en sentido horario, permitiendo la remoción del tejido pulpar cuando este queda enganchado en las limas durante los movimientos rotatorios. Gracias a la forma de preparación del conducto hay menos probabilidades de que se produzca una sobreobturación. <sup>24</sup>

### 3.5 DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS

La desventaja principal para el empleo de estos sistemas de limas rotatorias es que el profesional a cargo del tratamiento requiere de una capacitación específica previa para tener un manejo adecuado de los instrumentos, además de un control perfecto de la longitud de trabajo debido a que los dientes deciduos tienen raíces más cortas, delgadas y curvas, así como una dentina más suave y menos densa, en comparación a los dientes permanentes. <sup>38</sup>



Además, los sistemas rotatorios Ni-Ti son más costosos que los sistemas manuales. <sup>39</sup>

Por último, podemos mencionar la posibilidad de dejar áreas sin limpiar. Por consiguiente, generar tejidos potencialmente infectados en vista de la forma y características radiculares de los dientes primarios. <sup>24</sup>

#### 4. SISTEMAS ROTATORIOS MANUALES

Dentro de los sistemas de limas rotatorios manuales reportados como los más utilizados en el tratamiento endodóntico de dientes primarios son: sistema Protaper® manual y sistema de Limas Kedo SH®.

- **Sistema Protaper® manual**

El sistema Protaper® manual de Níquel-Titanio tiene un diseño que incorpora conicidades variables en cada lima; sus conicidades son pequeñas en dimensión apical y aumentan progresivamente en dirección a la porción coronaria. La eficiencia de corte también es mejorada con la sección transversal triangular única y el ángulo helicoidal de la parte activa, que también le confiere mayor resistencia a la tracción sin comprometer su flexibilidad. Vienen en longitudes de 21, 25 y 31 mm. Asimismo, el sistema Protaper® manual está compuesto por tres limas de conformación y tres limas de terminación:

- Los instrumentos de conformación son:

- Sx con diámetro de 0.19 mm color naranja

- S1 con diámetro de 0.17 mm color morado

- S2 con diámetro de 0.20 mm color blanco

- Estas limas de conformación sirven para modelar o conformar los tercios cervicales y medios del conducto radicular. <sup>41</sup>



- Los instrumentos de terminación son:  
F1 con diámetro de 0.20 mm color amarillo  
F2 con diámetro de 0.25 mm color rojo  
F3 con diámetro de 0.30 mm color azul.  
Estas limas sirven para la finalización del tercio apical del conducto radicular. <sup>41</sup> (Figura 20)

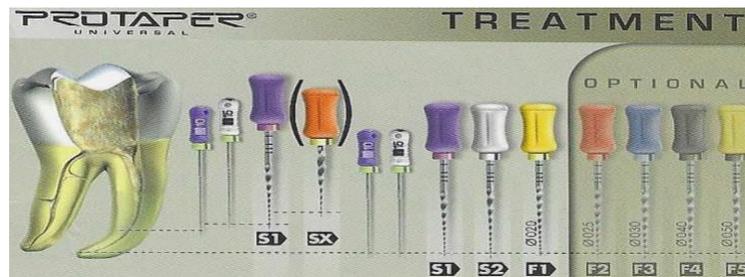


Figura 20. Sistema Protaper® manual. <sup>42</sup>

- **Sistema Kedo SH®**

Las limas manuales Kedo-SH® están compuestas de acero inoxidable y Níquel-Titanio. Estas limas dan como resultado una preparación amplia en el tercio coronal y una preparación suficiente en el tercio medio y apical de la raíz para un flujo fácil del material obturador y evitar la perforación lateral en la región apical. Este sistema está compuesto por tres limas de acero y tres de Níquel-Titanio.

- Las limas de acero son:  
P1 (Blanca): sirve para realizar patency.  
P2 (Amarilla): utilizada para la extirpación del tejido pulpar en los conductos de los molares.  
P3 (Verde): empleada para patency-extirpación del tejido pulpar en dientes anteriores. <sup>43, 44</sup>



- Las limas de Níquel-Titanio:
  - D1 (Roja): sirve para la preparación del conducto radicular estrecho en molares.
  - E1 (Azul): utilizada para la preparación del conducto radicular ancho en molares.
  - U1 (Negra): empleada para la preparación del conducto radicular en dientes anteriores. <sup>43, 44</sup> (Figura 21)



Figura 21. Sistema rotatorio manual Kedo-SH®. <sup>37</sup>

## 5. COMPARACIÓN ENTRE LIMAS ROTATORIAS Y LIMAS MANUALES

Es necesario tomar en cuenta los aspectos siguientes al momento de seleccionar el sistema de limas endodónticas para realizar un adecuado tratamiento pulpar en pacientes pediátricos:

1. El uso de instrumentación rotatoria en comparación a instrumentación manual podría resultar en poca o nula diferencia en la intensidad de dolor postoperatorio medido a las 6 u 8 horas y a 24 horas (certeza de la evidencia baja).
2. La instrumentación rotatoria podría disminuir el uso de analgésicos post tratamiento endodóntico (certeza de la evidencia baja). <sup>45</sup>



3. No existe claridad de si el uso de instrumentación rotatoria en comparación a la instrumentación manual aumenta la reparación apical. En tanto la certeza de la evidencia ha sido evaluada como muy baja.
4. No se encontró evidencia evaluando la sobrevida del diente en boca e incidencia de errores o accidentes intraoperatorios. <sup>45</sup>
5. La instrumentación rotatoria es más flexible por lo que mantiene una configuración más fiel y original de los conductos radiculares curvos con paredes delgadas características de los molares deciduos. <sup>40</sup>
6. Reducción en la sensibilidad táctil durante la preparación apical en comparación con la preparación mecánica manual. <sup>38</sup>

## 6. SISTEMAS ROTATORIOS EN ODONTOPEDIATRÍA

Los autores que reportaron el primer sistema rotatorio utilizado para realizar tratamientos endodónticos en pacientes pediátricos fueron Barr y cols. Ellos realizaron un artículo de pulpectomías empleando sistemas rotatorios (NT; Profile .04 ISO Rotatory Instruments, Dentsplay/Tulsa, Tulsa). Mencionaron las ventajas que ofrece el utilizar estos sistemas y proponen esta como una técnica fácil y rápida, a su vez comprueban que este tipo de sistemas permiten la colocación del material de obturación de forma más rápida y sencilla dentro de los conductos radiculares.

Dentro de las características que mencionaron de los sistemas rotatorios se encuentran: la flexibilidad y el diseño que permiten a las limas seguir la anatomía original, la efectividad de limpiar adecuadamente a pesar de las curvaturas de los conductos y la velocidad adecuada para emplear estos sistemas (150-300 RPM). <sup>27, 46</sup>



## 6.1 DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS ROTATORIOS EN NIÑOS Y EN ADULTOS

Si bien es cierto que durante el tratamiento endodóntico en dientes temporales se pueden utilizar sistemas de limas rotatorias para dentición permanente, por lo tanto, es de suma importancia reconocer las diferencias que existen entre estas y los sistemas específicos para niños al momento de seleccionar el más adecuado para realizar el tratamiento con éxito. En la Tabla 7, se explican las características específicas de cada sistema de limas rotatorias:

<i>Característica</i>	<i>Sistemas Rotatorios Pediátricos</i>	<i>Sistemas Rotatorios en Adultos</i>
<i>Longitud de lima</i>	16-17 mm	21-31 mm
<i>Parte Activa</i>	12 mm	16-21 mm
<i>Torque</i>	2-2.5 N	1.5-5.1 N
<i>Velocidad</i>	150-300 RPM	300-400 RPM
<i>Conicidades</i>	.01-.06	.04-.07

