



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO**
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



DIVISIÓN UNIVERSITARIA DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“MÉTODOS APLICADOS PARA EVALUAR LA OBTURACIÓN DE
CONDUCTOS RADICULARES”**

TESINA

Para obtener el grado de Especialista en Endodoncia:

C.D. DEYANIRA GARCÍA NAVA

Asesora:

C.D.E.E. ADRIANA LUCÍA ARENAS PÉREZ

MORELIA, MICHOACÁN MÉXICO

Agosto 2016

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo principalmente a mi abuelita la cual amo, Ma. Del Carmen García Gallegos † que ahora es un ángel que me cuida desde el cielo.

A mis dos amigas, que Dios llamo para estar a su lado, a las cuales extraño y siempre estarán presentes en mi corazón Gina † y Sandy †.

A mi mamá y mi hermana las cuales amo, que han sido mi fortaleza y apoyo en la vida y que sin ellas no hubiese sido posible concluir este logro.

A mis amigos y compañeros del posgrado por hacer que todo fuera más divertido y por su amistad y apoyo brindado: Yuni, Miri, Cheli, Mari, Luis, Gio, Pureco, Sandy, Gina y Beto.

A mis amigas de vida: Alessy, Daly, Liz, Bere, Zule, Jaque, por caminar a mi lado en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por brindarme la dicha de vivir y poder culminar este proyecto profesional.

A mi familia: Mi papá Pedro García, Mi mamá Dellanira Nava, Mi hermana Jaqueline García, a mi hermano Pedro García y a mi abuelito Ruben Nava por estar siempre presente en los momentos difíciles.

A mi tía Zaira Nava la cual fue un gran apoyo para poder cumplir esta meta.

Un agradecimiento especial a mi asesora de tesis la doctora Adriana Arenas por su motivación, paciencia y orientación.

Agradezco a mis profesores del posgrado por compartir sus conocimientos y ser parte de mi formación profesional y humana.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación por ser la cuna de mi educación profesional y abrirme las puertas para seguir preparándome.

INDICE GENERAL

	PÁGINAS
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
GLOSARIO.....	9
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
1.-INTRODUCCION.....	14
2.-OBJETIVO GENERAL.....	16
3.-OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
4.-JUSTIFICACION.....	18
5.-ANTECEDENTES GENERALES.....	19
5.1 Obturación.....	19
5.2 Materiales de obturación.....	20
5.3 Nivel apical de obturación.....	24
5.4 Sellado apical.....	26
5.5 Técnicas de obturación.....	27

5.6 Método radiográfico e imagen digitalizada.....	33
5.7 Penetración por tinción.....	34
5.8 Penetración bacteriana.....	36
5.9 Radioisótopos.....	38
5.10 Filtración de fluidos.....	39
5.11 Método electroquímico.....	40
5.12 Tomografía computarizada/ CBCT.....	41
6.-ANTECEDENTES ESPECIFICOS.....	43
7.-METODOLOGIA.....	67
8.- RESULTADOS.....	68
9.-DISCUSIÓN.....	71
10.-CONCLUSIONES.....	76
11.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
TABLA I	Requisitos de Grossman sobre los materiales de obturación	22
TABLA II	Criterios respecto al límite de obturación	25
TABLA III	Técnicas de inyección Termoplástica	30
TABLA IV	Técnicas basadas en transportador de calor	30
TABLA V	Criterios de inclusión	68
TABLA VI	Metodologías analizadas	69

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
FIGURA 1	Principales funciones de la obturación del conducto radicular	20
FIGURA 2	Esquema de metodologías para evaluar la obturación	32
FIGURA 3	Diagrama descrito por Siqueira para la filtración de fluidos y bacteriana	44
FIGURA 4	Aparato usado por Gilbert para medir la filtración Bacteriana	45
FIGURA 5	Sección transversal con el grupo Thermafil a 2 mm del foramen apical	47
FIGURA 6	Sección transversal del grupo de Condensación Lateral	47
FIGURA 7	Sistema de prueba de filtración apical para el método electroquímico	48
FIGURA 8	Aparato para evaluar la filtración bacteriana modificado del descrito previamente por Siqueira	49
FIGURA 9	Imágenes de Escáneo Microscopico Confocal láser	50
FIGURA 10	Esquema del aparato utilizado por Almeida para el análisis de filtración bacteriana	51
FIGURA 11	Esquema obtenido del artículo de Almeida del porcentaje de filtración SCT que muestra el conducto obturado con Obtura y System B	51
FIGURA 12	SCT muestra el conducto obturado con Obtura II	52
FIGURA 13	Imágenes tridimensionalmente reconstruidos con Micro-CT	53
FIGURA 14	Ejemplo de secciones en serie de cada grupo a 0.5 mm del ápice	55
FIGURA 15	Ejemplo de secciones en serie de cada grupo 1 mm del ápice	56
FIGURA 16	Película oclusal con el sellador y muestras de aluminio	56
FIGURA 17	Imagen digitalizada de la radiografía de las muestras	57
FIGURA 18	Esquema de nivel de microfiltración de diferentes técnicas de obturación	58
FIGURA 19	Imagen de la penetración de sellador en los túbulos dentinarios	59
FIGURA 20	Imagen confocal de secciones usando MTA fillapex para la obturación	60
FIGURA 21	Aparato modificado para cuantificar la microfiltración del descrito por XU	62

FIGURA 22	Obturación aceptable del estudio de Labarta	63
FIGURA 23	Obturación adecuada del estudio de Labarta	63
FIGURA 24	Obturación regular del estudio de Labarta	63
FIGURA 25	Obturación Inadecuada del estudio de Labarta	64
FIGURA 26	Radiografía de un diente 21	65
FIGURA 27	Radiografía de un diente 33	65
FIGUR 28	Radiografía de la calidad de la obturación	66

GLOSARIO

Endodoncia: Rama de la odontología que se ocupa de la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades de la pulpa dentaria.

CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico. Tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente dedicado para la región dentomaxilofacial.

Cementos Selladores: Sustancia que facilita la obtención de un sellado impermeable y actúa como relleno de las irregularidades del conducto y las discrepancias entre la pared del conducto y el material de núcleo.

TAC: Tomografía Computarizada

Enfermedad apical/ periapical: Comprende las entidades inflamatorias y degenerativas de los tejidos que rodean al diente, donde las lesiones adquieren mayor tamaño y terminan por afectar al hueso alveolar.

Gutapercha: Es un polímero Orgánico natural y es el principal material usado para la Obturación de los conductos radiculares.

Infección: Término clínico que indica la contaminación, con respuesta inmunológica y daño estructural de un hospedero, causada por un microorganismo patógeno.

Inflamación: La inflamación es un proceso fisiológico, defensivo natural del organismo ante agresiones del medio, presentando signos como el dolor, calor, rubor y edema, además de pérdida de funcionalidad.

Microfiltración: Paso de fluidos, bacterias y sustancias a través de la obturación radicular, lo cual es debido a una adaptación deficiente de los materiales, a la solubilidad del cemento sellador, o a la contracción del relleno radicular durante la reacción de fraguado.

Microorganismo: Los microorganismos son aquellos seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio.

Obturación: Es la obliteración completa del espacio radicular con un material estable y atóxico que al mismo tiempo crea un sellado tridimensional para prevenir el desplazamiento de fluidos tisulares, bacterias o sus productos, a través del canal obturado hacia los tejidos perirradiculares.

Periápice: Está formado por todos los tejidos que se encuentran alrededor del ápice radicular, los cuales se encuentran íntimamente relacionados con el endodonto.

Periodontitis Apical aguda: Inflamación localizada del ligamento periodontal en la región apical por invasión de microorganismos procedentes de una pulpitis o gangrena pulpar, no supurativa.

Periodontitis Apical crónica: cuando la periodontitis aguda pasa a un estado crónico por persistencia del irritante.

Reinfección: Segunda o posterior infección en un organismo ocasionada por un mismo tipo de agente patógeno.

Sellado hermético: Que cierra perfectamente y no deja pasar el aire ni el líquido.

Radioisótopos: Formas radioactivas de elementos químicos creados mediante reacciones nucleares.

Penetración por tinción: Es el uso de tintes para evaluar la filtración apical in vitro se utiliza con frecuencia, ya que indica el espacio que queda entre la obturación y la pared del conducto.

Filtración de fluidos: Es el modelo experimental de transporte de fluidos, es un método bien establecido, ha sido ampliamente utilizado para medir la capacidad de sellado de varios materiales de obturación, ex vivo.

Filtración bacteriana: es una técnica cualitativa que se asemeja a la situación clínica por la utilización de bacterias que hacen parte de la flora oral.

RESUMEN

La obturación en endodoncia consiste en el reemplazo del contenido del sistema de conductos radiculares por materiales inertes y biocompatibles que lo ocupan tridimensionalmente formando una barrera hermética frente a microorganismos, fluidos y toxinas. Numerosas técnicas y materiales de obturación han sido utilizadas sin que hasta ahora se haya encontrado una técnica absoluta, ni material que reúna los requisitos ideales que permitan un sellado hermético que impida la microfiltración apical, la cual es responsable del fracaso de gran parte de los tratamientos endodónticos. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de la literatura científica, relacionada con el tema de evaluación de la obturación de conductos radiculares que incluyan una descripción clara de la metodología utilizada para evaluar la calidad de la obturación, filtración apical y sellado tridimensional en los tratamientos de conductos. Se analizaron 47 artículos de revistas indexadas, incluyendo artículos originales, estudios “in vivo”, “in vitro” y de revisión, con diferentes metodologías con las cuales es posible evaluar la calidad de obturación y microfiltración apical de los tratamientos endodónticos. Los resultados obtenidos en los estudios analizados sobre la capacidad de sellado tridimensional de los materiales de obturación del conducto radicular no arrojan conclusiones firmes a favor de un método, técnica o material; que sellen completamente el conducto radicular e impidan la microfiltración apical.

Palabras Clave: *Endodoncia, Obturación, Microfiltración, sellado tridimensional, reinfección.*

ABSTRACT

Endodontic filling consists of replacing the contents of the root canal system inert and biocompatible materials that occupy three-dimensionally forming a tight barrier against microorganisms, fluids and toxins. Numerous techniques and filling materials have been used but until now has found an absolute technical, or material that meets the ideal conditions to ensure a tight seal to prevent the apical leakage, which is responsible for the failure of much of treatments endodontic.

The aim of this study is to conduct a review of the scientific literature related to the subject of evaluation of root canal filling to include a clear description of the methodology used to assess the quality of the filling, leakage apical and sealed tridimensional in root canals. 47 articles indexed journals were analyzed, including original articles, studies "in vivo" "in vitro" and review, with different methodologies with which it is possible to assess the quality of sealing and apical microfiltration in endodontic treatments.

The results of the studies analyzed on the ability of three-dimensional sealing materials root canal filling shed no firm conclusions in favor of a method, technical or material; that completely seal the root canal and prevent the apical leakage.

1.-INTRODUCCIÓN

La “endodoncia” se define como la rama de la odontología que se ocupa de la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades de la pulpa dentaria, con o sin complicaciones apicales (Mondragón 1995).

El objetivo más importante de la terapia de conductos es reducir al mínimo el número de microorganismos y residuos patológicos en el sistema de conductos radiculares para prevenir o tratar periodontitis apical. En 1958, Ingle señala que la clave del éxito en el tratamiento de conductos está en el cumplimiento de la Tríada endodóntica, compuesta por tres principios básicos: limpieza, conformación y obturación, el cumplimiento de estos principios nos brindara un mejor pronóstico en el tratamiento de conductos. Por lo tanto es importante realizar la etapa final que es la obturación de forma adecuada durante el tratamiento de conductos, la obturación es un paso muy importante cuyo objetivo es llenar por completo el sistema de conductos con materiales biocompatibles que proporcionen un selle hermético tridimensional, impidiendo el paso de sustancias de la cavidad oral, conducto radicular y periápice, creando un entorno favorable para la reparación de los tejidos periapicales y prevenir una posible reinfección. La literatura sostiene que la principal causa de reinfección radicular es la microfiltración por lo que se tiene que tomar en cuenta muchos parámetros y consideraciones clínicas que influyen en la filtración del tratamiento endodóntico, entre ellos, la variable anatomía del sistema de conductos, obturación y sellado del sistema de conductos, los materiales de obturación y propiedades de los mismos, técnicas de obturación y un tema muy discutido “el límite apical de la obturación”. Se sabe

que la filtración apical a través de obturaciones deficientes es responsable del 60% de los fracasos en los tratamientos endodónticos por lo que se han realizado numerosos estudios enfocados en evaluar la calidad del sellado tridimensional en el tratamiento de conductos, utilizando diferentes metodologías, los trazadores más utilizados son colorantes, radioisótopos, bacterias y sus productos, filtración de fluidos, radiográficamente, método electroquímico, Tomografía computarizada y CBCT.

2.-OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión de la Literatura Científica con el objetivo de evaluar la calidad de la obturación con diferentes métodos de evaluación identificando los artículos que ofrezcan información confiable según los resultados obtenidos y analizando cual es la metodología más eficiente para la evaluación de la obturación tridimensional del tratamiento endodóntico.

3.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Buscar en bases de datos indexadas; artículos científicos relacionados con la evaluación de la calidad de la obturación tridimensional en tratamientos del conductos.
- 2.- Identificar las metodologías que se utilizan para evaluar la calidad de la obturación así como el sellado apical de la obturación.
- 3.-Determinar que metodología es más confiable para evaluar el sellado tridimensional en la obturación endodóntica.
- 4.- Analizar los diferentes artículos para así establecer si existe o no correlación de los resultados entre las diferentes metodologías que evalúan la calidad de la obturación y la microfiltración apical, con relación a las condiciones clínicas.

4.-JUSTIFICACIÓN

El objetivo de la obturación consiste en el reemplazo tridimensional del contenido del sistema de conductos radiculares por materiales inertes y biocompatibles y la creación de un sello apical creando una barrera sólida frente a los microorganismos y toxinas evitando la microfiltración apical que según Ingle ocupa el 60% de los fracasos en los tratamientos endodónticos, para dicho problema se han desarrollado diferentes técnicas que evalúan el grado de filtración apical pero hasta la fecha ninguna ha logrado cumplir con todos los parámetros, además de que las pruebas de filtración en endodoncia son difíciles de estandarizar, lo que lleva a resultados que son complejos de reproducir y comparar, por lo que se ha decidido realizar una revisión bibliográfica que muestre las diferentes metodologías utilizadas para evaluar el sellado tridimensional y la calidad de la obturación en los tratamientos de conductos, efectividad de las técnicas utilizadas y un método que replique adecuadamente las condiciones clínicas encontradas en el medio ambiente oral y que arroje resultados cercanos a la realidad.

5.-ANTECEDENTES GENERALES

5.1 OBTURACIÓN

El objetivo más importante de la terapia de conductos es reducir al mínimo el número de microorganismos y residuos patológicos en el sistema de conducto radicular para prevenir o tratar periodontitis apical (Wallace 2005). La obturación consiste en el reemplazo del contenido del sistema de conductos radiculares por materiales inertes y biocompatibles que lo ocupan tridimensionalmente formando una barrera sólida frente a microorganismos y toxinas (Bascones 1998). La obturación tiene como objetivos; eliminar todas las rutas de filtración desde la cavidad o los tejidos perirradiculares hacia el conducto radicular, sellar dentro del sistema todos los irritantes que no sea posible eliminar por completo durante los procedimientos de limpieza y remodelado del conducto (Cohen, Vias de la pulpa 2008). Un objetivo de la obturación es facilitar la cicatrización y reparación periapical, por lo que, la falta de eliminación de los factores etiológicos (microorganismos, toxinas y metabolitos) y una obturación deficiente son la principal causa de fracaso en los tratamientos de conductos. Según Cohen, el remodelado del conducto facilitara la irrigación y obturación en sus tres dimensiones (Cohen, 2008). Considerando la variable anatomía macroscópica y microscópica de los conductos radiculares, se califica a la obturación radicular como una de las etapas más difíciles dentro del tratamiento de conductos, (Mondragón, 1995).