**Tabla 7.** Diferencias entre sistemas rotatorios en niños y en adultos. <sup>1, 24, 27, 31, 47, 48</sup>

## 6.2 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS EN ODONTOPEDIATRÍA

La instrumentación es más rápida, el conducto tendrá mayor conicidad, por lo cual su obturación será más rápida y de mejor calidad. <sup>46</sup>



### 6.3 SISTEMAS ROTATORIOS EN DENTICIÓN PRIMARIA EN MÉXICO

En la república mexicana se comercializan diversos sistemas rotatorios específicos para el tratamiento de pulpectomías en dientes deciduos, no obstante, su adquisición es de alta dificultad debido a la baja tasa de venta y distribución por parte de los fabricantes, a su vez, es consecuencia de la baja demanda. Sin embargo, existen las limas AF Baby Rotatory Fanta® y Rogin Dental Primary Files Blue<®, las cuales son más accesibles en México. A continuación, se mencionan las características de estos sistemas:

- **AF BABY ROTATORY FANTA®.**

El sistema rotatorio AF Baby® presenta las siguientes características:

- Resistencia alta a la flexibilidad debido a su aleación CM-Wire
- Corte triangular convexo
- Corte cuadrangular en lima #20-.4%
- La velocidad de funcionamiento recomendada es de 300 RPM
- Torque de 2 N
- Longitud de 16 mm
- Contiene un Open File de 10 mm
- Punta inactiva
- Diseño especial para trabajar en dientes deciduos
- Tecnología Endo Stop (marca la longitud del canal e identifica la dirección de flexión de la lima).<sup>47</sup> (Figura 22)



**Figura 22.** Secuencia de instrumentación en sistema AF Baby Rotatory Fanta®.<sup>48</sup>



- **ROGIN DENTAL PRIMARY FILES BLUE®.**

Las limas rotatorias Rogin® tienen un diseño corto de acuerdo al tamaño del conducto radicular de los dientes primarios, protegen las paredes frágiles del conducto radicular del diente deciduo de manera eficaz. Por otra parte, el diseño cambia desde la punta de las limas hacia atrás para facilitar la evacuación del barrido dentinario. Dentro de las características principales podemos mencionar:

- Su velocidad recomendada de 150-300 RPM
- Torque de 2-2.5 N
- Longitud de limas de 17-19 mm
- Corte triangular en todas las limas del sistema
- Conicidades .04-.06. <sup>49</sup> (Figura 23)



**Figura 23.** Sistema rotatorio Rogin Dental Primary Files Blue®. <sup>49</sup>

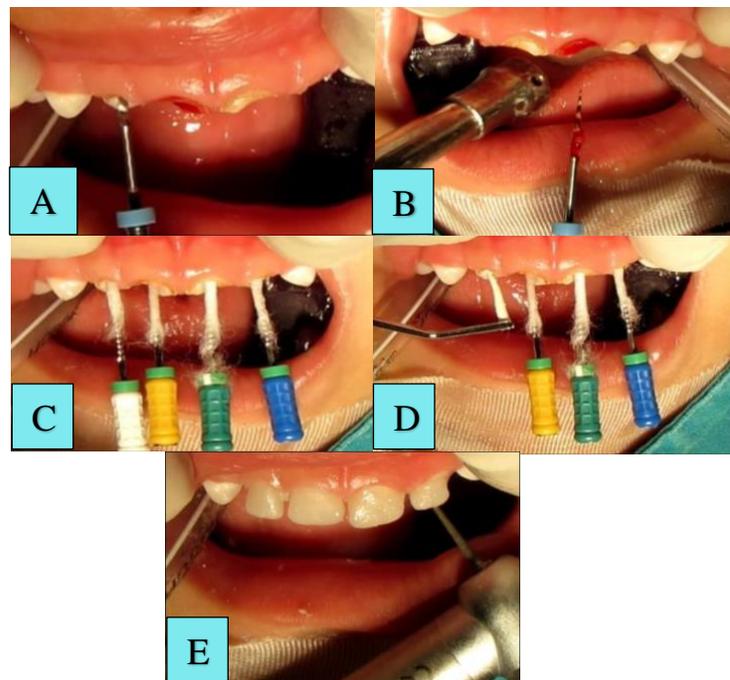
## 6.4 APLICACIONES EN ODONTOPEDIATRÍA

Dentro de las aplicaciones de los distintos sistemas rotatorios en Odontopediatría se encuentran publicados los siguientes casos clínicos:

- **Caso Clínico 1**

Paciente de 3 años 1 mes de sexo femenino con pulpitis irreversible en OD 51, 52 y 62, además de necrosis pulpar en OD 61. Por lo tanto, se indicó tratamiento endodóntico para dichos órganos dentales.

Los conductos radiculares fueron tratados bajo instrumentación rotatoria, la cual se inició con una lima IntroFile FlexMaster®. Los instrumentos rotatorios se utilizaron con un motor X-Smart® (Dentsply) a 350 RPM. Se utilizó la técnica “Crown-Down”, los conductos fueron irrigados con clorhexidina al 0.12% (Perio-Aid®). Se realizó el secado de los conductos y se procedió a la obturación con conos de óxido de zinc y eugenol. <sup>50</sup> (Figura 24)



**Figura 24.** Pulpectomía con sistema rotatorio IntroFile FlexMaster® en OD 52 (A) y OD 61 (B). (C) Secado de conductos en OD 52, 51, 61 y 62 con algodón colocado en limas manuales. (D) Obturación del conducto radicular con óxido de zinc y eugenol OD 52. (E) Rehabilitación final de OD 52, 51, 61 y 62. <sup>50</sup>

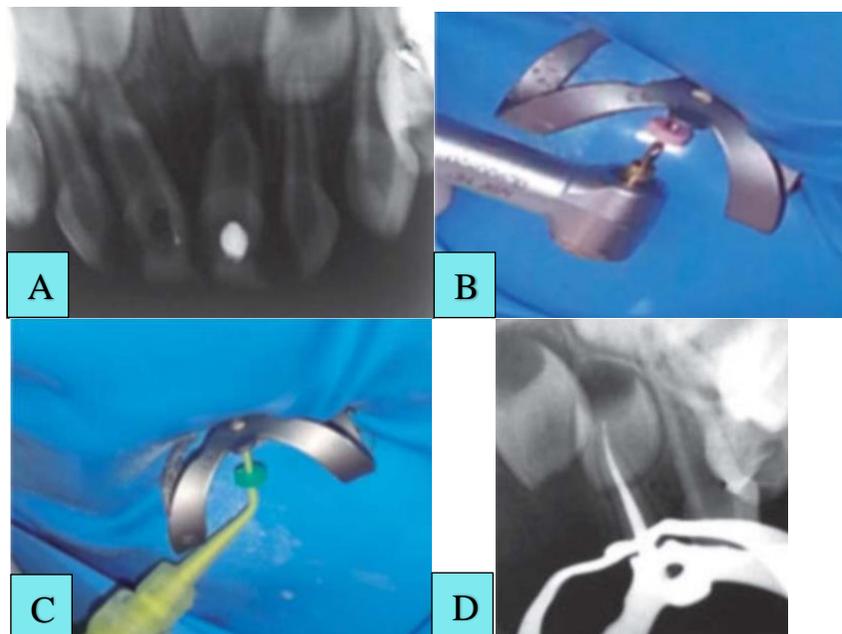


- **Caso clínico 2**

En un paciente masculino de cuatro años y siete meses de edad con pulpitis irreversible en órgano dentario 5.2 se realizó tratamiento de conductos con la siguiente técnica:

Bajo anestesia local, así como aislamiento absoluto con dique de goma se retiró el tejido cariado y se realizó el acceso a la cámara pulpar, ubicando la entrada del conducto radicular. Posteriormente, la longitud del conducto fue determinada por medio de limas K Flex® no. 20, llegando a una longitud de trabajo de 1 mm antes del ápice radiográfico. Siguiendo la técnica Crown-Down, se inició la instrumentación con los instrumentos rotatorios del sistema K3 ENDO®.