En 1968 Seltzer y *col.* Controlaron conductos instrumentados de monos y humanos a los cuales no se les realizó obturación radicular y observaron reparación apical en seis meses; sin embargo a los 12 meses estas piezas mostraron inflamación periapical crónica debido a filtración por falta de material obturador (Mondragón 1995).

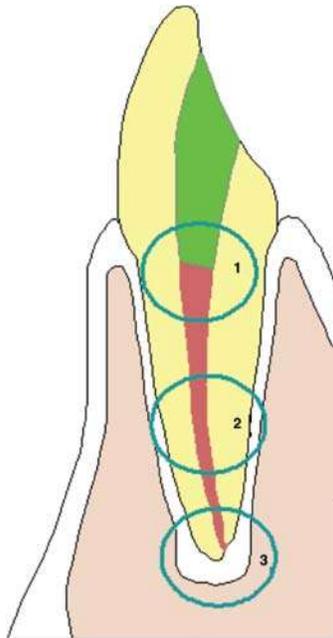


Figura1. Principales funciones de la obturación del conducto radicular: 1- Detener la filtración coronal; 2- Entumbamiento de microorganismos supervivientes; 3- Evitar la filtración apical (Orstavik 2005).

5.2 Materiales de obturación

El relleno estándar del conducto es una combinación de cemento sellador con un material de núcleo central, que hasta ahora ha sido casi exclusivamente gutapercha. Los núcleos centrales actúan como un embolo fluido en el sellador, causando que se extienda, llene los espacios y para humedecer y unirlo a la pared

de dentina instrumentada. Es el sellador el que entra en contacto con los tejidos de conducto radicular y el muñón pulpar; de ello se deduce que el sellador debe poseer muchas de las propiedades de la obturación del conducto, por ejemplo, biocompatibilidad y la capacidad de sellado (Orstavik 2005). Por lo que se considera que la calidad de obturación dependerá en gran medida de la capacidad de sellado ofrecido por el sellador, debido a que la filtración puede, ocurrir en las interfaces entre el sellador y la dentina, sellador y gutapercha y en espacios dentro del propio sellador (Moreira 2006).

Peters 1986, Wu et al. 1995 mencionan que el resultado óptimo en la obturación es maximizar el volumen del material de núcleo y minimizar la cantidad de sellador entre el núcleo y la pared del conducto (Weis 2004).

Kuttler menciona cuatro postulados que los materiales de obturación deben cumplir:

- 1.- Llenar completamente el conducto
- 2.-Llegar exactamente a la unión CDC (cementodentinaria)
- 3.-Lograr el cierre hermético en la unión cementodentinaria
- 4.-Contener un material que estimule los cementoblastos a obliterar biológicamente la porción cementaria con neocemento (Bascones 1998).

Grossman en 1988 menciona los requisitos que deben poseer los materiales para una buena obturación, los cuales se muestran en la tabla I (Bascones 1998).

REQUISITOS DE GROSSMAN SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	
1.	Se debe sellar el conducto lateral, así como apicalmente
2.	No debe contraerse después de ser colocado
3.	Debe ser impermeable a la humedad
4.	Debe ser bacteriostático o al menos no fomentar el crecimiento bacteriano
5.	Debe ser radiopaco
6.	No debe manchar la estructura dental
7.	No debe irritar el tejido periapical
8.	Debe ser estéril, o fácil de esterilizar antes de su colocación
9.	Se debe retirar fácilmente del conducto si es necesario

TABLA I. Requisitos de Grossman sobre las propiedades que deben poseer los materiales de obturación (Fuente propia)

Actualmente la gutapercha ha demostrado ser el material de elección para la obturación exitosa del conducto. Las desventajas (falta de rigidez, y adhesividad) no disminuyen sus ventajas (Cohen, Vias de la pulpa 2008).

Gutapercha

La gutapercha es el material principal usado para la Obturación de los conductos radiculares. Es un polímero Orgánico natural (polisopropeno); se presenta de diferentes formas estereoquímicas que le confieren propiedades distintas, aunque su composición química sea la misma, en endodoncia se utilizan la beta y la alfa. Otros componentes que se incluyen para mejorar las propiedades físicas son las ceras, resinas y sulfatos metálicos, que le confieren radiopacidad, además de la adición del óxido de zinc, el cual es el principal componente de los preparados comerciales de gutapercha. Los preparados comerciales de gutapercha beta son más viscosos, densos y sin adherencia a la dentina, mientras que los de

gutapercha alfa se plastifican con mayor facilidad, fluyen mejor por los conductos radiculares y con un cierto grado de adhesividad (Nancy Eraso-Martínez 2012).

La gutapercha más fluida y que se ablanda a una temperatura más baja de 37°, es la gutapercha alfa (Orstavik 2005).

Dentro de las propiedades de la gutapercha encontramos, toxicidad mínima, irritabilidad tisular escasa, menor actividad alérgica entre todos los materiales cuando se encuentra dentro del conducto radicular (Cohen, Vias de la pulpa 2008).

Composición de los conos de gutapercha (Mondragón 1995):

15% de conos de gutapercha

75% Óxido de zinc

10% ceras, colorantes, antioxidantes, opacificadores

Cementos Selladores

La gutapercha es utilizada como material de núcleo pero por si sola no proporciona un buen sellado apical por lo que se considera que el uso de los cementos selladores durante la obturación de los conductos radiculares es esencial para el éxito. Facilita la obtención de un sellado impermeable y actúa como relleno de las irregularidades del conducto (fluye) y de las discrepancias menores entre la pared del conducto y el material de relleno central (Cohen, Vias de la pulpa 2008).

Un buen sellador debe ser biocompatible y bien tolerado por los tejidos perirradiculares (Cohen, Vias de la pulpa 2008).

Propiedades de los diferentes grupos de selladores:

- Selladores a base de solventes

- selladores a base de óxido de zinc-eugenol

- Selladores a base de Ionómero de vidrio

- Selladores a base de Resina

- selladores a base de Hidróxido de calcio

- Selladores a Base de Silicona

5.3 NIVEL APICAL DE LA OBTURACIÓN

La obturación constituye un fundamento biológico y susceptible de estar condicionada a una serie de variantes. Una de ellas es el límite apical de la obturación, por lo que su localización, menciona Goldberg (1982), depende de los factores anatómicos e histológicos, estado de maduración apical y diagnóstico.

- a) Factores anatómicos e histológicos: el límite cemento-dentina-conducto (CDC), es donde se unen las dos partes del diente; la dentinaria con la cementaria dentro del conducto en que existe una verdadera constricción del mismo, este punto se considera como el nivel donde no debe sobrepasar el material de obturación. Kutler (1961), menciona que el CDC se encuentra a 0.5mm en piezas jóvenes y 0.75mm en piezas seniles y

que el diámetro de la constricción es de 224 micras en jóvenes y 210 en personas de edad avanzada. El foramen apical carece de constricción apical, su diámetro aproximado es de 502 micras. Green (1955, 1956, 1960) observó que en piezas anteriores, la desviación del foramen es del 69%, con un promedio de desplazamiento entre el foramen y el ápice de 0.3mm; en las piezas posteriores era de 50% con un promedio de desplazamiento de 0.44mm y en algunos casos llegó a ser de 2mm (Mondragón 1995), por lo que han surgido diferentes criterios respecto al límite de la obturación de conductos radiculares.

NIVEL DE OBTURACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Sobreobtusión	La obturación sella tridimensionalmente largo, ancho y profundo, más allá del límite CDC y el foramen apical
Subobtusión	El sellado es tridimensionalmente a lo largo, ancho, pero sin llegar al límite CDC.
Unión CDC	Con el límite de la obturación sellando tridimensionalmente a la altura de este punto
Ápice radiográfico	Llega a la zona terminal del diente en la zona radiográfica

TABLA II. Criterios respecto al límite de la obturación de conductos radiculares (Fuente propia)

- b) Estado de maduración apical: un diente con ápice inmaduro no tiene constricción apical, por lo tanto el ajuste de los materiales de obturación tiene dificultades.
- c) Diagnóstico: Goldberg (1982) cita que existen factores del estado histopatológico de la pulpa y tejidos circundantes pueden hacer variar el límite apical de la instrumentación y obturación (Mondragón 1995).

Las normas para determinar la longitud de trabajo citan con frecuencia la unión CDC o la constricción apical, como la posición ideal para los procedimientos de limpieza, remodelado y obturación. Sin embargo la literatura marca que la unión CDC es un concepto histológico y no es una posición determinable clínicamente en el conducto radicular. La unión CDC no siempre constituye la porción más estreñida del conducto en apical y la distancia desde el foramen hasta la constricción depende de varios factores, como reabsorción o depósito de cemento (Cohen, Vias de la pulpa 2008).

5.4 Sellado apical

El objetivo final de la terapia endodóntica es proporcionar una obturación del conducto radicular que evite la permeabilidad del sistema de conductos radiculares, utilizando un material no irritante que estimule la curación periapical y que evite la reinfección. Por lo tanto, la capacidad de sellado de los materiales de obturación en endodoncia es importante para prevenir la reinfección del conducto, Cohen menciona que “El sellado de la matriz en la dentina apical es esencial para el éxito del tratamiento de conductos”.

El desarrollo de un proceso patológico apical posterior a un tratamiento de conductos está relacionado a factores diversos y en primer lugar se encuentra la falla del sellado apical (R.Hilú 2009). El sellado hermético se define como “sellado contra el escape o la entrada de aire”, sin embargo en el sellado de conductos radiculares se evalúa la entrada de la filtración de fluidos, un parámetro usado con frecuencia para evaluar los materiales y técnicas de obturación. El término

correcto en endodoncia es impermeable a los fluidos y bacterias (Cohen, Vías de la pulpa 2008). Por lo tanto sellado del sistema de conductos radiculares completa las etapas fundamentales para el éxito endodóncico, este hecho fortalece el concepto de eliminar el espacio vacío en el interior del diente y con ello se desarrolla una significativa oportunidad de reparación tisular favoreciendo la osteogénesis, reestructuración del LP y reintegración de la lámina dura (Bottino 2008).

Kersten Y Moorer en 1989, mencionan que una aproximación más estrecha entre gutapercha y la pared del conducto limitan o restringen el paso de microorganismos y sus subproductos responsables de la enfermedad periapical Aunque los cementos mejoran la capacidad de sellado del relleno de los espacios residuales (Hata et al. 1992), y unión a la dentina (Najar et al. 2003), Peters 1986, Wu en 1995, menciona que el óptimo resultado en la obturación es maximizar el volumen del material de núcleo y minimizar la cantidad de sellador entre el núcleo inerte y la pared del conducto) (Weis, 2004).

5.5 Técnicas de obturación

El término compactar se define como “colocarlos juntos firmemente” refleja lo que sucede durante la obturación del conducto radicular (Cohen, Vías de la pulpa 2008).

Dos elementos importantes deben ser considerados al juzgar la evaluación de la obturación total del sistema de conductos radiculares: 1. La imposibilidad de saber con certeza si el vértice ha sido sellado en un procedimiento no quirúrgico; 2. La

existencia de numerosos conductos accesorios, muchos de los cuales contienen un gran potencial para la producción de los abscesos (Shilder 2006).

La técnica de condensación lateral ha sido ampliamente estudiada y es tomada como parámetro de referencia para la evaluación de otras técnicas de obturación. Sin embargo, existe controversia sobre qué técnica de obturación presenta menor microfiltración, teniendo en cuenta aspectos como: tiempo de evaluación, método para medir la microfiltración y el uso de un cemento sellador.

Muchas técnicas de obturación de conductos radiculares se han desarrollado con el objetivo de lograr una obturación total del conducto radicular. La mayoría de las técnicas empleadas actualmente utilizan un núcleo de gutapercha y un cemento sellador (Shilder 2006).

A. Compactación lateral: un cono maestro correspondiente al calibre del tamaño final de la instrumentación y a la longitud del conducto recubierto con sellador es insertado en el conducto y es compactado lateralmente con espaciadores y rellenado con conos accesorios adicionales, con el inconveniente que no rellena todas las irregularidades del conducto en comparación con la técnica vertical caliente.

B. Compactación vertical caliente: Schilder introdujo la compactación vertical caliente como un método para obturar el espacio radicular en tres dimensiones. Los requisitos de preparación para esta técnica incluyen obtención de un conducto en embudo con conicidad progresiva y mantener el foramen apical lo más pequeño posible. Un cono maestro correspondiente al tamaño final de la

instrumentación y de la longitud del conducto es colocado recubierto con sellador, es calentado y compactado verticalmente con atacadores, hasta que el segmento de los 3-4 mm apicales del conducto es obturado. El tercio medio y coronal del conducto radicular es obturado de apical a coronario usando trozos de gutapercha caliente.

C. Onda Continua: es una variación de la compactación vertical. La onda continua es esencialmente compactación vertical del material de relleno y sellador en la porción apical del conducto radicular usando dispositivos comercialmente disponibles como el System B y la unidad de obturación Elements y luego se realiza la obturación de la porción remanente del conducto radicular usando dispositivos de inyección como el Obtura II.

D. Compactación Lateral caliente: La técnica de compactación lateral caliente consiste en adaptar un cono maestro de la misma forma que en la compactación lateral tradicional, compactado lateralmente con espaciadores calientes (Endotec II) y en el conducto se introduce un espaciador sin calentar para asegurar la adaptación, después es llenado con conos accesorios adicionales y el proceso continúa hasta que se obtura el conducto totalmente. Algunos dispositivos usan vibración además del espaciador caliente. Esta técnica en comparación con las técnicas termoplástica permite controlar la longitud, además de una capacidad estadísticamente significativamente mejor en comparación con la técnica de compactación lateral en frío para reproducir artificialmente las irregularidades del conducto radicular.

E. Técnicas de inyección Termoplástica: Basado en el calentamiento de gutapercha fuera del diente, seguida por la inyección del material en el conducto, es una variación adicional de las técnicas termoplásticas.

Técnicas de Inyección Termoplástica	Características
Obtura III	Consiste en una «pistola», que contiene una cámara rodeada por un elemento calefactor, en la que se cargan los gránulos de gutapercha y se conectan agujas de plata para introducir el material termoplastificado en el conducto
Ultrafil 3D	Técnica de inyección de gutapercha termoplástica, se compone de cánulas para gutapercha, una fuente de calor y una jeringa de inyección
Calamus	Dispositivo equipado con un sistema de cartuchos con agujas, permite controlar la temperatura y también la velocidad de flujo además pueden usarse atacadores
Elements	Fuente de calor System B y un atacador, además de pistola para liberar gutapercha termoplástica o RealSeal
GuttaFlow	Consiste en una matriz fría y fluida de polidimetilsiloxano rellena de gutapercha triturada finamente. La técnica consiste en inyectar el material en el conducto y colocar un cono maestro a la longitud
HotShot	Unidad es inalámbrica, puede utilizarse con gutapercha o Resilon (agujas de calibre 20, 23,25)

TABLA III. Características de las técnicas de obturación basadas en Inyección termoplástica (Fuente propia)

F. Basados en transportadores de calor: La gutapercha caliente presentada en un transportador plástico es llevada directamente al conducto como obturación del mismo.

Técnicas Basadas en transportador De calor	Características
SimpliFill	Consiste en la adaptación de un transportador coincidente con la lima rotatoria maestra apical LightSpeed hasta 1-3 mm de la longitud preparada
Successfil	Sistema con núcleo transportador que va asociado con el Ultrafil 3D, sin embargo, la gutapercha empleada en esta técnica se presenta en una jeringa

TABLA IV. Características de las técnicas basadas en transportador de calor (Fuente propia)

G. Termomecánica: Un cono de gutapercha recubierto con sellador es colocado en el conducto radicular, es enganchado con un instrumento rotatorio que por fricción lo calienta, lo plastifica y lo compacta en el interior del conducto pero de rotación inversa.

H. Técnica híbrida o de Tagger: Utiliza la compactación termomecánica después de obturar la porción apical del conducto con la técnica de condensación lateral, combinando así lo mejor de ambas técnicas porque evita el desplazamiento de la gutapercha plastificada hacia los tejidos periapicales, permitiendo que la gutapercha en estado plástico llene completamente la luz del conducto evitando las filtraciones a nivel apical como también a nivel de los conducto laterales (Cohen, Vias de la Pulpa 2010, Labarta 2015).

Ingle y Bakland señalan que el 60% de los fracasos en los tratamientos de conductos es la obturación incompleta del conducto radicular que conlleva a la microfiltración. La microfiltración se define como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre diente y el material de restauración o relleno (Muliyar 2014) por lo que es deseable el perfecto sellado apical y coronal para evitar microfiltración bacteriana y sus subproductos así como de fluidos, que conducen a la reinfección del conducto radicular. Principalmente ocurre en el punto anatómico conocido como foramen apical, pero debido a la variable anatomía de los conductos puede suceder en menor porcentaje en los conductos laterales o deltas apicales. De esta forma, los líquidos tisulares o proteínas plasmáticas se filtran y después se degradan a químicos irritantes que pueden difundirse hacia los tejidos periapicales. Otra posibilidad de fracaso es que los

líquidos del tejido periradicular proporcionen un medio de crecimiento para las bacterias remanentes en el espacio del conducto radicular, haciendo que proliferen y regresen a los tejidos periapicales en donde causarán inflamación o persistirán (Nancy Eraso-Martínez 2012). Numerosas técnicas han sido empleadas para evaluar in vitro el paso de bacterias, sustancias químicas y fluidos entre la superficie radicular y el material de obturación, entre las cuales se encuentra la penetración por tinción, penetración bacteriana, radioisótopos, método electroquímico y filtración de fluidos, radiografías e imagen digitalizada.

MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES:

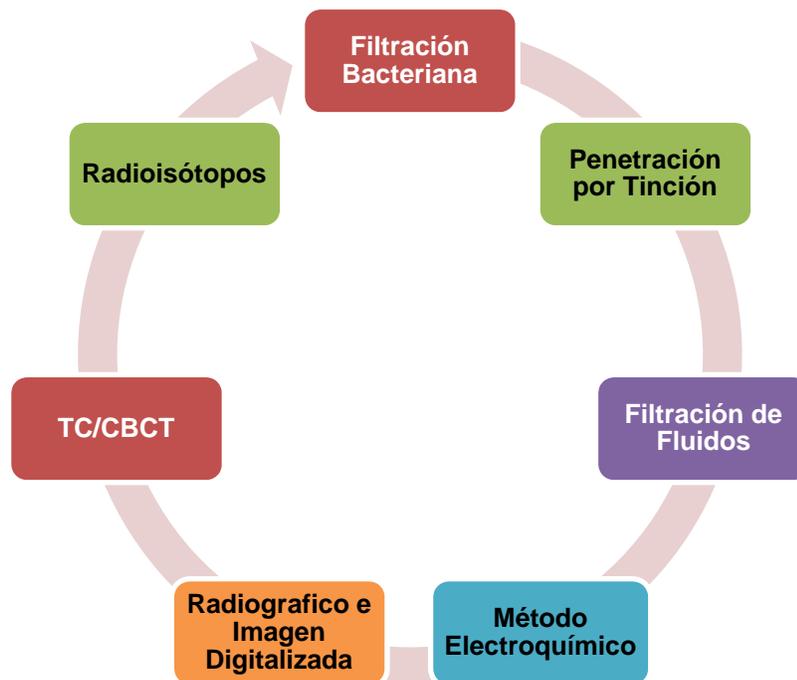


Figura 2. Esquema de metodologías para evaluar la obturación (Fuente propia)

5.6 Método radiográfico e imagen digitalizada

Clínicamente se puede evaluar la calidad de obturación de conductos radiculares por medio de radiografías convencionales, estas presentan la limitante de revelar datos bidimensionales en un cuerpo tridimensional, por lo que en 1934 Ziedeses des Plantes desarrollo el método de radiografías escaneadas para mejorar el análisis tridimensional, que consistía en radiografías convencionales escaneadas las cuales por medio de un programa que permite hacer modificaciones y observar otras perspectivas de matices de grises, para mejorar la identificación de los detalles más grandes (Enrique Basrani, 2003). Más tarde Francis Mouyen en 1980, desarrolla el sistema de Radiovisiografía (RVG), que consiste en la digitalización de una radiación ionizante. De esta forma podemos clasificar las radiografías digitales como:

1.-Radiografía digital directa (radiovisiografo): que consiste en la digitalización de una radiación ionizante que funciona con sensores fotosensibles similares a los de las cámaras fotográficas digitales, emplea como receptor de rayos X un captador rígido conectado a un cable a través del cual la información captada por el receptor es enviada al ordenador, el cual no requiere ningún tipo de escaneado tras la exposición a los rayos X, sino que el propio sistema realiza automáticamente la obtención de la imagen.

2.-Radiografía digital indirecta: donde la imagen es capturada de forma analógica en una placa de fósforo fotoestimulable y convertida a digital tras su procesado o escaneado (Petrelli 2006).

Las cuales presentan varias ventajas como mejor potencial analítico tridimensional y reducción de más del 90% del tiempo de exposición y eliminación del procesamiento. Sin embargo dentro de sus desventajas encontramos una reducción en la calidad de las imágenes comparadas con las radiografías convencionales en relación con los detalles finos. Actualmente la “evaluación radiográfica” es el método clínico más utilizado para evaluar la calidad de obturación de conductos radiculares, basada en la observación radiográfica bidimensional y tridimensional observando: La longitud adecuada de obturación, densidad radiográfica, homogeneidad, y espacios vacíos. De igual manera nos revela los errores de procedimiento que pueden conducir a un fracaso endodóntico por microfiltración, separación de instrumentos, sobreobturación, subobturación, sobreextensión, presencia de vacíos (RAZAVIAN, 2014).

5.7 Penetración por tinción

La técnica de penetración de colorantes fue publicada por Grossman en 1939, y es tal vez el más utilizado, sobre todo porque es fácil de realizar, por su sensibilidad, facilidad de uso y conveniencia. Dentro de los colorantes más usados se consideran; eosina, azul de metileno y tinta china. Sin embargo su validez ha sido frecuentemente cuestionada por el posible efecto del atrapamiento de burbujas de aire dentro del conducto que pudieran impedir el ingreso de las soluciones colorantes, sobre todo en la prueba de penetración pasiva del colorante, por lo que es necesario quitar todas las burbujas de aire atrapado en los conductos radiculares mediante el uso de un sistema de vacío antes de la prueba de penetración apical del colorante. La extracción de colorante cuantitativa ha sido

desarrollada para la evaluación de la filtración apical de obturación del conducto radicular, el método consiste en la extracción del colorante penetrado en los dientes y se desmineralizan con ácido y un análisis espectrofotométrico de la concentración del colorante. El fenómeno de capilaridad es de suma importancia en el método pasivo utilizado principalmente para evaluar las filtraciones apicales, la técnica consiste en sumergir el ápice del diente en el colorante que penetra a través de cualquier espacio entre las paredes del conducto y el material de relleno, los dientes se seccionan longitudinalmente, transversalmente, se aclaran y la penetración lineal del colorante se registra. Este método ha sido cuestionado porque al utilizar la técnica de seccionamiento transversal, algo de la estructura del diente se pierde durante cada corte y esto podría afectar la precisión de los resultados ya que la pérdida de la estructura dental está en la misma dirección que la dirección de la penetración del colorante, otra alternativa es la técnica de sección longitudinal permite el examen del material de relleno expuesto y cualquier penetración del colorante en el material y en la interfaz de la pared dentinaria (Moreira 2006), Limkangwalmongkol 1992, Kqiku 2011).

Al utilizar los colorantes, se deben tener en cuenta algunos aspectos que pudieran arrojar resultados poco confiables como el tamaño molecular, el pH, la reactividad química, la tensión superficial y la afinidad con los tejidos dentarios. Molecularmente no debe ser muy pequeño, ya que los resultados de penetración serán mayores de lo que realmente penetran las bacterias. El pH no debe ser ácido porque puede producir un efecto desmineralizante que ayuda a la penetración del colorante. La tensión superficial es un punto controversial, puesto

que de ser muy baja, la penetración sería mayor. La tinta china es el colorante más utilizado ya que cumple con varios requisitos: estable, pH neutro, molécula grande y tensión superficial alta (Nancy Eraso-Martínez 2012). El colorante azul de metileno permite la fácil medición cuantitativa de la magnitud de penetración del colorante por medio de técnicas de medición lineal. Su tamaño molecular es similar a la de subproductos bacterianos tales como ácido butírico, que puede filtrarse de los conductos radiculares infectados e irritar los tejidos periapicales (Oliver 2001).

El método de extracción de colorante proporciona resultados más fiables porque mide cuantitativamente la totalidad del colorante absorbido en la muestra. (De-Deus 2008), los dientes se disuelven en ácidos que liberan todo el colorante de la interfaz y la densidad óptica de la solución se mide mediante un espectrofotómetro (Moreira 2006) y se evita el riesgo de errores por pérdida de tejido y colorante.

5.8 Penetración bacteriana

El objetivo principal de la terapia endodóntica es el sellado apical tridimensional y correcto sellado coronal, que evite el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el diente y el material de relleno. Se sabe que la principal causa de fracaso en los tratamientos de endodoncia se debe a una contaminación bacteriana o de productos bacterianos del conducto radicular que pueden iniciar o reactivar el proceso inflamatorio. La “filtración bacteriana” es a nivel de micras, por lo que es clínicamente indetectable (Mulyar 2014), (Cortes 2014).

Las pruebas de penetración de microorganismos y penetración de saliva artificial pueden proporcionar información más precisa en situaciones clínicas y biológicas que la penetración de colorante o la penetración de isótopos para el estudio de las filtraciones en vivo (Mahmoud Torabinejad 1990), sin embargo los resultados pueden variar según la especie bacteriana empleada en el estudio, y necesitan al igual que en el método de filtración de fluidos, largos periodos de observación y el número de bacterias no se pueden cuantificar.

La técnica de filtración bacteriana descrita por Siqueira consiste en seleccionar los dientes humanos con conductos radiculares únicos, después de la instrumentación y obturación, además utilizando controles positivos y negativos, se estandariza la longitud de raíz a 10mm. Se utiliza un aparato de dos cámaras para evaluar la filtración de saliva que consiste en tubos de vidrio con tapón de goma ajustados para su uso en este experimento. Mediante el uso de un instrumento caliente, se realiza un orificio en el centro de cada tapón de goma donde se insertó cada diente bajo presión hasta la unión cemento-esmalte, de manera que su corona estaba fuera del vial y su raíz dentro del vial. Los cilindros preparados a partir de jeringas de plástico de 10 ml fueron adaptados en la superficie exterior de los tapones para crear una cámara alrededor de la corona del diente. Los frascos de vidrio se llenaron con infusión cerebro-corazón y 2 mm del ápice radicular se sumerge en el caldo. El aparato de ensayo se esterilizó en gas de óxido de etileno y se aplicó cianoacrilato en la interfaz entre el diente y el tapón. Para asegurar la esterilización, se observa que no haya crecimiento bacteriano y el aparato se incubó a 37 ° C durante 4 días. La cámara de cada

aparato entero se llenó con 3 ml de la saliva humana y se mezclaron en caldo BHI en una relación 3: 1 (v / v). Todo el aparato se incubó a 37 ° C y se comprueba diariamente la aparición de turbidez en el caldo BHI durante 60 días y el número de días que le tomó a la aparición de crecimiento bacteriano es indicativo de la recontaminación total del conducto radicular de bacterias de la saliva.

Muchas cepas bacterianas han sido utilizadas para evaluar la filtración, pero los resultados son a menudo contradictorios, probablemente porque depende de la cepa bacteriana utilizada.

5.9 Radioisótopos

Los isótopos radiactivos son formas radioactivas de elementos químicos creados mediante reacciones nucleares para evaluaciones de permeabilidad dentinaria radicular en odontología (Salgado 2012). Son indicadores de intercambio iónico, de difusión, o el metabolismo dentro de los tejidos en lugar de indicadores de la verdadera filtración (Mahmoud Torabinejad 1990).

El método de radioisótopos permite un análisis cuantitativo de la microfiltración radicular. Basado en la penetración de un isótopo marcado radiactivamente a lo largo de la interfaz entre el material de obturación del conducto y de la pared radicular, que luego se detectan y cuantifican con un contador gamma. Se han utilizado varios marcadores para estudiar la microfiltración, ya que son moléculas pequeñas y pueden difundirse con facilidad, sin embargo el marcador más utilizado es la Lisozima 125 I que es una molécula muy estable e hidrófoba, pequeña (4.5 × 3.0 × 3.0 nm) y con un peso molecular bajo de 14.600 Da.

La técnica consiste en: después de instrumentar y obturar las muestras son almacenadas durante 48 horas a 37 ° C en un ambiente húmedo para permitir que el sellador se establezca y para evitar la filtración se aplican dos capas de esmalte de uñas a la superficie de cada raíz dejando libres 1 mm en el ápice de manera que el trazador sólo podía penetrar en el conducto a través de la región apical, además usando controles positivos (sin sellador) y negativos (sin obturar y recubierto totalmente de barniz de uñas) se utiliza un trazador radiactivo como ¹²⁵I combinado con lisozima a una concentración de 20 mg / 100 ml. La concentración de esta solución se determinó usando valores de absorbancia de proteína por espectrofotometría y la radiactividad usando un contador gamma, permitiendo que las muestras se descongelen y con fosfato se diluye con solución salina amortiguada a una concentración de 20 mg / 100 ml para el experimento. Para la inmersión de las muestras se llevó a cabo en una jeringa modificada de la cual el extremo se elimina y la cámara se encierra en una lámina de plomo para limitar la ionización de la solución radiactiva, los dientes fueron montados por su parte coronal en tubos transparentes unidos a los pistones de las jeringas. Este equipo permite que cada raíz se sumerja hasta a 2 mm desde el vértice en solución radiactiva y se almacenaron en la solución durante el tiempo asignado a una temperatura de 23 ° C para limitar la evaporación (Youssef 1999)

5.10 Filtración de fluidos

Se sugiere que la percolación de fluidos periapicales hacia el conducto incompletamente obturado es la principal causa de fracaso en la terapia endodóntica, debido a la falta de sellado apical (Cortes 2014).