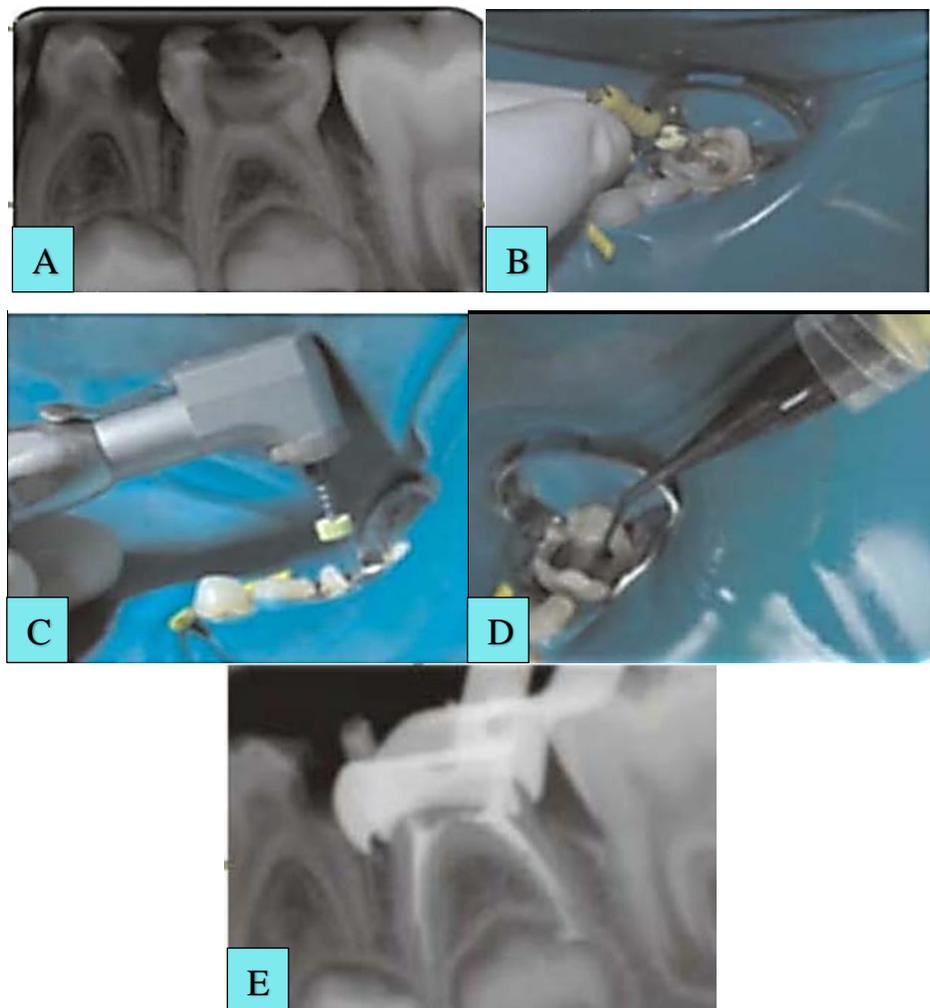
Entre cada instrumento se irrigó con hipoclorito de sodio al 2%, al terminar la instrumentación se secó el conducto con puntas de papel número 40 y se procedió a la obturación con pasta UltraPex®. <sup>51</sup> (Figura 25)



**Figura 25.** (A) Radiografía inicial. (B) Instrumentación con sistema K3 endo® a 350 RPM. (D) Obturación del conducto con pasta UltraPex®. (F) Radiografía final. <sup>51</sup>

- **Caso clínico 3**

Paciente masculino de 5.11 años de edad presentó en el órgano dental 75 lesión cariosa en cúspides con profundidad de esmalte, dentina y pulpa. El tratamiento realizado fue pulpectomía. Se inició con la lima tipo K 15 a la 20. Después, se instrumentó con el sistema rotatorio Light Speed LSX® del 30 al 40 de manera rápida y eficaz. Al finalizar, se realizó la obturación de conductos con Vitapex®, óxido de zinc y eugenol reforzado. Como restauración final se colocó una corona de acero cromo. La evolución fue favorable.<sup>52</sup> (Figura 26)



**Figura 26.** (A) Radiografía inicial. (B) Trabajo biomecánico con lima manual 20. (C) Instrumentación con sistema rotatorio Light Speed LSX® 30-40. (D) Obturación con Vitapex®. (E) Radiografía final.<sup>52</sup>



## 7. PRINCIPALES CAUSAS DE FRACTURA DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS

El cambio de austenita a martensita facilita la fractura de los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio, el cual es dado por elevados niveles de presión y calor. Puede ocurrir en tres formas: fractura por torsión, fatiga de flexión o fatiga cíclica.

La fractura por torsión ocurre cuando la punta de la lima o cualquier parte del instrumento se detiene en el conducto radicular, mientras su eje continúa en rotación. En esta situación, se sobrepasa el límite de elasticidad del metal, lo que provoca una deformación plástica.

Otro tipo de fractura que es causada por la propia fatiga del metal es la fractura de flexión. Con este tipo de rotura, el instrumento gira libremente en un conducto acentuadamente curvo, pero en la misma longitud de trabajo. De esta manera, en la curva el instrumento se dobla y ocurre el daño, siendo este hecho de elevada importancia en relación con la fractura de los instrumentos de Níquel-Titanio.

Finalmente, tenemos al tipo de fractura ocasionada por fatiga cíclica, la cual es relacionada con la cantidad de ciclos que un instrumento soporta antes de sufrir la fractura de un segmento. A su vez, la falla por fatiga cíclica ocurre inesperadamente sin ningún signo de una deformación plástica permanente previa. Esto ocurre como resultado de ciclos alternos de tensión-compresión que se generan en el punto de flexión máxima de un instrumento cuando se gira en un conducto curvo. <sup>27</sup>



Se han investigado las variables que pueden influir en la resistencia a la fractura por fatiga cíclica de las limas rotatorias de NiTi, como la velocidad operativa, el diseño de los instrumentos, los tratamientos de superficies metálicas y el efecto de la solución de irrigación.<sup>53</sup>

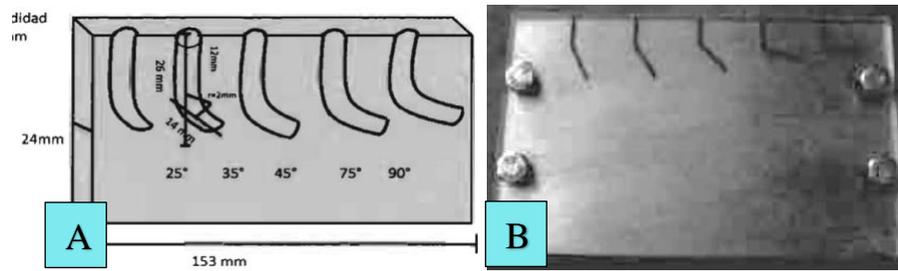
## 7.1 ESTUDIOS REPORTADOS SOBRE RESISTENCIA A FATIGA CÍCLICA

La importancia de conocer el protocolo de uso de los sistemas rotatorios y la idea de evitar posibles errores iatrogénicos, ha llevado tanto a casas comerciales como centros de investigación a realizar estudios clínicos enfocados en la fatiga cíclica que pueden soportar las limas rotatorias.