El sistema de filtración de fluidos fue descrito por Derkson en 1986 y modificado por Wu en 1993 para estudios de filtraciones endodónticas. Una ventaja importante del método es la capacidad de medir la microfiltración sin la destrucción o modificación de las muestras radiculares y el método utiliza presión positiva para ayudar a descartar problemas causados por el aire atrapado o líquido que puede sesgar los resultados en estudios de penetración del colorante (Cobankara 2002).

El principio de las pruebas de transporte de fluidos es que el fluido penetra a través de los espacios entre el material de obturación y la pared de dentina en un conducto radicular, bajo presión comienza a fluir. Este flujo de fluido conduce a un desplazamiento de una burbuja de aire en el interior de un capilar de vidrio conectado a un tubo y guardando el desplazamiento lineal de la burbuja de aire, la cantidad de filtración (en volumen / tiempo) se puede medir (Ozok 2013).

5.11 Método electroquímico

El método electroquímico es una prueba para medir la microfiltración y fue descrita por Jacobson y Von Fraunhofer, el cual consiste en el principio de que la corriente eléctrica fluirá entre dos piezas de metal cuando ambas son sumergidas en un electrolito y son conectadas a una fuente de poder externa, es decir que la corriente fluye solo cuando la filtración se produce y por lo tanto la ruta electrolítica continua queda establecida (Caballero-García 2009).

5.12 Tomografía Computarizada/ Cone Beam (CBCT)

El uso de estudios imagenológicos es importante para el manejo de problemas endodónticos, sin embargo las imágenes proporcionadas por las radiografías convencionales nos brindan información limitada ya que sólo es la representación bidimensional de estructuras tridimensionales y a esto se suma la superposición de estructuras anatómicas adyacentes. En las últimas dos décadas se ha aumentado el uso de la TAC en odontología, sin embargo la dosis alta de radiación, el costo, la disponibilidad, la mala resolución y la dificultad en la interpretación han dado como resultado un uso limitado de CT imágenes en endodoncia, se utiliza más en traumatismos craneocefálicos, cirugía de reconstrucción facial, cirugía Ortognática, implantes dentales y extracciones complicadas. El uso del CONE BEAM (CBCT) (haz cónico) representan el desarrollo tecnológico de un tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente dedicado para la región dentomaxilofacial y aplicado a la endodoncia está dando muchos beneficios tales como la evaluación de la anatomía del conducto radicular, la evaluación de la morfología del conducto después de la instrumentación, reconstrucción 3D de la obturación del conducto radicular, diagnosticar reabsorciones radiculares en las diferentes superficies y tercios radiculares, periodontitis apical en estadios iniciales, fracturas radiculares verticales y horizontales, perforaciones radiculares, identificación de instrumentos separados, mediciones volumétricas de obturaciones del conducto radicular además de ser un método rápido, de alta precisión, ofreciendo evaluación tridimensional sin la necesidad seccionar las muestras que puedan dar resultados

erróneos por pérdida de material y una desventaja de este método es la dificultad de distinguir entre sellador y gutapercha (Hammad 2009, Patel 2007, Muñoz 2012).

La mayor precisión de CBCT puede resaltar las diferencias en los resultados entre alto y bajo nivel de los tratamientos de conductos que de otro modo podrían pasarse por alto por PA (Yu-Hong Liang, 2012).

6.-ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

La microfiltración es considerada la principal causa de fracasos en los tratamientos de conductos, por tal motivo el sellado apical tridimensional y la calidad de la obturación han sido evaluados con diferentes métodos y parámetros, sin embargo, no existe un método de laboratorio universalmente aceptado para su evaluación, por lo que diversos autores han realizado estudios con las diferentes metodologías que evalúan la calidad de la obturación buscando el método que proporcione la información más precisa en condiciones clínicas y biológicas con la menor cantidad de sesgos.

Youssef Haikel, compara las técnicas de obturación Thermafil, McSpadden, con la técnica de condensación lateral que ha sido la más utilizada, analizando la filtración apical cuantitativamente utilizando trazadores radiomarcados y medido por un contador gamma de lisozima, en varios periodos de inmersión 1 día, 7 días, 14 días, o 28. En los resultados se observó que en el primer día, Thermafil tiene menor filtración comparado con los otros dos grupos sobre todo en la región apical, la filtración va en aumento con el tiempo, sin embargo en las muestras observadas en el día 28 se observó menor filtración apical con la técnica de condensación lateral comparada con las otras técnicas. El control positivo mostró altos niveles de penetración de trazador desde el día 1, pero aumenta a medida que aumenta el tiempo de inmersión. Esto verificó que la penetración del trazador a través del foramen apical es posible cuando el sellador está ausente y el control negativo dio lecturas muy bajas que no aumentan con la duración de la inmersión (Haikel 2000).

Siqueira en 1999, realizó un estudio in vitro donde evaluó la filtración coronal de saliva humana y filtración bacteriana en endodoncias obturadas con técnica de condensación lateral de gutapercha utilizando selladores que contienen hidróxido de calcio, Sealapex y Sealer 26 utilizando un aparato de dos cámaras que el adaptó y saliva humana. Y en 2000 evaluó la filtración apical de saliva y filtración bacteriana con tres técnicas de obturación System B, Thermafil y condensación lateral, donde hizo una modificación del aparato que utilizó anteriormente para evaluar la filtración de saliva en coronal: Observándose a los 60 días, contaminación total en el 75% de las muestras del grupo System B, Thermafil 85% y técnicas de condensación lateral 90%. El número de días que le tomó a la aparición de crecimiento bacteriano era indicativo de la recontaminación total del conducto radicular por bacterias de la saliva (Siqueira, 1999, Siqueira J. F., 2000).

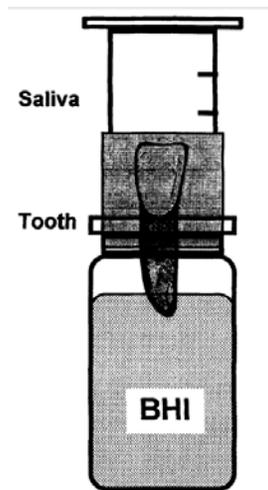


FIGURA 3. Diagrama del aparato usados por Siqueira usado en la prueba de filtración bacteriana y filtración de fluidos en coronal (J. F. Siqueira 2000).

Gilbert en 2001, menciona que la presencia de la capa de barrillo se ha postulado para ser una entrada de filtraciones y fuente de sustrato para el crecimiento y

penetración de bacterias por lo que compara las filtraciones coronales con tinta china y filtración bacteriana cuando se elimina la capa de barrillo, se compararon tres diferentes técnicas de obturación; compactación lateral, compactación vertical y Thermafil. Los dientes se sometieron en coronal con *Proteus vulgaris* por 21 días para evaluar la filtración bacteriana (observando la turbidez como indicador de filtración bacteriana) y se colocó tinta china en coronal durante otros 21 días, después los dientes se limpiaron y fueron fotografiados con un estereomicroscopio donde se calificó según la profundidad de filtraciones del colorante, obteniendo como resultados filtraciones más altas de bacterias en los dientes obturados con Thermafil y condensación lateral en comparación con la compactación vertical y no hubo diferencia estadística significativa cuando se utilizó tinta china para medir las filtraciones, por lo que se concluye que si existe correlación entre las dos técnicas para medir las microfiltraciones en la obturación (Gilbert, 2001).

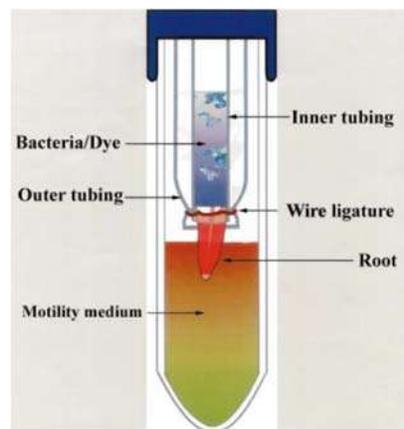


FIGURA 4. Aparato usado por Gilbert para medir la filtración Bacteriana (Gilbert 2001).

Camps en 2003, comparo el método de penetración de colorante, un método de extracción de colorante, con un método de filtración de fluidos, utilizando la técnica de condensación lateral y cuatro selladores diferentes: Pulp Canal Sealer, Sealapex, AH Plus y Ketac-Endo, con el objetivo de encontrar una correlación de los resultados con los diferentes métodos de evaluación. Obteniendo que el análisis de correlación falló al comparar los resultados de la técnica de penetración de colorante a los de la técnica de filtración de fluidos o técnica de extracción de colorantes. Sin embargo, existe una correlación estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos con la técnica de filtración de fluidos y los que se encuentran con el método de extracción de colorante: observando que Sealapex tiene mayor microfiltración comparado con los demás selladores (Jean Camps, 2003).

De-Deus en 2006, en un estudio calculó el porcentaje del área de gutapercha obturada (PGFA) en el tercio apical de conductos radiculares utilizando tres técnicas de obturación: Thermafil, System B y condensación lateral, no se utilizó sellador para evitar problemas metodológicos por el volumen del sellador, para el análisis se usó un microscopio óptico y fotomicrografías de cada superficie apical mediante secciones transversales del conducto para calcular la PGFA, obteniendo como resultados a 2mm de apical mayor área de obturación con el sistema Thermafil 98.16% en comparación con System B y condensación lateral que obtuvieron valores de 85.69% y 82.60% respectivamente, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre estos últimos. Los resultados coinciden con los obtenidos en 2002 por Gencoglu donde se observó que Thermafil produjo

significativamente áreas más altas de gutapercha obturadas en comparación con otras técnicas de obturación (De-Deus 2006).

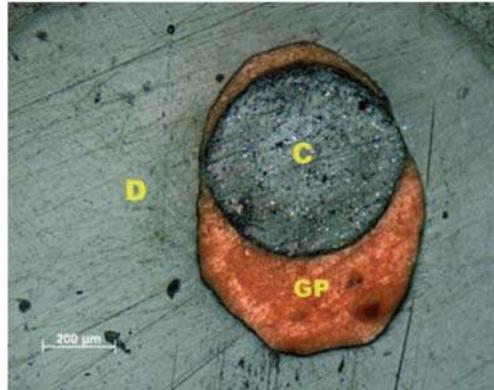


FIGURA 5. Muestra representativa de sección transversal con el grupo Thermafil a 2 mm del foramen apical (De-Deus 2006).

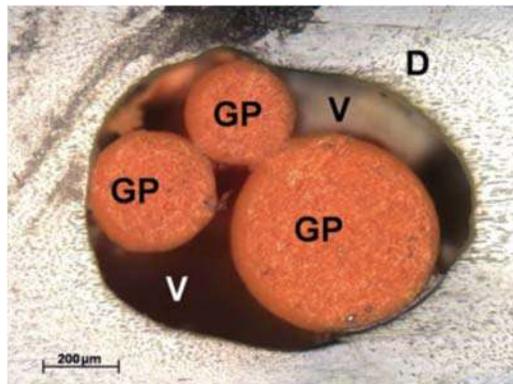


FIGURA 6. Muestra representativa de la sección transversal del grupo de Condensación Lateral a 2mm del foramen apical (De-Deus 2006).

Inan, 2007 evaluó varias técnicas de obturación Thermafil, System B y técnica de condensación lateral para medir la filtración apical cuantitativamente mediante un método electroquímico (método descrito por Jacobson y von Fraunhofer) y la capacidad de sellado apical mediante el método de filtración lineal del colorante. Durante 7 días, el grado de penetración del colorante se midió utilizando un

microscopio estereoscópico en milímetros. Dentro de los valores de filtración electroquímicos, la filtración más baja se observó el grupo de Thermafil, se observaron los valores más altos en el grupo CLC, la diferencia entre estos dos grupos fue estadísticamente significativa ($P < 0,05$). En el método lineal de penetración de colorante, los valores medios de penetración de colorante para los grupos Thermafil, System B y CLC fueron $1,45 \pm 0,94$ mm, $1,86 \pm 0,87$ mm y $2,38 \pm 0,72$ mm, respectivamente. La diferencia entre Thermafil y grupos CLC fue estadísticamente significativa ($P < 0,05$) para ambos métodos de evaluación de filtración (Inan, 2007).

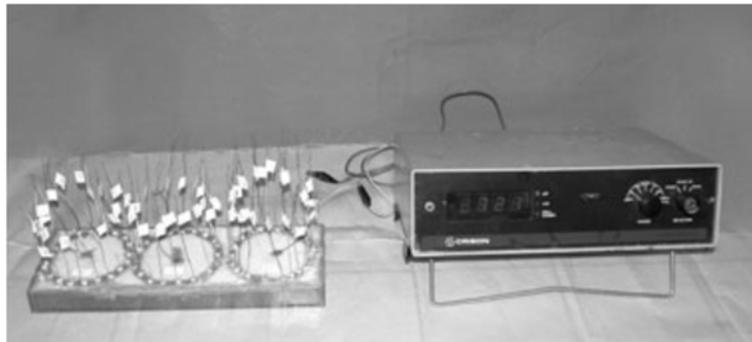


FIGURA 7. Sistema de prueba de filtración apical para el método electroquímico (Inan 2007).

De- Deus, 2007 al comparar la capacidad de sellado de cuatro diferentes selladores endodónticos AH Plus, Pulp Canal Sealer EWT, RoekoSeal y GuttaFlow, en donde utilizó un aparato modificado del descrito previamente por Siqueira y saliva, para evaluar la filtración bacteriana. Los resultados mostraron filtraciones dentro de un rango de 16-59 días. Donde se observaron mayores filtraciones a las 9 semanas en los grupos de AH Plus 30%, Pulp Canal Sealer EWT 35% en comparación con el RoekoSeal y Guttaflow 15% (De-Deus, 2007).

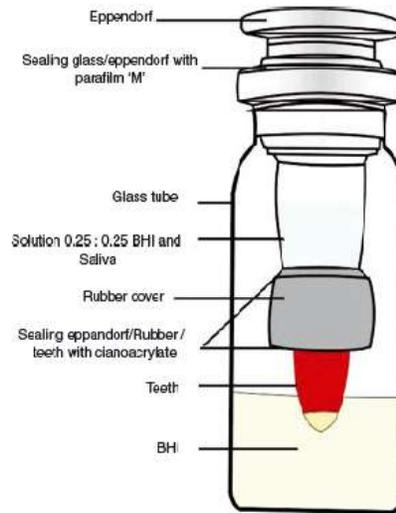


FIGURA 8. Aparato para evaluar la filtración bacteriana modificado del descrito previamente por Siqueira (G. De-Deus 2007).

Larz, menciona que el uso de una capa fina de sellador en la obturación es un factor importante para evitar la microfiltración, ya que el sellador puede penetrar en los túbulos dentinales e irregularidades del conducto, además de tener un efecto antimicrobiano, por lo que realiza un estudio donde compara la profundidad y el porcentaje de penetración del sellador en el túbulo dentinario, utilizando Sealer 26, Sealapex y Guttaflow, con rodamina fluorescente para la visualización de la profundidad de penetración y adaptación de los selladores y gutapercha con compactación lateral, las secciones se realizaron en los niveles de 3 y 5mm del foramen apical y fueron analizados por un escáner láser de microscopía confocal (CLSM) para su evaluación. Los resultados muestran que en total 46,9% de las paredes del conducto tenían sellador dentro de los túbulos de la dentina en el nivel 3 mm, observándose una mayor penetración del sellador al nivel de 5 mm y mejores resultados cuando se utilizó Guttaflow (Spångberg, 2009).