- **Estudio clínico 1**

Lara et al. evaluaron los sistemas rotatorios de Níquel-Titanio (Ni-Ti), Mtwo®, ProTaper Universal® y ProFile®, siendo 10 instrumentos por sistema. Los instrumentos se hicieron girar hasta fracturarse a 300 RPM, con un torque de 2N, en una platina de acero inoxidable que presentaba un conducto curvo de 45°, la lima fue introducida con un movimiento de entrada y salida por medio del DEA, el cual registraba el número de ciclos y el tiempo de fractura. De modo que los resultados fueron los siguientes:

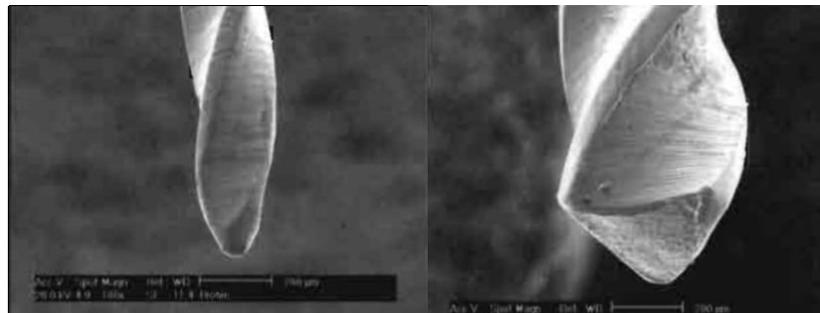
Los instrumentos rotatorios Profile® demostraron tener mayor capacidad para resistir la fractura por fatiga cíclica, comparado con el sistema Mtwo® y Protaper Universal®. El sistema Profile® requirió de mayor intervalo de tiempo antes de presentarse la fractura, respecto al sistema Mtwo® y Protaper Universal®. La fractura del segmento en los sistemas rotatorios Profile®, Mtwo® y Protaper Universal®, no demostró tener diferencia respecto a la longitud del segmento y al nivel de fractura.<sup>54</sup> (Figuras 27, 28, 29 y 30)



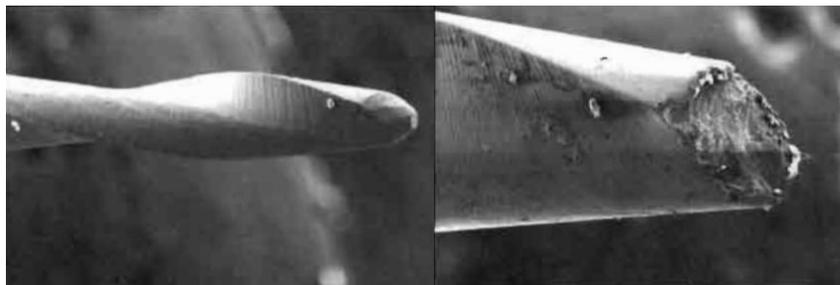
**Figura 27.** (A) Diseño de la platina. (B) Platina terminada en acero inoxidable.<sup>54</sup>



**Figura 28.** Punta de lima del sistema Protaper® en microscopio electrónico de barrido a 100x.<sup>54</sup>



**Figura 29.** Punta de lima del sistema Profile® en microscopio electrónico de barrido a 100x.<sup>54</sup>



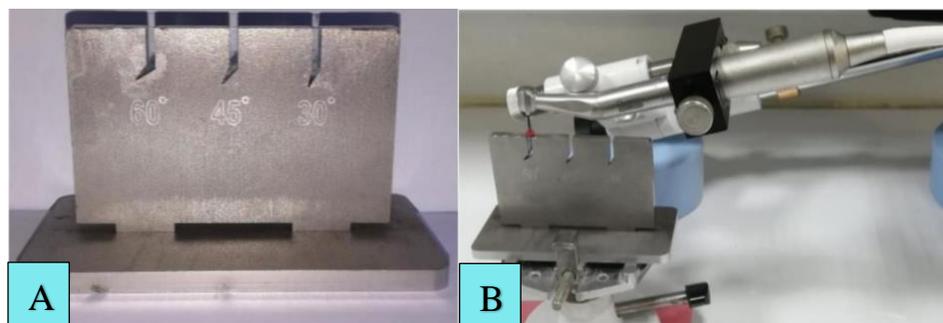
**Figura 30.** Punta de lima del sistema Mtwo® en microscopio electrónico de barrido a 100x.<sup>54</sup>

- **Estudio clínico 2**

Meneses et al. realizaron un estudio experimental in vitro, en el cual emplearon tres sistemas rotatorios mecanizados (ProTaper Next®, Súper Files Next® y NeoNiTi®), tomando 9 limas mecanizadas de cada sistema. Se evaluaron los ciclos rotatorios requeridos para producir la fractura del instrumento.

Se demostró que el sistema mecanizado PTN® requirió menor cantidad de ciclos para producir una fractura del instrumento en las diferentes angulaciones. A los 60° de angulación, vemos que el sistema NNT® requirió, en promedio, 125% ciclos más que PTN® y 18% más que SFN®, en promedio. El sistema mecanizado SFN® no resultó en fractura en las angulaciones de 30° y 45°.

Con base en los resultados obtenidos en este proyecto de investigación, se indicó que no hay una diferencia significativa entre la cantidad de ciclos realizados para producir una fractura por fatiga cíclica en los diferentes sistemas mecanizados.<sup>55</sup> (Figura 31)



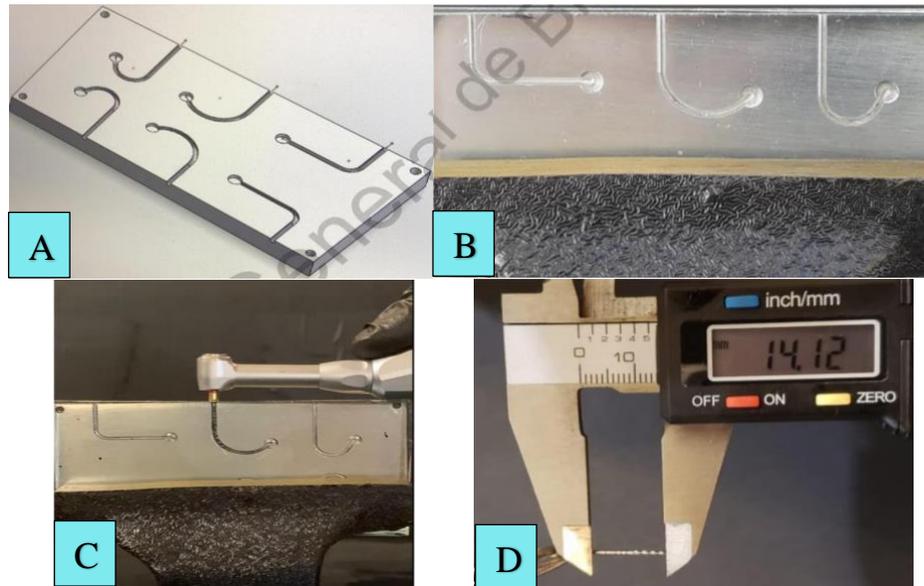
**Figura 31.** (A) Matriz metálica de acero inoxidable. (B) Estabilización de materiales de estudio utilizando el Motor WaveOne® de Dentsply.<sup>55</sup>



- **Estudio clínico 3**

Cervantes et al. emplearon 20 limas rotatorias divididas en 2 grupos: 10 instrumentos de 25 mm de longitud del sistema AF™ FOne® y 10 instrumentos WaveOne® Gold Primary de la misma longitud para ser introducidos en una curvatura de 60 grados. Para ello, se fabricó una platina de acero inoxidable, de tal manera que se pudieran crear conductos artificiales con curvatura de 45, 60 y 90 grados con longitud de 25 mm.

Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que el instrumento rotatorio AF FOne® mostró mayor resistencia a la fatiga cíclica que los instrumentos WaveOne® Gold Primary. Por otro lado, la lima AF FOne® tomó ventaja notoria de tiempo transcurrido en fracturarse sobre las limas WaveOne® Gold Primary.<sup>56</sup> (Figura 32)



**Figura 32.** (A) Diseño computarizado de platina de acero inoxidable. (B) Platina de acero inoxidable con tapa de cristal que permite la visibilidad del instrumento durante la prueba. (C) Prueba a la fatiga cíclica en platina de acero inoxidable. (D) Medición del fragmento del instrumento fracturado mediante vernier electrónico.<sup>56</sup>

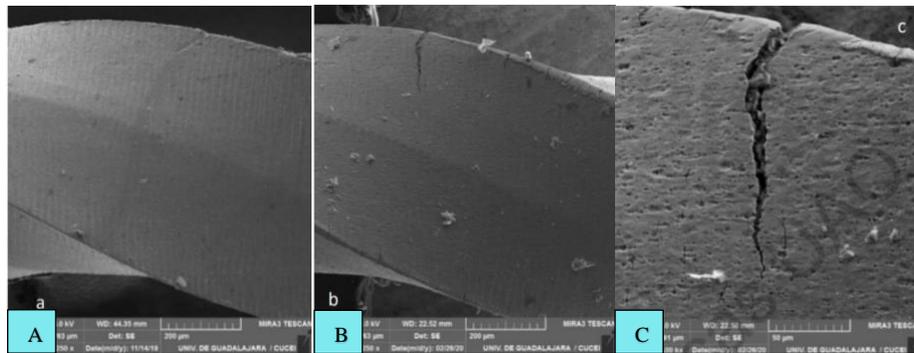


- **Estudio clínico 4**

Valdivia et al. valoraron setenta y cinco limas de tres sistemas rotatorios de la misma marca comercial, las cuales fueron: 25 AF F one®, 25 S one® y 25 AF Rotary®. Estos fueron sometidos a la prueba de resistencia a la fatiga cíclica en una platina de acero inoxidable con un conducto que presentó una curvatura con una angulación de 60°.

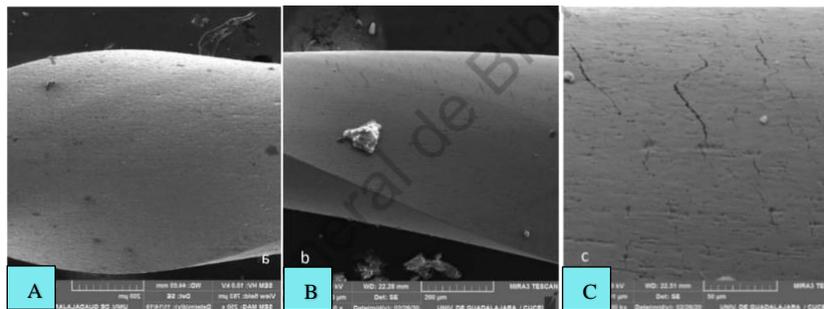
Previo a la prueba, los instrumentos fueron divididos de manera aleatoria en subgrupos de acuerdo al número de ciclos de esterilización en autoclave que se le aplicaba a cada instrumento. Los instrumentos fueron observados por medio de microscopía electrónica de barrido, antes de su esterilización, después de su esterilización y después de la prueba de resistencia a fatiga cíclica.

Los resultados obtenidos en este estudio indicaron que el instrumento rotatorio AF Rotary® demostró una mayor resistencia a la fatiga cíclica que los instrumentos S one® y AF F one®. Por otra parte, los resultados también sugieren la ausencia de incidencia de repetidos ciclos de esterilización sobre la resistencia a la fatiga cíclica de cada instrumento por lo que se puede concluir que la fractura del instrumento es provocada por la fricción y el estrés al que este se somete dentro del conducto radicular y no está influenciada por un deterioro producido por los procesos de desinfección al que este es sometido entre pacientes.<sup>53</sup> (Figuras 33, 34, 35, 36, 37 y 38)



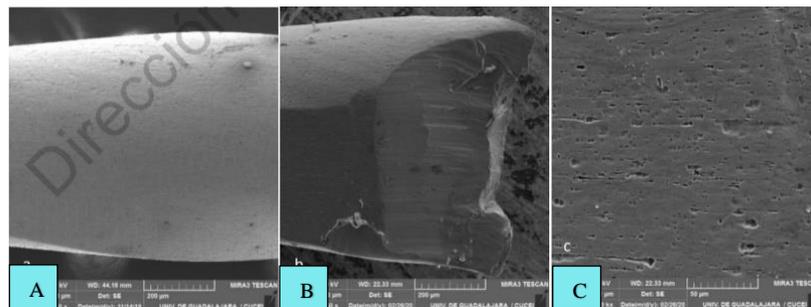
**Figura 33.** (A) Instrumento AF Rotatory® sin ciclos de esterilización previo a la prueba a la resistencia a fatiga cíclica. (B) Porción fracturada del instrumento sin ciclos de esterilización posterior a la prueba a la resistencia a la fatiga cíclica. (C)

Figura B aumentada a 1000 x.<sup>53</sup>



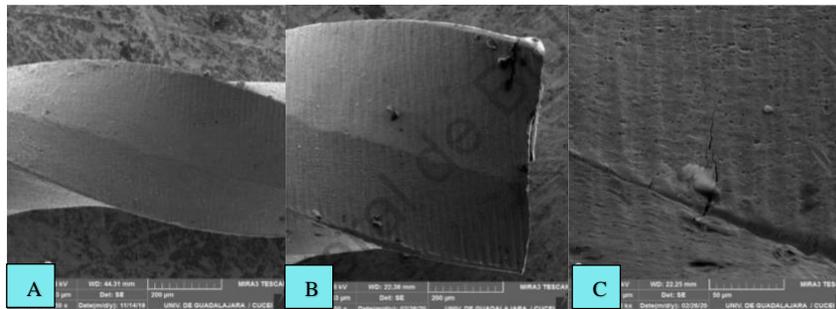
**Figura 34.** (A) Instrumento S one® sin ciclos de esterilización previo a la prueba a la resistencia a fatiga cíclica. (B) Porción fracturada de instrumento sin ciclos de esterilización posterior a la prueba a la resistencia a la fatiga cíclica. (C) Figura B

aumentada a 1000 x.<sup>53</sup>

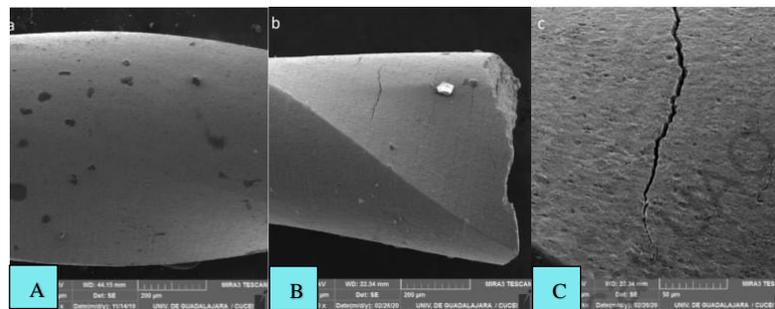


**Figura 35.** (A) Instrumento AF F one® sin ciclos de esterilización previo a la prueba a la resistencia a fatiga cíclica. (B) Porción fracturada de instrumento sin ciclos de esterilización posterior a la prueba a la resistencia a la fatiga cíclica. (C) Figura B