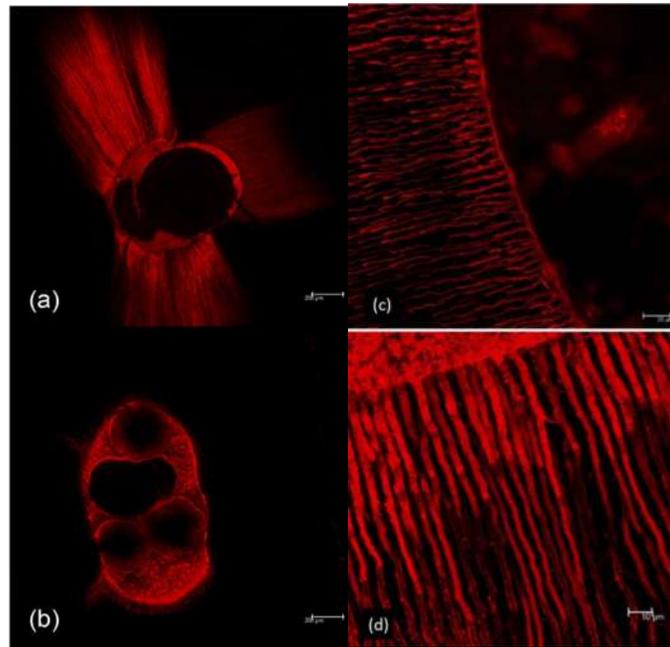


FIGURA 9. Imágenes de Escáner Microscopico Confocal laser, 5X magnificación. a) Sealer 26, b) GuttaFlow. Imágenes confocales (X 63 magnificación) que muestran las marcas del sellador que penetra en los túbulos dentinarios c) Sealapex, d) sellador 26 (Spångberg 2009).

Almeida en 2010, evalúa la capacidad de sellado de tres tipos de técnicas de obturación; técnica de condensación lateral activa de la gutapercha, técnica de condensación híbrida de la gutapercha, Guttaflow, utilizando un método de filtración bacteriana con un cultivo de *E. faecalis* debido a que son microorganismos presente en dientes tratados endodónticamente. El medio de cultivo de *E.fecalis* se controló durante 12 semanas. Observándose que no hubo diferencia significativa entre las técnicas, y durante los primeros 7 días no se observó crecimiento bacteriano, sin embargo la filtración en las tres técnicas se produjo entre los 9 días y 81 días, a partir del día 30 se observó menor filtración, la técnica híbrida presento mayor resistencia a la filtración apical de bacterias

53.3%, seguido por la técnica de condensación lateral 46.6% y la técnica con GuttaFlow 40% (Almeida, 2010).

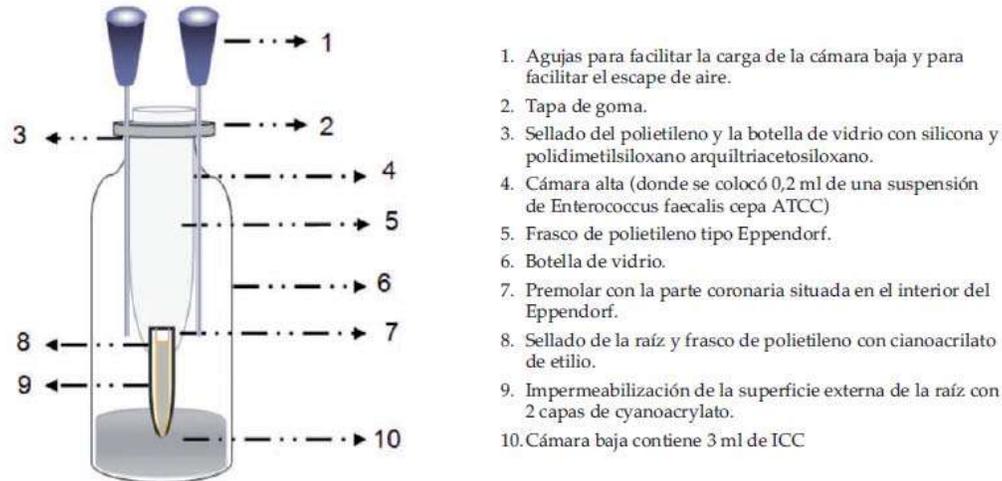


FIGURA 10. Esquema del aparato utilizado por Almeida para el análisis de filtración Bacteriana (Almeida 2010).

Filtro		Técnicas			Total
		Condensación lateral	Híbrida	GuttaFlow™	
Filtro	Sí	53,3%	46,7%	60,0%	53,3%
	No	46,7%	53,3%	40,3%	46,7%
Total		100%	100%	100%	100%

FIGURA 11. Tabla obtenida del artículo de Almeida, representa el porcentaje de filtración y no filtración con tres diferentes técnicas de obturación (Almeida 2010).

Anbu en 2010 realizó un estudio para analizar volumétricamente la eficacia de diversas técnicas de obturación de conductos radiculares utilizando un método de tomografía computarizada helicoidal (SCT), donde se calculó el porcentaje de volumen obturado, se utilizó la técnica de compactación lateral, Thermafil, Obtura

II, System B, después de la instrumentación se calculó el volumen de cada conducto por tercios, y se llevó a cabo la obturación utilizando sellador AH plus y las cuatro técnicas de obturación mencionadas, después se calculó el volumen total de gutapercha y sellador en cada conducto por tercios utilizando el SCT comparable con el volumen total del conducto. En los resultados se observó que el System B y Thermafil dieron los valores más altos de porcentaje de volumen obturado (POV) en comparación con Obtura II y compactación lateral 93.7 ± 3.6 y 93.3 ± 2.4 respectivamente, al igual que en el estudio realizado por De- Deus en 2006 donde demostró que Thermafil mostro un mayor POV utilizando un microscopio para su estudio (Anbu 2010).



Figura 12. (a) SCT muestra el conducto obturado con Obtura II. (b) SCT muestra el conducto obturado con System B. 203 x 123 mm (300 x 300 DPI) (Anbu 2010).

Metzger en 2010, realizó un estudio donde utilizó un análisis bidimensional y tridimensional con Microtomografía Computarizada (CT) para analizar cuantitativamente la calidad de la instrumentación y obturación de conductos radiculares comparando limas rotatorias de níquel-titanio y limas de autoajuste (SAF). Las muestras fueron escaneadas antes y después de la preparación

mediante el uso de un sistema de CT permitiendo la visualización y evaluación tridimensional de la calidad de las áreas no instrumentadas y áreas sin tocar durante la obturación del conducto radicular. Para calcular la superficie del conducto radicular sin tocar por el material de obturación se comparó con el porcentaje del área de la superficie del conducto radicular después de la instrumentación, observándose mejores resultados en la instrumentación y obturación con el sistema SAF observándose 17,0% de áreas sin tocar de la gutapercha comparado con un 44,6% de las limas rotatorias, existiendo una correlación entre ambos parámetros evaluados (Metzger 2010)

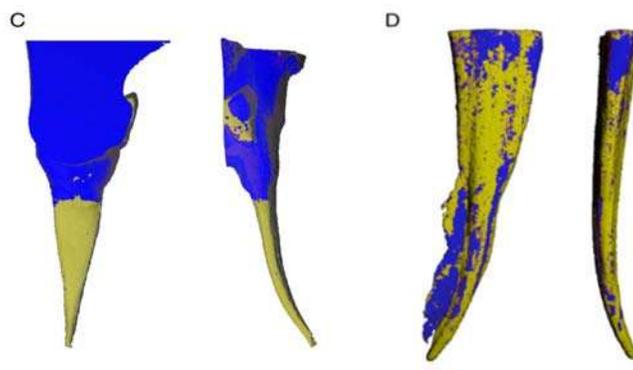


FIGURA 13. Imágenes tridimensionalmente reconstruidas con Micro-CT de la obturación de conductos. (c) Se observa buena adaptación de la obturación del conducto con el 98,1% de la pared del conducto en contacto con el material de obturación el cual fue instrumentado con el sistema SAF (d) Se observa una adaptación de la obturación del conducto radicular pobre con sólo el 68,9% de la pared del conducto radicular en contacto con el material de obturación del conducto radicular el cual fue instrumentado con limas rotatorias (amarillo: área tocada por el material de obturación) (Metzger 2010).

Kqiku, en su estudio in vitro realizado en 2011, evaluó la penetración activa contra la penetración pasiva de la microfiltración de colorante y la capacidad de sellado

apical con gutta-percha/AH Plus frente Resilon /Epiphany y usando condensación lateral y un método de extracción del colorante, con colorante azul de metileno al 2% para ambas pruebas de filtración activa y pasiva. Se evaluó el sellado apical con una prueba de penetración de colorante pasiva y activa y la absorción del colorante extraído se determinó con un espectrofotómetro. Los resultados demuestran que Resilon / Epiphany mostró menor penetración apical del colorante en comparación con el grupo de gutta-percha/AH Plus ($P < 0,05$) independientemente de la prueba utilizada. Respecto a las dos pruebas de evaluación de penetración del colorante no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las pruebas pasiva y activa para la evaluación de la microfiltración ($P = 0,805$). (Kqiku, 2011).

Oliveira en 2011 realizó un estudio con el objetivo de evaluar la filtración bacteriana en conductos obturados con varios selladores endodónticos: AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE, Sealapex, GP Activa, Endofill, y dos selladores basados en MTA: sellador Endo CPM y sellador a base de MTA. Se utilizó *Enterococcus faecalis* para el estudio y se evaluó la filtración cada 24 h durante 16 semanas, y la filtración se detectó por la turbidez del medio BHI en contacto con el ápice. De las 130 treinta muestras en 93 se observó filtración bacteriana, observándose que AH Plus y Sealapex tenían 60% y 73,3% de los casos de filtración bacteriana, con diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en comparación con GP activa, sellador Endo CPM y sellador basado en MTA 100%, 86,6%, y 92,3% de filtración bacteriana, teniendo mayor filtración bacteriana los selladores a base de MTA (Oliveira, 2011).

Luminita en 2011, evalúa la capacidad de sellado apical de tres tipos de conos maestros de gutapercha, con un diámetro apical # 30 pero con diferente conicidad (0,06-cono estandarizado , 0,08-fino mediano y 0,09- ProTaper), calculando el área obturada con gutapercha, sellador y vacíos, comparándolos con el área transversal total del conducto radicular, utilizando para la obturación sellador AH plus, técnica de obturación de onda continua (System B y Obtura III), después de la obturación se tomaron radiografías bucolinguales y mesiodistales para confirmar la calidad de la obturación y para el análisis las muestras se seccionaron a 0,5 y 1,0 mm desde el foramen apical con un microscopio óptico metalográfico, observando después de calcular los valores porcentuales de gutapercha, sellador y espacios del área de la superficie total, se observaron mayor área de vacíos en los conos finos-medianos no estandarizadas (Grupo 2) en comparación con los otros dos grupos (LUMINITA 2011).

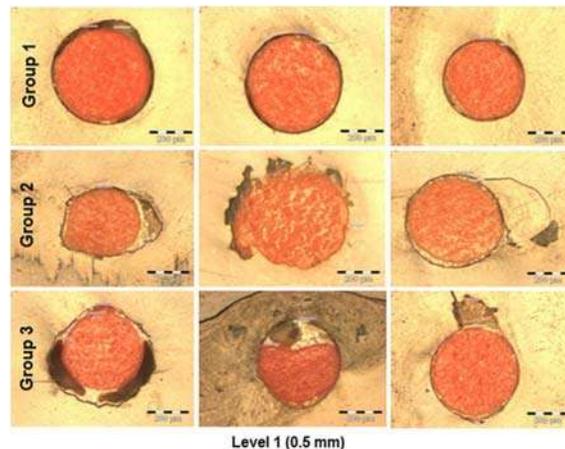


FIGURA 14. Ejemplo de secciones en serie de cada grupo a 0.5 mm del ápice (LUMINITA 2011).

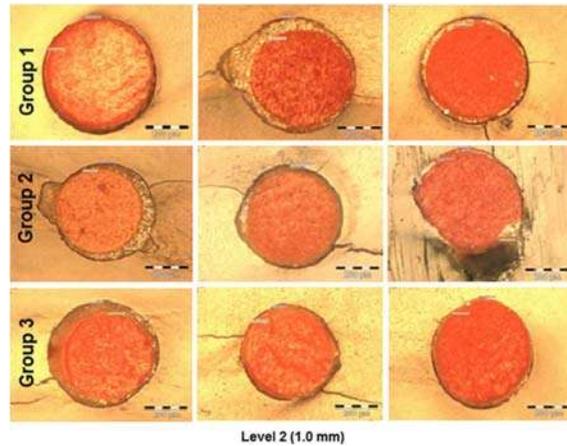


FIGURA 15. Ejemplo de secciones en serie de cada grupo 1 mm del ápice (LUMINITA 2011).

En 2011 se compara la radiopacidad del MTA Fillapex con 5 selladores endodonticos; endometasona-N, AH Plus, Acroseal, Epiphany SE y RoekoSeal, se tomaron imágenes radiográficas las cuales se digitalizaron utilizando la escala de grises. La densidad se midió con una escala de aluminio con diferentes densidades de 8-1 mm, obteniendo el porcentaje más alto de radiopacidad el sellador AH Plus (9.4 de aluminio) y el sellador MTA Fillapex obtuvo el tercer lugar (6.5 de aluminio) concluyendo que MTA Fillapex tiene un grado de radiopacidad dentro de las especificaciones descritas por la ADA (Vidotto, 2011).

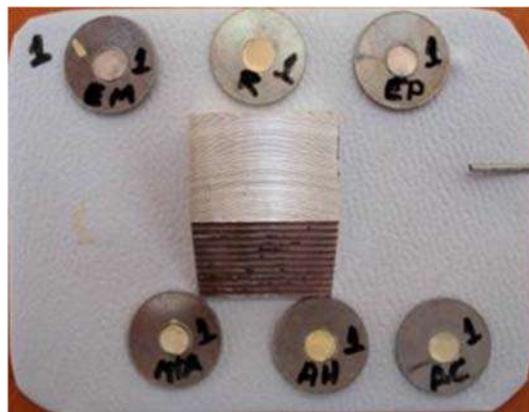


FIGURA 16. Película oclusal con el sellador y muestras de aluminio (Vidotto, 2011)

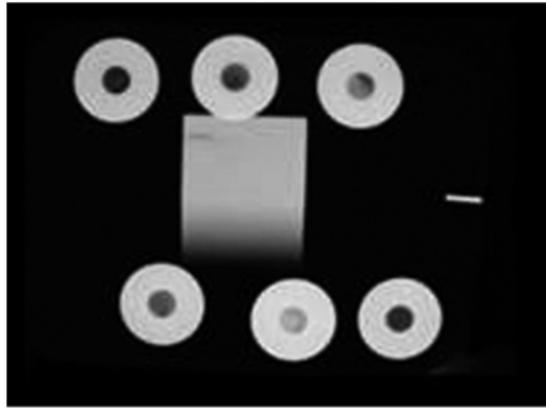


FIGURA 17. Imagen digitalizada de la radiografía de las muestras (Vidotto, 2011)

Ali Keles 2014, comparo tres diferentes técnicas de obturación para evaluar la capacidad de sellado apical en dientes con resorción interna, se utilizaron dientes sin resorción interna (NR) y dientes a los que se les creó resorción interna artificialmente (EDR), los cuales se dividieron en 6 grupos experimentales: Grupo 1- NR + condensación lateral en frío; Grupo 2, EDR + LC; Grupo 3, NR + BeeFill; Grupo 4, EDR + BeeFill; Grupo 5, NR + Thermafil; y el Grupo 6, EDR + Thermafil y usando sellador AH plus para todos los grupos, la filtración apical se midió utilizando un medidor de filtración de fluidos computarizado con un sistema láser. En el cual, el análisis reveló que se produjo mayor microfiltración en los grupos con defectos de resorción interna que en el grupo sin defectos, con diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) y observándose que la técnica con menor cantidad de microfiltración en dientes NR fue la técnica de condensación lateral, en segundo lugar BeeFill y con la técnica Thermafil se observó la mayor cantidad de microfiltración, pero al observar los dientes con EDR Thermafil demostró la menor cantidad de microfiltración y con la técnica de Condensación Lateral se observó la mayor cantidad de microfiltración 6.6% (Keles 2014).

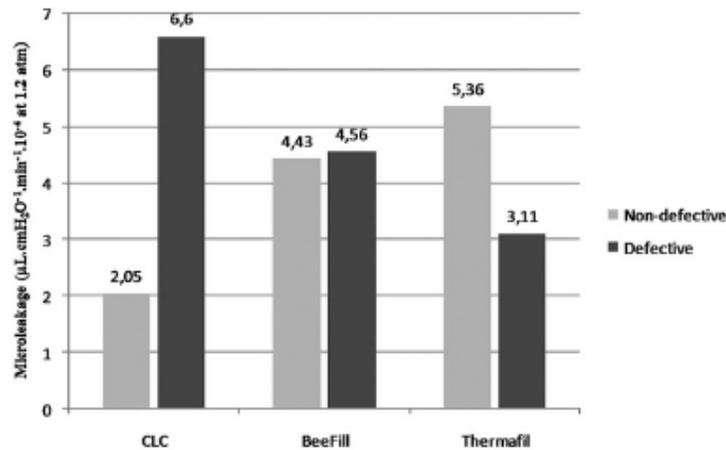


FIGURA 18. Esquema de los niveles de microfiltración de diferentes técnicas de obturación, en grupos defectuosos y no defectuosos, con técnicas de obturación CLC, Thermafil, Beefill (Keles 2014).

Saeed Moradi, evalúa la capacidad de sellado apical del mineral trióxido agregado (MTA) y cemento de calcio enriquecido (CEM) comparando la técnica de filtración de fluidos y una técnica de filtración bacteriana (utilizando *E. faecalis*), se obturaron los 3mm apicales con los diferentes materiales de obturación retrograda, el grupo control positivo se dejó sin obturar y el control negativo se selló con esmalte de uñas, concluyendo que existe correlación entre ambas técnicas de filtración ya que en los resultados se observó que no hay diferencia significativa entre el grupo obturado con MTA y el grupo obturado con CEM con ambas técnicas utilizadas para el estudio es decir, técnica de filtración de fluidos y técnica de filtración bacteriana respecto a la capacidad de sellado apical, además de observarse que ambos materiales de obturación tienen capacidades similares respecto al sellado apical (Moradi 2015).

En 2014 se realizó un estudio donde se analizó la calidad de la obturación y las propiedades físicas del MTA Fillapex y sellador AH Plus, utilizando para el análisis Rodamina-B y un microscopio de escaneo láser confocal, las muestras se seccionaron a 2, 4, y 6 mm del ápice y se evaluó la calidad de la interfaz entre sellador/dentina y el porcentaje de penetración del sellador en los túbulos dentinarios. Observándose mayor porcentaje de brechas en la interfaz en todos los niveles en el grupo de MTA Fillapex en comparación con el sellador AH Plus ($P= 0.0001$). Respecto a la penetración del sellador en los túbulos dentinarios fue estadísticamente similar para ambos selladores en todos los niveles, con menor porcentaje de penetración en el nivel 2mm y al comparar la solubilidad MTA fillapex mostro un porcentaje más alto 14.22 ± 0.1 . (AMOROSO-SILVA 2014).

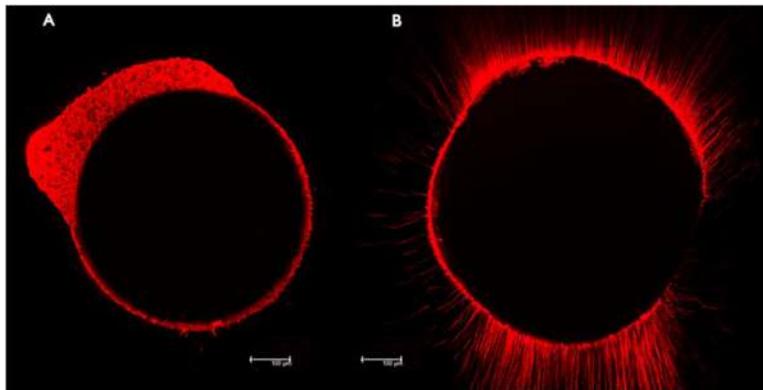


FIGURA 19. Imágenes confocales representativas de la penetración del sellador en los túbulos de la dentina del AH Plus. (A) A los 2 mm desde el vértice, se puede observar que no hay penetración evidente. Al contrario, la figura (B) muestra una mayor penetración del sellador alrededor de la sección de conducto radicular (6 mm) (AMOROSO-SILVA 2014).

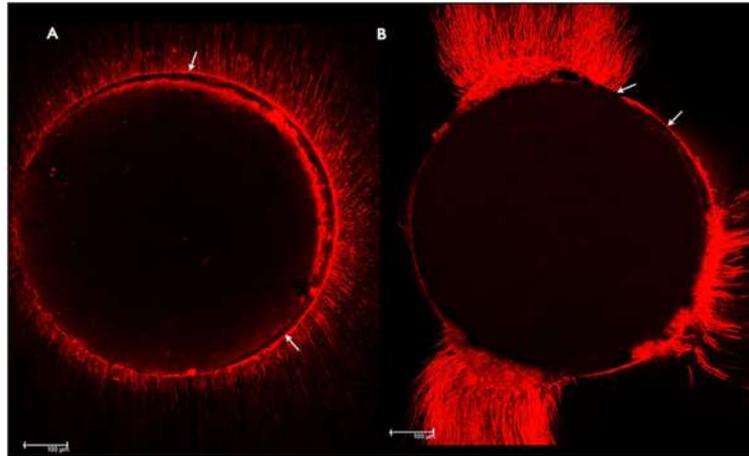


FIGURA 20. Imágenes confocales representativas de secciones de conductos radiculares (6 mm) que contiene la técnica de cono único usando: (A) MTA Fillapex y (B) AH Plus. Se pueden observar fracasos de adaptación de la interfaz de dentina/ (AMOROSO-SILVA 2014).

De- deus evalúa la correlación entre la prueba de filtración bacteriana y la prueba de extracción de colorante, utilizando 80 incisivos inferiores, las muestras se prepararon y se obturaron con tres técnicas de obturación (G1:condensación lateral, G2: System B, G3:Thermafil) y usando sellador de Grossman. Para evaluar la filtración bacteriana las muestras se montaron en un aparato de doble cámara, utilizando 3 ml de infusión cerebro corazón, saliva humana mezclada con caldo BHI el cual se repone cada 3 días, comprobado diariamente la aparición de turbidez en el caldo de BHI durante 100 días y para medir la extracción de colorante (azul de metileno 2%) se usó ácido nítrico al 65% durante 3 días y se analizaron los resultados con un espectrofotómetro. Los resultados demostraron la presencia de filtración bacteriana en 6 de 20 muestras para G1, 4 de 20 muestras en el G2 y 4 de 20 muestras en el G3, en 69, 76 y 82 días respectivamente, en la prueba de extracción de colorante las filtraciones de azul de metileno fue variable en los 3 grupos experimentales, que van desde 0.118-0.24 (G. De-Deus 2008).

Un estudio reciente usado para cuantificar la microfiltración de los materiales de obturación, utiliza líquidos de alta resolución espectrometría- cromatografía de masas en tándem (HPLC-MS / MS) el método propuesto puede detectar concentraciones muy bajas de trazadores, la técnica consiste en; instrumentar y obturar los dientes usando tres selladores endodónticos (Epiphany, Sealapex, AH Plus) se utilizó como trazador la cafeína y teofilina (se ioniza fácilmente, es soluble en agua, y tiene un pH neutro 6,0 y un peso molecular bajo), las muestras se montaron a un dispositivo de filtración, donde la filtración se determinó por la cantidad de cafeína que llegó a la botella de cristal a través del conducto después de 10, 30 y 60 días. Después cada uno de estos períodos de tiempo, 1 ml de la solución receptora se recogió de cada tubo para el análisis. Las muestras recogidas del grupo de control negativo no presentaron ninguna filtración de cafeína durante todo el período de análisis, por lo tanto, el sellado del sistema se considera eficaz y fiable para la evaluación de una microfiltración con los diferentes selladores por lo que el método propuesto (HPLC-MS / MS) fue capaz de detectar concentraciones muy bajas de trazadores, por lo tanto ha demostrado ser capaz de evaluar la microfiltración (MICHELOTTO 2015).

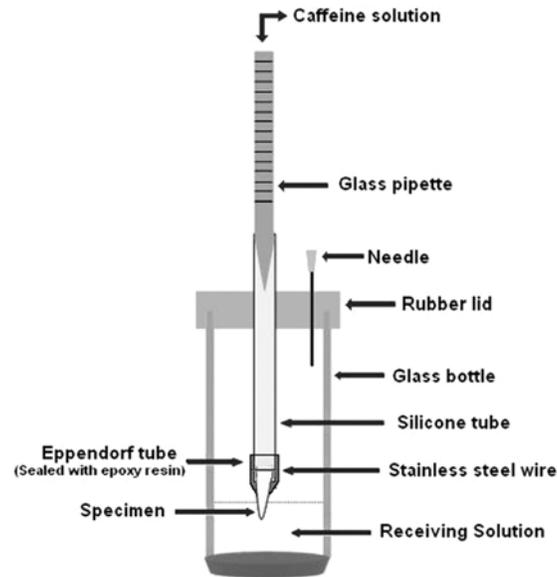


Figura 21.- Aparato modificado para cuantificar la microfiltración del descrito por XU (Michelotto, 2015).

Un estudio actual comparo dos técnicas de obturación (Técnica híbrida de Tagger y Sistema Dia Dent) con el propósito de estimar el grado de adaptación y homogeneidad de la obturación en los tres tercios cervical, medio y apical. Las muestras fueron divididas en dos grupos: grupo 1; obturadas con la técnica de Tagger (termomecánica) y grupo 2; obturadas con el sistema Dia Dent (Termoplastificada) y se tomaron radiografías de las muestras en sentido bucolingual y mesiodistal para observar la calidad de la obturación, después las muestras se almacenaron en estufa incubadora 37 °C y 100 % de humedad durante 7 días, posteriormente las piezas se marcaron y cortaron transversalmente con disco de carburo en los tres tercios y los cortes fueron observados con un microscopio digital (microtomografías) y para cuantificar los resultados se estableció el siguiente score: 0. Adecuado, 1. Aceptable, 2. Regular, 3. Inadecuado, en general se pudo observar una buena homogeneidad y

adaptación de la gutapercha a las paredes dentinarias, en todas las muestras de ambos grupos y para cada uno de los tercios analizados (Labarta 2015).

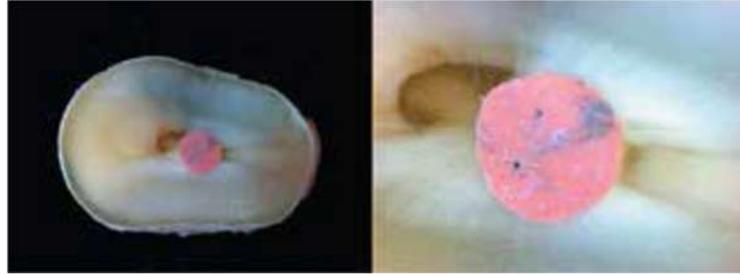


Figura 22. Obturación aceptable: Se evidencia adaptación ajustada de la gutapercha a las paredes del conducto y ausencia de burbujas en la masa de obturación (Labarta, 2015)

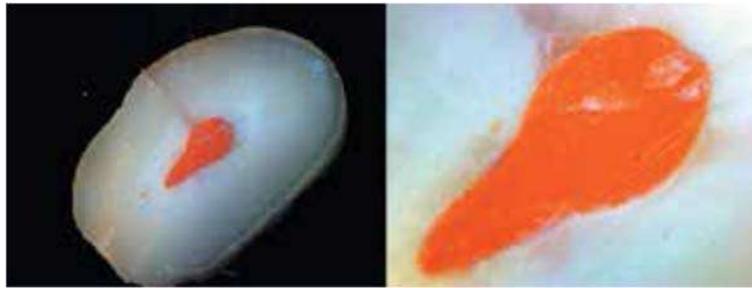


Figura 23. Obturación adecuada: Se evidencia una adaptación ajustada de la gutapercha a las paredes del conducto pero se observan burbujas en la masa de obturación (Labarta 2015).



Figura 24. Obturación regular: Se evidencia desadaptación de la gutapercha a las paredes del conducto pero no se observan burbujas en la masa de obturación (Labarta 2015).

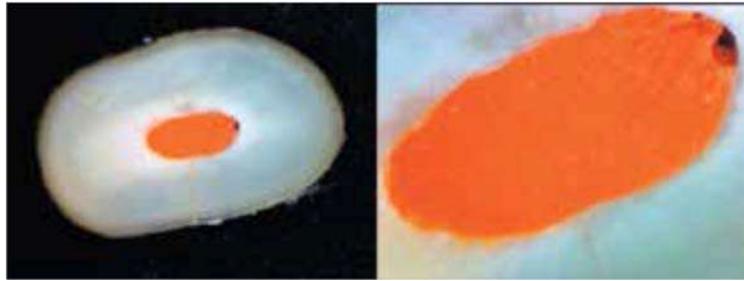


Figura 25. Obturación Inadecuada: Desadaptación a las paredes del conducto y presencia de burbujas en la masa de obturación (Labarta 2015).

Yu-Hong Liang, evalúa in vivo la asociación entre la calidad de la obturación de 268 conductos radiculares y el resultado del tratamiento endodóntico con un periodo de seguimiento de dos años, evaluadas con PA (radiografías periapicales) contra el CBCT. Fueron evaluados los siguientes criterios; extensión apical de la obturación y la presencia o ausencia de vacíos, sintomatología (dolor, inflamación, tracto sinusal, o sensibilidad a la percusión). Dos examinadores, un endodoncista y un radiólogo evaluaron de forma independiente las imágenes. La obturación calificada como satisfactoria se define como 0-2 mm dentro del ápice radiográfico y sin huecos, la obturación Insatisfactoria se define como corto (>2 mm de cortos ápice radiográfico) o larga (extruido más allá del ápice radiográfico) con o sin huecos en la obturación. Los resultados arrojan una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$) en el diagnóstico entre PA y CBCT ya que el 76,3% de las obturaciones evaluadas como cortas con PA aparecieron lo más alineadas en CBCT, 16,3% evaluadas por PA como a vértice con CBCT fueron calificadas como sobreextendidas, 35% calificados sin vacíos por PA al evaluarlos con CBCT aparecieron con vacíos. En resumen 53% de las obturaciones

diagnosticados por PA como satisfactoria aparecieron insatisfactoria en CBCT; 29% de las obturaciones calificadas como insatisfactorios por PA apareció satisfactoria en CBCT y la ausencia total de radiotransparencia se logró en 87,1% de las obturaciones evaluadas como satisfactorios el PA en comparación con 81,4% en CBCT (Liang 2012).