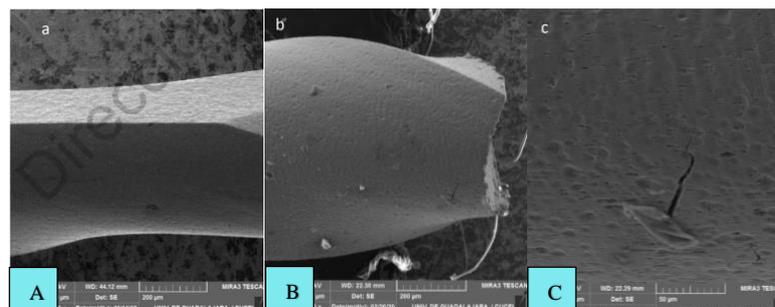
aumentada a 1000 x.<sup>53</sup>



**Figura 36.** (A) Instrumento AF rotary® con 6 ciclos de esterilización previo a la prueba a la resistencia a fatiga cíclica. (B) Porción fracturada del instrumento con 6 ciclos de esterilización posterior a la prueba. (C) Figura B aumentada a 1000 x.<sup>53</sup>



**Figura 37.** (A) Instrumento S one® con 6 ciclos de esterilización previo a la prueba a la resistencia a fatiga cíclica. (B) Porción fracturada del instrumento 6 ciclos de esterilización posterior a la prueba a la resistencia a la fatiga cíclica. (C) Figura B aumentada a 1000x.<sup>53</sup>



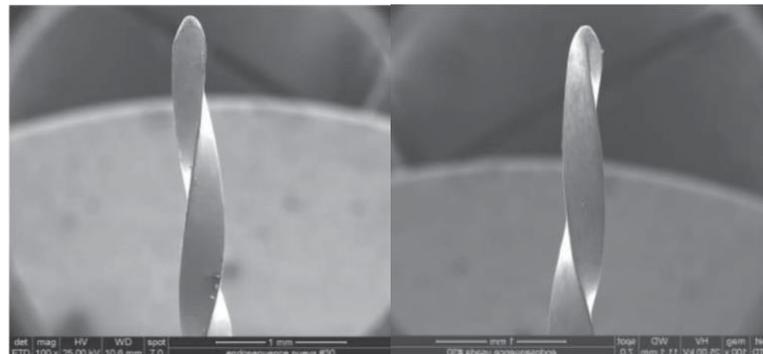
**Figura 38.** (A) Instrumento AF F one® con 6 ciclos de esterilización previo a la prueba a la resistencia a fatiga cíclica. (B) Porción fracturada del instrumento con 6 ciclos de esterilización posterior a la prueba a la resistencia a la fatiga cíclica. (C) Figura B aumentada a 1000x.<sup>53</sup>



- **Estudio clínico 5**

Olguín et al. utilizaron 15 molares extraídos, desinfectados con NaOCl y fueron instrumentados con Endosequence®, Liberator® y K3®. Posteriormente, las limas fueron observadas con microscopio electrónico de barrido, con la finalidad de evaluar la fatiga cíclica.

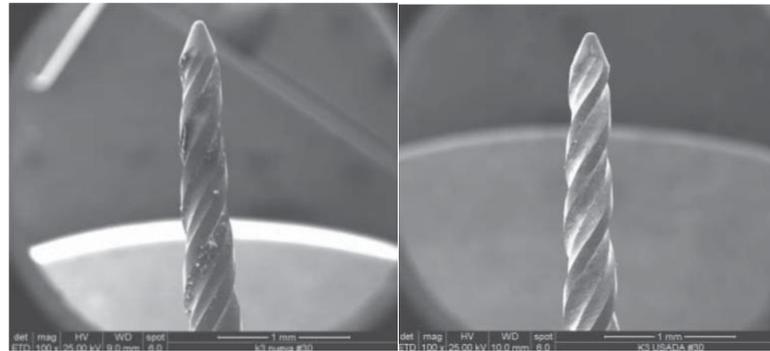
Así mismo, se pudo observar que los sistemas rotatorios evaluados sufren fatiga cíclica después de cinco tratamientos de conductos; la lima Liberator® mostró mayor desgaste en su superficie, mientras que la lima K3® sufrió mayor desgaste en la punta y Endosequence® mostró la menor fatiga en su superficie y en la punta.<sup>57</sup> (Figuras 39, 40 y 41)



**Figura 39.** Variación en estructura y punta de limas rotatorias Endosequence®. La lima usada mostró un mayor desgaste en su punta y, en menor medida, a lo largo de su estructura.<sup>57</sup>



**Figura 40.** El sistema Liberator® de estrías lisas mostró el mayor desgaste en su punta no cortante y no se observa un daño importante en el cuerpo de la lima.<sup>57</sup>



**Figura 41.** Variación en estructura y punta de limas rotatorias K3®. La lima usada mostró un mayor desgaste en su punta. <sup>57</sup>

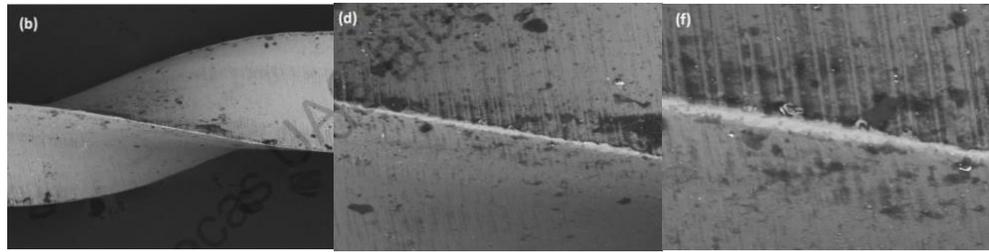
- **Estudio clínico 6**

Rodríguez experimentó con 40 limas rotatorias del mismo calibre y conicidad divididas en dos grupos: 20 del grupo Hyflex CM® y 20 del grupo V Taper H2®. Se fabricó una platina metálica simulando los conductos radiculares con una curvatura de 60° para evaluar el tiempo de fractura en segundos y medir la longitud del segmento fracturado en milímetros. Se utilizó un microscopio electrónico de barrido para examinar las superficies fracturadas.

Se demostró que el sistema V Taper H2® tiene mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con HyFlex CM®. <sup>58</sup> (Figuras 42 y 43)



**Figura 42.** Imágenes obtenidas con microscopio electrónico de barrido de los segmentos fracturados pertenecientes al grupo de limas VTaper®. <sup>58</sup>

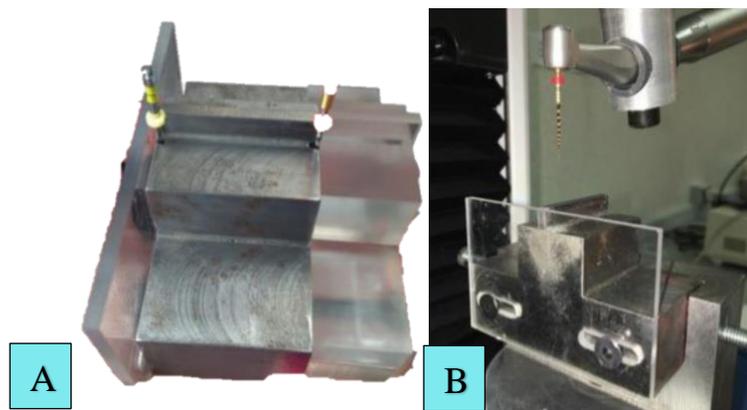


**Figura 43.** Imágenes obtenidas con microscopio electrónico de barrido de los segmentos fracturados pertenecientes al grupo de limas HyFlex CM®. <sup>58</sup>

- **Estudio clínico 7**

Calderón seleccionó 10 instrumentos de cada uno de los sistemas rotatorios: ProTaper Gold®, ProTaper Next®, HyFlex CM®, Reciproc®, Wave One® y Wave One Gold®. Las limas se colocaron en el motor Wave one® y la cabeza del motor se fijó a la máquina Inström. Los instrumentos se introdujeron al dispositivo CF Endo Tester, donde se rotaron hasta que la lima sufrió la fractura.