Figura 26. A) radiografía de un diente 21 muestra una obturación a longitud total B) vista sagital en CBCT donde se observa obturación extruida (Liang, 2012).

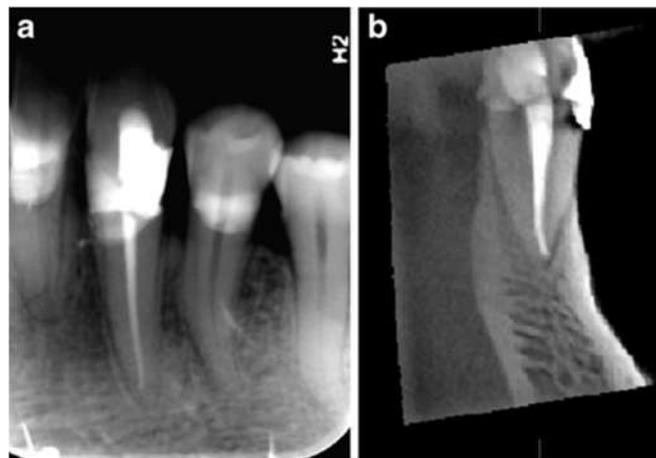


Figura 27. a) radiografía que muestra una obturación corta en el diente 33, que está a 2,5 mm del ápice radiográfico. B) Vista sagital CBCT, observándose la obturación al ras (Liang, 2012).

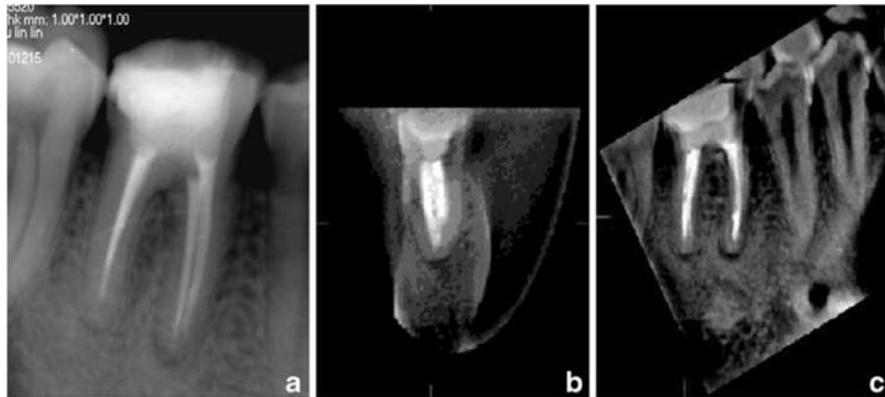


Figura 28. a) radiografía periapical donde no se observan vacíos en la raíz distal. b y c) en una vista coronal y sagital con CBCT se diagnostican vacíos (Liang, 2012).

7.- METODOLOGIA

7.1 Criterios de inclusión

Se incluyeron para esta revisión artículos clásicos y actuales, a partir de 1999 al 2015 relacionados con los temas de obturación, sellado tridimensional, filtración apical y coronal, incluyendo revisiones bibliográficas y estudios In Vitro, In Vivo, meta-Análisis. No se aplicó restricción de idioma

7.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron los artículos que no se relacionaran con los temas anteriores y también se excluyeron artículos de casos clínicos, artículos que no describen una metodología adecuada o con resultados no concluyentes.

8.- RESULTADOS

En esta revisión se incluyeron 23 artículos clásicos y actuales de revistas científicas que cumplieron los criterios de inclusión para el tema de métodos aplicados para evaluar la obturación de conductos.

La siguiente tabla muestra las revistas consultadas que cumplieron con los criterios de inclusión.

Tipo de estudio	Autor	Año de publicación	Número de Muestras	Revista
In Vitro	Youssef Haikel	1999	113	JOE
In Vitro	Siqueira	1999	70	JOE
In Vitro	Siqueira	2000	60	OOO
In Vitro	Gilbert SD	2001	60	IEJ
In Vitro	Jean Camps	2003	40	JOE
In Vitro	De-Deus	2006	60	IEJ
In Vitro	Ugur Inan	2007	132	Aust EJ
In Vitro	De-Deus	2007	100	IEJ
In Vitro	De-Deus	2008	80	JOE
In Vitro	Larz S.W Spangerberg	2009	30	OOOOE
In Vitro	Irala Almeida	2010	55	Artículo de Investigación
In Vitro	R. Anbu	2010	40	IEJ
In Vitro	Zui Metzger	2010	20	JOE
In Vitro	Lamnije Kqiku	2011	120	Aust EJ
In Vitro	Oliveira	2011	130	IEJ
In Vitro	Luminita Maria	2011	30	The Society Of the Nippon Dental University
In Vitro	Ana Paula Meirelles Vidotto	2011	25	RSBO
In vivo	Yu-Hong Liang	2012	268	Clin Oral Invest
In Vitro	Ali Keles	2014	60	European Journal Of Dentistry
In Vitro	Pablo Andres A. Silva	2014	25	Wiley Periodonticals

In Vitro	Saeed Moradi	2015	34	DRJ
In Vitro	Alicia Beatriz Labarta	2015	40	Rev. Cient. Odontol
In vitro	André Luiz da Costa MICHELOTTO	2015	40	Braz Oral Res

Tabla V. Criterios de inclusión de revistas para la revisión (Fuente propia)

La siguiente tabla muestra la metodología analizada, el periodo de tiempo y el porcentaje de filtración de la literatura analizada:

Metodología	Periodo de estudio	Materiales usados	% de Filtración
Trazadores radiomarcados/ Isotopos	1-28 días	Sealapex, AH Plus	En el día 28 se observaron los niveles más altos de filtración apical, obteniendo menor filtración con la técnica de CL
Filtración de saliva/ filtración bacteriana apical	60 días	Sealapex, Sealer 26	Contaminación bacteriana total de las muestras: -75% System B -85% Thermafil -90% CL
Filtración bacteriana y por tinción	21 días	Roth's 80, Elite sealer	Thermafil y Condensación Lateral fueron 11.56 % y 5.39% más propensos a la filtración
Filtración de colorante, extracción de colorante, filtración de fluidos	-----	Pulp Canal, Sealapex, AH plus, Ketac endo	Sealapex presento mayor microfiltración con la prueba de filtración de fluidos
Microscopio óptico y fotomicrografías	-----	No se utilizó sellador	98.16% PGFA con Thermafil
Método electroquímico	7 días	Diaket	Con el método electroquímico y penetración del colorante se observó la filtración más baja con Thermafil en todos los periodos de observación
Filtración Bacteriana	16-59 días	AH Plus, Pulp Canal Sealer EWT, Guttaflow, Roeko Seal	Mayor filtración a las 9 semanas: -30% AH Plus -35% Pulp Canal EWT -15% Guttaflow y Roeko Seal
Microscopia Confocal	-----	Sealer 26, Selapex, Guttaflow con Rodamina fluorescente	46,9% de las paredes del conducto tenían sellador dentro de los túbulos de la dentina a 3mm
Filtración Bacteriana	7-81 días	Fill Canal	La filtración se produjo entre los 9-81 días. Mayor resistencia a filtración con la técnica de obturación hibrida 53.3%
SCT/ Tomografía Computarizada Helicoidal	-----	AH Plus	System B y Thermafil dieron valores más altos de POV.

MÉTODOS APLICADOS PARA EVALUAR LA OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES

TC/ Tomografía Computarizada	-----	AH 26	Mejores resultados de menor área sin tocar con SAF 17%
Filtración activa del colorante, filtración pasiva del colorante, extracción del colorante	-----	AH Plus y Resilon Epiphany	Resilon Epiphany mostro menos penetración apical
Filtración bacteriana	-----	AH Plus, Sealer 26, Sealapex, Epiphany SE, Endofill, Gutapercha activa y 2 selladores basados en MTA	AH Plus y Sealapex mejor capacidad de sellado
Microscopio óptico Metalográfico	-----	AH Plus, conos/ 06, 08,09 (estandarizados, F-M, Protaper)	Mayor área de vacios en los conos 08
Medidor de filtración de fluidos computarizado con sistema Láser	-----	AH Plus	Mayor filtración en dientes con resorción interna y con la técnica de CL 6.6%
Filtración de fluidos, filtración bacteriana	90 días	MTA Y CEM	Filtración bacteriana: -86.7% CEM -80% MTA Filtración de fluidos: -0.000388754 CEM -0.000442827 MTA
Microscopio de escaneo laser confocal	-----	MTA Fillapex, AH plus con Rodamina Fluorescente	Mayor solubilidad del MTA Fillapex
Radiopacidad	-----	MTA Fillapex, AH Plus, Endometasona N, Acroseal, Epiphany SE, Roeko seal	Porcentaje más alto de radiopacidad en el sellador AH Plus. El sellador MTA Fillpex dentro de las especificaciones por la ADA- ANSI
Filtración de fluidos con HPLC-MS / MS	60 días	Cafeína y Teofilina	El método propuesto (HPLC-MS / MS) fue eficaz para detectar concentraciones muy bajas de los trazadores, y por lo tanto demostro ser capaz de evaluar la microfiltración
Microscopio Digital	7 días	Sealer 26	La técnica híbrida de Tagger mostró en los tres tercios del conducto, una mayor cantidad de obturaciones evaluadas como adecuadas: 15% tercio coronario, 20% para el tercio medio y el 27% para el tercio apical.
Radiografía periapical &CBCT	2años	PA/ CBCT	53% de las obturaciones diagnosticados por PA como satisfactoria aparecieron insatisfactorias en CBCT; 29% de las obturaciones calificados como insatisfactorios por PA apareció satisfactoria en CBCT.

TABLA VI. Tabla de las diferentes metodologías analizadas (fuente propia)

9.-DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de la literatura científica, relacionados con el tema de evaluación de la obturación de conductos radiculares que incluyeran una descripción clara de la metodología utilizada para evaluar la calidad de la obturación, filtración apical y sellado tridimensional en los tratamientos de conductos. Se analizaron 47 artículos de revistas indexadas, incluyendo artículos originales estudios “in vivo”, “in vitro” y de revisión, con diferentes metodologías con las cuales es posible evaluar la calidad de obturación y microfiltración apical de los tratamientos endodónticos.

La filtración apical y coronal de bacterias /subproductos y fluidos es un tema discutido al evaluar el éxito y fracaso clínico de los tratamientos endodónticos por lo que a lo largo de la historia de la endodoncia se han realizado numerosos estudios que utilizan diversas técnicas para analizar el potencial de microfiltración a través los materiales de obturación del conducto radicular, las técnicas comúnmente usadas son: Penetración de colorante, penetración de isótopo radiactivo , pruebas de filtración electroquímicos, penetración bacteriana, penetración de fluidos y el análisis microscópico electrónico de barrido, Tomografía Computarizada, CBTC. Sin embargo se puede observar que entre los resultados de las pruebas existe muy poca correlación entre las técnicas esto se puede deber a varios factores, el más común es el pobre diseño experimental y la falta de adecuados controles positivos y negativos en la mayoría de los estudios, lo que conduce a resultados dudosos o inexactos, otros son la anatomía del conducto radicular o la capacidad de los operadores y sobre todo que

actualmente no existe un método estandarizado para realizar las pruebas. En la técnica de penetración de colorante el aire atrapado es un factor importante que puede dar resultados erróneos, por lo que el diseño experimental adecuado es eliminar el aire atrapado en el conducto por un sistema de vacío antes de la penetración del colorante, además de pérdida de tejido y colorante al realizar las secciones.

Ingle en 1965 afirma que la percolación de exudado periapical en un conducto radicular incompletamente obturado representó aproximadamente el 60% de fracasos endodónticos, sin embargo, esta afirmación se basaba erróneamente en hallazgos radiográficos de conductos incompletamente obturados sin evidencia de filtración real (Oliver, 2001), un estudio relacionado fue realizado en 2011 por Vidotto donde compara la radiopacidad del MTA Fillapex con 5 selladores endodónticos; endometasona-N, AH Plus, Acroseal, Epiphany SE y RoekoSeal, donde se tomaron imágenes radiográficas las cuales se digitalizaron utilizando la escala de grises y se midió la densidad de los diferentes selladores, observando en los resultados que AH plus obtuvo el porcentaje más altos de radiopacidad y MTA Fillapex en tercer lugar concluyendo ambos selladores tiene un grado de radiopacidad dentro de las especificaciones descritas por la ADA. Gilbert en 2001 al comparar las filtraciones coronales con tinta china y filtración bacteriana cuando se elimina la capa de barrillo, concluye que si existe correlación entre las dos técnicas para medir las microfiltraciones en la obturación, sin embargo Camps en 2003, al comparar el método de penetración de colorante, un método de extracción de colorante, con un método de filtración de fluidos, obtuvo que no

existe correlación al comparar los resultados de la técnica de penetración de colorante a los de la técnica de filtración de fluidos o técnica de extracción de colorantes por el contrario al comparar la técnica de filtración de fluidos con el método de extracción de colorante observó que existe una correlación estadísticamente significativa. Ugur Inan realiza un estudio en 2007 donde comprueba la correlación entre la técnica de penetración de colorante y el método electroquímico para medir la filtración apical, observando en los resultados de ambas técnicas los valores más bajos de filtración en el grupo Thermafil y los valores más altos en el grupo CLC. Una comparación relevante fue realizada en 2001 por Oliver donde el objetivo fue determinar si existe una relación entre la penetración apical de colorante en conductos obturados y dientes considerados con éxito clínico de obturaciones radiculares, donde determino que el 95.5% de las muestras consideradas con y sin éxito clínico tenía penetración de colorante, por lo que en este artículo se concluye que no existe correlación entre la penetración del colorante y el éxito clínico de los tratamientos endodónticos lo cual concuerda con Wu y Wesselink 1993, Barthel et al., 1999, respecto a sacar conclusiones clínicas sobre la base de los estudios in vitro, mencionan que es un problema inherente de los estudios de filtración microbianas ya que la filtración no se puede cuantificar con facilidad y si hay nutrientes en el caldo en la cámara inferior, y después si los microorganismos llegan allí comenzará inmediatamente a multiplicarse y además los materiales pueden tener diferentes efectos en diferentes especies microbianas lo que arroja resultados diferentes (Rechenberg, 2011). Además, el número de microorganismos necesarios para causar una lesión en el periodonto apical no es conocido, lo que concuerda por lo descrito por

Siqueira et al 1999-2000 es un modelo estático que no simula plenamente las condiciones clínicas, necesita un período extendido de observación y no permite cuantificación del número de bacterias que penetran (Siqueira et al. 1999, Siqueira et al. 2000).