Se observó que el sistema Wave One Gold® mostró mayor resistencia a la fatiga cíclica con diferencia significativa a los otros grupos, seguido de ProTaper Gold®, Reciproc®, Wave One®, HyFlex CM® y, por último, ProTaper Next®. <sup>59</sup> (Figura 44)



**Figura 44.** (A) Endo Tester vista lateral. (B) Endo Tester y cabeza del motor Waveone® fijados en Inström e instrumento Wave One Gold® a examinar. <sup>59</sup>



## CONCLUSIONES

El tratamiento endodóntico en dientes primarios, debe realizarse con extrema precaución tomando en cuenta los aspectos anatómicos, así como seleccionar el instrumental adecuado para el procedimiento.

Por lo tanto, al realizar una pulpectomía con sistemas rotatorios debemos tener en cuenta que existen grandes ventajas de su uso en comparación con las limas manuales, siendo las más importantes; el tiempo de trabajo por parte del operador, la obturación más precisa, disminución en la frecuencia cardíaca del paciente y una correcta saturación de oxígeno por parte del mismo durante el tratamiento. Consecuentemente, la cooperación del paciente pediátrico deberá ser la ideal y el tratamiento tendrá mayor probabilidad de éxito.

Por otra parte, los casos clínicos reportados nos demuestran que distintos sistemas de limas rotatorias que se utilizan en adultos también se pueden utilizar en niños.

Así mismo, se debe considerar que los sistemas rotatorios específicos para el tratamiento de dientes primarios comercializados en México son escasos y de alta dificultad para su adquisición. Además, las marcas accesibles son de procedencia china.

Por último, debemos mencionar que existe una gran falta de evidencia científica sobre la resistencia a la fatiga cíclica de sistemas rotatorios específicos para niños, por lo que es necesario estudios que demuestren lo anterior. Todo en razón al manejo adecuado de limas rotatorias dentro de los conductos radiculares, principalmente en la velocidad, torque y medida preventiva en pacientes no cooperadores.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Minutti G. Instrumentos rotatorios en el tratamiento de conductos de dientes temporales: revisión sistemática, 2021 [Tesis de maestría]. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Odontología; 2021. 45 p.
2. Oliveira J. Manual de anatomía dental y pulpar de dientes primarios. [Internet]. Ecuador: Ediciones Uleam; 2018 [Citado el 27 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3Rk0gaX>
3. Pérez E, Burguera E, Carvallo M. Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. Rev Acta Odonto Vene [Internet]. 2003 [Citado el 4 de octubre de 2022];41(2). Disponible en: <https://bit.ly/3yknPJQ>
4. Lorente I, Guinot F, Saéz S, García F, Bellet L. ¿Cuál es el irrigante ideal para pulpectomías de dientes deciduos?. Rev Odonto Pedía [Internet]. 2009 [Citado el 27 de septiembre de 2022];17(2):83-95. Disponible en: <https://bit.ly/3BTdoOf>
5. Viarden lab [Internet]. Texas, EUA: Viarden lab [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3CCf0NZ>
6. Vamasa [Internet]. Monterrey, México: Vamasa [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3SZPaZU>
7. Escayala C. Pulpectomía y materiales de obturación. Rev Odonto Pedí [Internet]. 2009 [Citado el 20 de septiembre de 2022];8(2). Disponible en: <https://bit.ly/3SjH3XD>
8. Carvajal M. Irrigantes en endodoncia, limpieza y desinfección en el tratamiento endodóntico [Internet]. Córdoba-Argentina, Universidad Nacional de Córdoba; 2015. [Citado el 27 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3SdYeKB>
9. Zarazúa A. Protocolo de irrigación de conductos radiculares utilizado por endodoncistas y odontólogos de práctica general, un estudio basado en



- encuestas, 2017 [Tesis de especialidad]. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2017. 134 p.
10. Ultradent Latinoamérica. Navitip: dispensado preciso en la era de la irrigación [Internet]. EUA: Ultradent Latinoamerica. 2016 - [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3ryC368>
  11. Vamasa. [Internet]. Monterrey, México: Vamasa [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3Mbhs17>
  12. Trejo A, Cuevas C. Materiales de obturación radicular utilizados en dientes deciduos. Rev Odonto Latino [Internet]. 2014 [Citado el 20 de septiembre de 2022];4(1). Disponible en: <https://bit.ly/3DFa8sk>
  13. Valarezo T. Revisión bibliográfica del vitapex como material de obturación empleado en pulpectomías de dientes deciduos. Rev Ocro [Internet]. 2020 [Citado el 28 de septiembre de 2022];3(5):662. Disponible en: <https://bit.ly/3dRfRB2>
  14. Henry Schein [Internet]. Madrid, España: Henry Schein [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3yhgNW7>
  15. Gómez M. Valorar clínica y radiográficamente la preservación de restos radiculares temporales por medio de la pulpectomía, para evitar la extracción temprana, 2016 [Tesis de licenciatura]. Estado de México: Universidad Tecnológica Iberoamericana; 2016. 164 p.
  16. Hinostroza M, Pineda J, Lugo J, Solís M, Alarcón C, Álvarez H. Pasta de hidróxido de calcio/yodoformo en pulpectomías de dientes deciduos: Reporte de caso con seguimiento de seis meses. Rev Odonto Vital [Internet]. 2020 [Citado el 19 de septiembre de 2022];33(1):63-72. Disponible en: <https://bit.ly/3xB4Kmy>
  17. Sara Moreno Clínica Dental [Internet]. Badajoz, España: Sara Moreno Clínica Dental [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3yIRHpr>
  18. Cortés O, Beltri P, Miegimolle M, Ortego G, Barrachina M, Hernández M. Tratamientos pulpares en dentición temporal. Rev Odonto Pedría [Internet].



- 2010 [Citado el 19 de septiembre de 2022];18(2):153-158. Disponible en: <https://bit.ly/3R1PjdD>
19. Laguna Y. Guía práctica de terapia pulpar en dentición primaria [Internet]. Bogotá-Colombia, Universidad Cooperativa de Colombia Seccional Bogotá; 2017. [Citado el 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3R0pwma>
20. Balseca D. Endodoncia con Sistema Rotatorio utilizando limas Mtwo en molares con necrosis pulpar, 2015 [Tesis de licenciatura]. Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Odontología; 2015. 92 p.
21. Bautista L, Ortega M, Díaz M, Campanella R, Ramos R. Eficacia de técnicas rotatorias y convencionales en pulpectomías en niños de 2 a 6 años de edad: Revisión de la literatura. Rev Latino Orto y Odonto [Internet]. 2021 [Citado el 18 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3BndLk9>
22. Rivas R. Limpieza y conformación del conducto radicular [Internet]. México: Ricardo Rivas. 2011 - [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3SJYBN6>
23. Odontovida. Los materiales de obturación utilizados en pulpectomías [Internet]. México: Odontovida. 2022 - [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3EmWEBX>
24. Luzuriaga A. Tratamiento de pulpectomía en dientes temporarios con técnica rotatoria instrumentada y técnica no instrumentada, 2018. [Tesis de licenciatura]. Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología; 2018. 80 p.
25. Leal R. Análisis comparativo de la desviación del eje central utilizando tres sistemas de instrumentación: TF-Adaptive Recíprocante, Pro-Taper Next y Mtwo Rotatorias, 2016 [Tesis de especialidad]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Odontología; 2016. 65 p.
26. Requena, Burbano, Veloso, Virolés, Lluch, Guinot. Comparación de pulpectomías en molares temporales con lima manual y recíprocante



- [Internet]. Bogotá, Colombia: Requena, Burbano, Veloso, Virolés, Lluch, Guinot. 2020 - [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3EjLgqr>
27. Mosayhuate R. Endodoncia rotacional en Odontopediatría, 2020 [Tesis de especialidad]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2020. 167 p.
28. Vidal C. Geometría, indigerible pero interesante, el porqué de la variedad. Rev Gaceta Dental [Internet]. 2007 [Citado el 4 de octubre de 2022];182(1):104-115. Disponible en: <https://bit.ly/3RC6iDH>
29. INEN. Sistema de codificación numérica de los instrumentos rotatorios (ISO 6360-6:2004, IDT) [Internet]. Quito, Ecuador; 2014. [Citado el 20 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3zkGbLm>
30. Pécora J, Zanello D, Barbizam J, Gonçalves R. Limas rotatorias GT [Internet]. São Paulo, Brasil: Jesús Pecora, Danilo Zanello, Joao Barmizam, Rodrigo Gonçalves. 2020 - [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3EjrqM8>
31. Santos E. Sistemas rotatorios en endodoncia, 2010 [Tesis de licenciatura]. Perú: Universidad Peruano Cayetano Heredia, Facultad de Estomatología; 2010. 98 p.
32. Iruretagoyena M. Sistema Protaper Universal [Internet]. Buenos Aires, Argentina: Marcelo Iruretagoyena. 2020 - [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3rD5SIW>
33. Coltene-COA [Internet]. México: Coltene-COA [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3V0nu8S>
34. Dentaltix [Internet]. Madrid, España: Dentaltix [Citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3Ejfb2d>
35. Duarte A, Baca P, Kenji N. Tratamiento endodóntico de un primer premolar superior con 3 raíces: Relato de Caso Clínico. Acta Odonto Vene [Internet]. 2007 [Citado el 4 de octubre de 2022];45(4):568-571. Disponible en: <https://bit.ly/3ygNymz>



36. Topqualitydent [Internet]. España: Topqualitydent [Citado el 18 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3QRpDjZ>
37. Jeevanandan G, Sagareeka G, Arthilakshmi. Kedo file system for root canal preparation in primary teeth. Ind Jour Dent Resea [Internet]. 2019 [Citado el 4 de octubre de 2022];30(4):622-624. Disponible en: <https://bit.ly/3CgO44X>
38. Ríos J. Instrumentación rotatoria en pulpectomías de molares deciduos, 2019 [Tesis de especialidad]. Perú: Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Odontología; 2019. 23 p.
39. Delgado B, Flechas D, Martínez B. Evaluación de dos sistemas de preparación endodóntica en dientes primarios realizada por estudiantes de pregrado, fase estandarización de técnica diafanización [Internet]. Bogotá-Colombia, Universidad del bosque, Facultad de Odontología; 2019. [Citado el 14 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3QVieA2>
40. Mamani C, Padilla C, Barreda S. Técnicas rotatoria y convencional para pulpectomías y su efecto en el tiempo operatorio y ansiedad en preescolares. Rev Oac Uc Cuen [Internet]. 2018 [Citado el 15 de septiembre de 2022];(3)3:5-8. Disponible en: <https://bit.ly/3BQ16rh>
41. Mata D. Protocolo del uso de limas Protaper manuales en dientes unirradiculares, en pacientes atendidos en la facultad piloto de odontología en la clínica integral del adulto, periodo 2014-2015, 2015 [Tesis de licenciatura]. Ecuador: Universidad estatal de Guayaquil, Facultad piloto de Odontología; 2015. 76 p.
42. Dentsplay Sirona [Internet]. EUA: Dentsplay Sirona [Citado el 7 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3eb51Gh>
43. González K. Eficacia de la instrumentación manual con limas Kedo-SH en molares temporales in vitro y caso clínico, 2020 [Tesis de especialidad]. México: Universidad Autónoma de Baja California; 2020. 88 p.



44. Topqualitydent [Internet]. España: Topqualitydent [Citado el 29 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3QRpDjZ>
45. Wall S, Maureira S, Madrid C, Antini C. Rotary instrumentation compared to manual instrumentation for endodontic treatment in permanent teeth. Inter Jour Dent [Internet]. 2021 [Citado el 21 de septiembre de 2022];14(1):67-72. Disponible en: <https://bit.ly/3SiNZ7m>
46. Barr E, Kleier D, Barr N. Use of nickel-titanium files for root canal preparation in primary teeth. Pedia Dent Jour [Internet]. 2000 [Citado el 21 de septiembre de 2022];22(1). Disponible en: <https://bit.ly/3C1g5Pp>
47. Fanta Dental. AF Baby Rotatory. Fanta Dental materials México, catálogo. 2022. [Citado el 22 de septiembre de 2022].
48. Fanta Dental. Endodontics Products Catalogue. Fanta Dental materials, catálogo. 2020. [Citado el 23 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3dAYfJp>
49. Rogin Dental. Rogin kids files blue. Shenzen Rogin Medical, catalogue. [Citado el 23 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3BLV5uG>
50. Mosayhuate R, Rossmery L, Torres L, Chein V, Sylvia A, et al. Endodoncia rotacional en dientes temporales. Rev Vis Dent [Internet]. 2017 [Citado el 18 de septiembre de 2022];21(1). Disponible en: <https://bit.ly/3f0x0lu>
51. Ramos G, Márquez P, Ruíz M, Butrón G, Rosales M, Hernández M. Tratamiento endodóntico de dientes temporales con instrumentos rotatorios. Reporte de un caso. Rev Amop [Internet]. 2015 [Citado el 18 de septiembre de 2022];27(1):14-18. Disponible en: <https://bit.ly/3drtUwT>
52. Germón S, Rufz M, Gorda V, Verdugo V, Paredes V. Reporte de un caso: Uso del sistema rotatorio Light Speed L. SX en molares temporales. Rev Oral [Internet]. 2014 [Citado el 18 de septiembre de 2022];4(47):1099-1101. Disponible en: <https://bit.ly/3RSm1Q0>
53. Valdivia R. Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica en 3 instrumentos rotatorios con tratamientos térmicos de nueva generación,



- 2020 [Tesis especialidad]. México: Universidad Autónoma de Querétaro; 2020. 58 p.
54. Lara J. Fractura por fatiga cíclica de instrumentos rotatorios en conductos curvos, 2010 [Tesis de maestría]. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2010. 83 p.
55. Meneses A, Vieyra C. Comparación de resistencia a la fractura por fatiga cíclica por flexión a diferentes angulaciones de tres sistemas mecanizados: Protaper Next, Superfile Next y NeoNiti, 2019 [Tesis de licenciatura]. Chile: Facultad de Medicina, Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo; 2019. 33 p.
56. Cervantes V, Andaracua S, De Alba R, Zavala L. Resistencia a la fatiga cíclica de dos sistemas de instrumentación de lima única en curvaturas severas. Rev Odonto Latino [Internet]. 2021 [Citado el 28 de septiembre de 2022];13(2):31-37. Disponible en: <https://bit.ly/3ChZGGn>
57. Holguín M, Santana F, Aseff E, Fuente L, Martínez M, Anaya J. Fatiga cíclica en sistemas rotatorios Endosequence, Liberator y K3: Análisis en microscopio electrónico de barrido (estudio in vitro). Rev ADM [Internet]. 2014 [Citado el 27 de octubre de 2022];71(4):178-182. Disponible en: <https://bit.ly/3gTq4xU>
58. Rodríguez M. Resistencia a la fatiga cíclica del sistema rotatorio Hyflex CM y V Taper H2 en conductos curvos, 2020 [Tesis de especialidad]. México: Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Medicina; 2020. 50 p.
59. Calderón A. Evaluación de la resistencia a la fatiga cíclica de diferentes instrumentos rotatorios: Protaper Gold, Protaper Next, Hyflex CM, Recíproc, Wave One y Wave One Gold, 2016 [Tesis de maestría]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Odontología; 2016. 111 p.