Wu et al, (1995), Belli et al. (2001) mencionan como ventaja importante del método de filtración de fluidos la capacidad de medir la microfiltración sin la destrucción de las muestras radiculares para observarlas además de que el modelo utiliza presión positiva para ayudar a descartar problemas causados por el aire atrapado o líquido que puede sesgar los resultados en estudios de penetración del colorante (Goldman et al. 1989). Sin embargo, de acuerdo con Pommel, Camps los materiales y métodos utilizados en esta técnica no están estandarizados, como la presión utilizada puede oscilar entre 10 y 20 psi, y el tiempo de medición de 1 min a 3 h esto altera los resultados obtenidos, ya que se han encontrado valores más bajos de filtración asociado con un mayor tiempo de registro, y los valores registrados fueron mayores cuando se utilizó la alta presión en comparación con baja presión (Moreira, 2006). Youssef Haikel en 2000 realizó un estudio con trazadores radiomarcados donde concluye que los niveles de penetración apical varían con el tiempo estos resultados obtenidos apoyan la opinión de Delvanis y Chapman, quien sugirió que 2 días (el período utilizado en muchos estudios de filtraciones apicales) no es suficiente para detectar la filtración máxima al igual que Rhome et al. El cual llevó a cabo un estudio de filtración de 6 meses que demostró un ascenso y descenso de los valores de filtración sobre el tiempo para todos los métodos, ellos afirman que las filtraciones son mayores en las primeras

semanas. El objetivo de este estudio fue investigar y medir el porcentaje de volumen de espacios en los conductos radiculares obturados con diferentes materiales de relleno mediante el uso de micro Tomografía Computarizada (micro-CT). Otro método utilizado es basado en una técnica no invasiva utilizada actualmente para medir el porcentaje de volumen y vacíos de los materiales de obturación; es el método de Tomografía Computarizada ya que varios estudios han demostrado que la SCT ofrece análisis volumétrico de la obturación de conductos radiculares (Bartletta et al. 2008, Hammad et al. 2008), la desventaja es que es difícil diferenciar GP y el sellador.

El método de filtración bacteriana puede ser el método que más se acerque las condiciones del medio ambiente bucal, sin embargo los resultados pueden variar según la especie bacteriana empleada en el estudio, y además necesitan al igual que en el método de filtración de fluidos, largos periodos de observación y el número de bacterias no se pueden cuantificar.

La mayoría de los estudios concuerdan en la presencia de filtración apical en conductos obturados en mayor o menor porcentaje dependiendo del tipo de estudio realizado y los materiales de obturación comparados.

10.-CONCLUSIONES

1.-La mayoría de los autores de los estudios analizados concuerdan en que la filtración apical es la principal causa del fracaso clínico en conductos radiculares obturados.

2.- La técnica de obturación y el sellador utilizado debido a sus diferentes propiedades influyen en la interface del material de obturación con la dentina en la región apical.

3.- Existe una verdadera falta de estandarización de las técnicas, ya que incluso cuando se utiliza la misma metodología, existen pequeñas variaciones las cuales son capaces de interferir en el resultado final de la investigación.

4.- Sin embargo la mayoría de los autores de los diferentes estudios analizados están de acuerdo en la necesidad de utilizar controles positivos y negativos en la fase experimental para resultados más exactos.

5.- Debido a que la mayoría de los estudios realizados son in vitro y que es difícil reproducir las condiciones exactas de la cavidad oral, no se sabe con certeza cuál es el método más exacto para evaluar la filtración apical.

6.- No se puede afirmar el éxito o fracaso clínico basado en los resultados de los estudios de evaluación de la obturación de conductos, porque para un tratamiento exitoso influyen varios factores como son la cantidad de bacterias y la respuesta del huésped.

7.- Analizando los artículos incluidos y tomando en cuenta todas las variaciones de las técnicas puedo concluir que si se realiza una metodología adecuada evitando sesgos, el método de filtración bacteriana y el método de penetración de fluidos nos pueden proporcionar información más precisa en situaciones clínicas y biológicas comparándola con los otros métodos analizados.

8.- El método de penetración por tinción es el menos confiable para reproducir la microfiltración apical, ya que según su metodología puede producir muchos errores y sesgos en los resultados.

9.-Sin embargo, a pesar de que son varios los factores que contribuyen al éxito de la terapia endodóntica y aunque no se sabe con certeza la relación de éxito clínico y los métodos utilizados para evaluar la filtración apical, es importante tener claro que el éxito clínico dependerá de tres factores importantes limpieza, conformación, obturación.

11.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.-DAG ORSTAVIK. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. Endodontic Topics. 2005; 12: 25-38.
- 2.-Velayutham Gopikrishna, Anantanarayanan Parameswaren. Coronal sealing ability of three sectional obturation techniques – SimpliFill, Thermafil and warm vertical compaction – compared with cold lateral condensation and post space preparation. Aust Endod J. 2006; 32: 95–100.
- 3.-Herbert Schilder. Filling Root Canals in Three Dimensions. JOE.2006 32(2):281-9.
- 4.-M. V. Weis, P. Parashos & H. H. Messer. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. Int Endod J. 2004; 37: 653–663.
- 5.-Luminita Maria Nica, Andreea Didilescu, Darian Rusu , Adrian Bacila ,Stefan-loan Stratul. Photomicrographic evaluation of the apical sealing capacity of three types of gutta-percha master cones: an in vitro study. Odontology . 2011.
- 6.-Ali Keles, Fuat Ahmetoglu, Mevlut S. Ocak, Burak Dayi, Alperen Bozkurt, Hasan Orucoglu. Comparative analysis of three different filling techniques and the effects of experimental internal resorptive cavities on apical microleakage. Eur J Dent. 2014;8:32-7.

7.-G. De-Deus, E. D. Gurgel-Filho, K. M. Magalhaes ,Coutinho-Filho. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *Int Endod J.*2006; 39: 378–383.

8.-Oviedo-Muñoz P, Hernández-Añaños J. Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia. *Rev Estomatol Herediana.* 2012; 22(1):59-64.

9.-S. Patel, A. Dawood, T. Pitt Ford & E. Whaites. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007; 40: 818–830.

10.- G. De-Deus, M. C. Brandaño, R. A. S. Fidel & S. R. Fidel. The sealing ability of GuttaFlow™ in oval-shaped canals: an ex vivo study using a polymicrobial leakage model. *Int Endod J.* 2007; 40: 794–799.

11.- Mahmoud Torabinejad, Borasmy Ung, and James D. Kettering. In Vitro Bacterial Penetration of Coronally Unsealed Endodontically Treated Teeth. *J Endod.* 1990; 16(12):566-9.

12.- Saeed Moradi, Mahdi Lomee, Maryam Gharechahi. Comparison of fluid filtration and bacterial leakage techniques for evaluation of microleakage in endodontics. *Dental Research Journal.* 2015; 2(12): 109-114.

13.- A. C. M. Oliveira, J. M. G. Tanomaru, N. Faria-Junior, M. Tanomaru-Filho. Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *Int Endod J.* 2011; 44: 370–375.

14.- Héctor Monardes Córtes, Jaime Abarca Reveco, Patricia Castro Hurtado. Microfiltración Apical de Dos cementos selladores. Un Estudio in vitro. Int. J. Odontostomat. 2014; 8(3): 393-398.

15.- M.A. Irala Almeida, C.G. Adorno, J. Djalma Pecora, M. Perdomo, P.H. Pereira Ferrari. Evaluación de la filtración bacteriana en conductos radiculares sellados por tres diferentes técnicas de obturación. Endodoncia. 2010; 28 (3):127-134.

16.- Jean Camps, David Pashley. Reliability of the Dye Penetration Studies. J Endod. 2003; 29(9): 592-4.

17.- F. Kont Cobankara, N. Adanir, S. Belli, D. H. Pashley. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. Int Endod J. 2002; 35:979-984.

18.- A. R. Ozok, B. Verhaagen, P. R. Wesselink. Improving the accuracy of a fluid transport method. Int Endod J. 2013; 46: 348–354.

19.- Youssef Haikel, Michel Freymann, Virginie Fanti, Anne Claisse, Françoise Poumier, Morag Watson. Apical Microleakage of Radiolabeled Lysozyme Over Time in Three Techniques of Root Canal Obturation. J Endod. 2000; 26(3): 148-152.

20.- Youssef Hafkel, William Wittenmeyer, Geoff Bateman, Abdeslam Bentaleb, Claude Allemann. A New Method for the Quantitative Analysis of Endodontic Microleakage. J Endod. 1999; 25(3): 172-7.

21. Cabrales Salgado R, Yamazaki-Arasaki A, Mónica Kleine B, Prokopowitsch. Estudio de la variación de la permeabilidad de la dentina radicular usando isótopos ^{99m}Tc , después de la aplicación de láser de alta intensidad. AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA. 2012; 28(1): 39-46.
22. Larz S. W. Spångberg. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: A confocal laser scanning microscopy study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009; 108(3): 450-7.
23. André Luiz da Costa MICHELOTTO, João Cleverson GASPARETTO, Francinete Ramos CAMPOS, Gilson Blitzkow SYDNEY, Roberto PONTAROLO. Applying liquid chromatography-tandem mass spectrometry to assess endodontic sealer microleakage. Braz Oral Res [online]. 2015; 29(1):1-7.
24. PABLO ANDRES AMOROSO-SILVA, BRUNO MARTINI GUIMARAES. Microscopic Analysis of the Quality of Obturation and Physical Properties of MTA Fillapex. WILEY PERIODICALS, INC. 2014;2-6.
25. Ana Paula Meirelles Vidotto, Rodrigo Sanches Cunha. Comparison of MTA Fillapex radiopacity with five root canal sealers. RSBO. 2011; 8(4):404-9.
26. Denusa Moreira Veríssimo, Monica Sampaio do Vale. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. Journal of Oral Science. 2006; 48 (3): 93-98.

27. Lumnije Kqiku, Peter Städtler, Hans Jürgen Gruber, Anja Baraba, Ivica Anic, Ivana Miletic. Active versus passive microleakage of Resilon/Epiphany and gutta-percha/AH Plus. Aust Endod J. 2011; 37: 141–146.

28. Sriwalee Limkangwalmongkol, Paul V. Abbott, FRACDS(Endo), Anthony B. Sandier. Apical Dye Penetration with Four Root Canal Sealers and Gutta-Percha Using Longitudinal Sectioning. J Endod. 1992; 18(11): 535-9.

29. Ugur Inan, Hikmet Aydemir, Tamer Tasdemir. Leakage evaluation of three different root canal obturation techniques using electrochemical evaluation and dye penetration evaluation methods. Aust Endod J. 2007; 33: 18–22.

30. S. D. Gilbert, D. E. Witherspoon, C. W. Berry. Coronal leakage following three obturation techniques. Int Endod J. 2011; 34 : 293–299.

31. Nancy Eraso-Martínez, Iván Muñoz-Bolaños. LA OBTURACIÓN ENDODÓNTICA, UNA VISIÓN GENERAL. Revista Nacional de Odontología- 2012; 8 (15) : 88-94.

32. M.-K. Wu, E.G. Kontakiotis, P.R. Wesselink. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. Journal of Dentistry. 1998; 26: 585–589.

33. Hamid Razavian, Mahmood Reza Kalantar Motamedi, Alireza Saeidi, Behnaz Berekatain, Hamid Noormohammadi, Seyed Hamid Reza Davoodi. An In Vitro Comparative Study of a digital and conventional imaging system for detection of endodontic procedural errors. indian j.sci.res. 2014; 4 (3): 430-436.

34. Gabriela V. Pisterna, Gustavo A. Dietrich, Martha Siragusa. A portes de la imagen digitalizada a la valoración de la calidad de la obturación en endodóntica. 1-5.

35. C. M. Oliver, P. V. Abbott. Correlation between clinical success and apical dye penetration. *Int Endod J.* 2001; 34: 637–644.

36. Gustavo De-Deus, Fernanda Leal,† Juliana Soares, † Aderval S. Luna,‡ Criatiana Murad, † Sandra Fidel,† Rivail Antonio Sergio Fidel. Dye Extraction Results on Bacterial Leakproof Root Fillings. *J Endod.* 2008; 34(9): 1093-5.

37. D.-K. Rechenberg, G. De-Deus, M. Zehnder. Potential systematic error in laboratory experiments on microbial leakage through filled root canals: review of published articles. *Int Endod J.* 2011; 44: 183–194.

38. D.-K. Rechenberg, T. Thurnheer, M. Zehnder. Potential systematic error in laboratory experiments on microbial leakage through filled root canals: an experimental study. *Int Endod J.* 2011; 44:827–835.

39. Sabir Mulyar, K Abdul Shameem, Rekha P Thankachan, P G Francis, C S Jayapalan, K A Abdul Hafiz. Microleakage in Endodontics. *Journal of International Oral Health.* 2014; 6(6):99-104.

40. José F. Siqueira, Isabela N. Rôças, Amauri Favieri, Ernani C. Abad, Antônio J. R. Castro, Sérgio M. Gahyva. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 90 (5): 647-650.

41. Jose F. Siqueira, Isabela N. R, Helio P. Lopes, Milton de Uzeda. Coronal Leakage of Two Root Canal Sealers Containing Calcium Hydroxide after Exposure to Human Saliva. *J Endod.* 1999; 25 (1): 14-16.
42. R. Anbu, S. Nandini , N. Velmurugan. Volumetric analysis of root fillings using spiral computed tomography: an in vitro study. *Int Endod J.* 2010; 43: 64–68.
43. Mohammad Hammad, Alison Qualtrough, Nick Silikas. Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study. *J Endod.* 2009: 1-4.
44. Zvi Metzger, † Raviv Zary,† Raphaela Cohen, † Ehud Teperovich, † Frank Paqué. The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary versus Self-adjusting Files: A Three-dimensional Micro-computed Tomographic Study. *J Endod.* 2010; 36 (9): 1569-1573.
45. Labarta Alicia Beatriz, Teruel Torrente Jimena. Evaluación de la Homogeneidad de la obturación utilizando gutapercha plastificada por calor o por fricción. *Rev. Cient. Odontol.* 2015; 11 (1): 8-15.
46. Monardes Cortés H, Abarca Revecó J, Chaparro González D, Pizarro Gamboa F. Hallazgos radiográficos de connotación endodóntica utilizando tomografía computarizada de haz cónico. *AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA.* 2015; 31 (2): 59-65.
- 47.- Jaime D. Mondragón. Historia de la Endodoncia; Endodoncia. Interamericana; México: 1995.

48.- Jaime D. Mondragón. Enfermedades Apical y Periapical; Endodoncia. Interamericana; México: 1995.

49.- Antonio Bascones. Obturación: Condensación Lateral; Tratado de Odontología Tomo III. Avances; Madrid: 1998.

50.- Marco Antonio Botino. Endodoncia 3. Latinoamericana; 2008

51.-Enrique Basrani. Radiología en Endodoncia. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana; Buenos Aires, Argentina: 2003.

52.-Angel Lasala. Obturación de conductos; Endodoncia. MASSON-SALVAT Odontología; España: 1992.

53. Stephen Cohen. Obturación de Conductos Radiculares; Vías de la Pulpa. Elsevier Mosby; Madrid España: 2008. p.227-289.

54. Stephen Cohen. El Arte de la Endodoncia; Vías de la Pulpa. Elsevier Mosby; Madrid España: 2010.

55. Yu-Hong Liang & Gang Li & Hagay Shemesh & Paul R. Wesselink & Min-Kai Wu. The association between complete absence of post-treatment periapical lesion and quality of root canal filling. Clin Oral Invest. 2012; 16:1619–1626.

56.- M.Venturi, C. Prati, G. Capelli, M. Falconi , L. Breschi. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. Int Endod J; 2003: 36, 54-63.