



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA**

**TESIS**

**ESTUDIO DE LOS IRRIGANTES ENDODÓNTICOS SOBRE UN CEMENTO  
AUTOADHESIVO EN LA DENTINA RADICULAR**

**PRESENTA**

**M.E. Aurelio de Jesús Rosales Ramos**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS DEL  
ÁREA REHABILITACIÓN BUCAL**

**TUTOR**

**M.C.B. Gabriela Solano Villarruel**

**Aguascalientes, Ags., 17 de Junio del 2013**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES



ANIVERSARIO  
UAA

AURELIO DE JESÚS ROSALES RAMOS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS  
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que ha cumplido con los siguientes requisitos; a) Participación como ponente en un congreso, b) Asistente a dos congresos de su área de formación, c) La aceptación o publicación de un artículo. d) Su trabajo de tesis, titulado:

**“ESTUDIO DE LOS IRRIGANTES ENDODÓNTICOS SOBRE UN CEMENTO AUTOADHESIVO EN LA DENTINA RADICULAR”**

Los requisitos para su titulación han sido revisados y aprobados por su tutor y el consejo académico, se autoriza continuar con los trámites para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Biomédicas, área Rehabilitación Bucal**.

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo

**ATENTAMENTE**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**

Aguascalientes, Ags., 17 de junio del 2013.

**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

ccp. C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez / Jefe de Departamento de Control Escolar.  
ccp. Mtra. Guadalupe Valdés Reyes / Jefa de Departamento de Apoyo al Posgrado.  
ccp. Archivo.





**DICTAMEN DE REVISIÓN DE LA TESIS / TRABAJO PRÁCTICO**

DATOS DEL ESTUDIANTE	
NOMBRE: AURELIO DE JESÚS ROSALES RAMOS	ID (No. de Registro): 16635
PROGRAMA: MAESTRIA EN CIENCIAS BIOMEDICAS	ÁREA: REHABILITACION BUCAL
TUTOR/TUORES: GABRIELA SOLANO VILLARUEL	
TESIS ( XX )	TRABAJO PRÁCTICO ( )
OBJETIVO: ESTUDIO DE LOS IRRIGANTES ENDODÓNTICOS SOBRE UN CEMENTO AUTOADHESIVO EN LA DENTINA RADICULAR	
DICTAMEN	
CUMPLE CON CRÉDITOS ACADÉMICOS:	( X )
CONGRUENCIAS CON LAS LGAC DEL PROGRAMA:	( X )
CONGRUENCIA CON LOS CUERPOS ACADÉMICOS:	( X )
CUMPLE CON LAS NORMAS OPERATIVAS:	( X )
COINCIDENCIA DEL OBJETIVO CON EL REGISTRO:	( X )

Aguascalientes, Ags. a 13 de JUNIO de 2013

**FIRMAS**

  
DR. DAVID MASUOKA ITO  
 CONSEJERO ACADÉMICO DEL ÁREA

  
MCO JAIME BERNAL ESCALANTE  
 SECRETARIO TÉCNICO DEL POSGRADO

  
DR. LUIS FERNANDO BARBA GALLARDO  
 SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN  
 Y POSGRADO

Código: FO-040200-23  
 Revisión: 00  
 Emisión: 21/02/11

**DR. RAUL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente como Tutor designado del estudiante **Aurelio de Jesús Rosales Ramos** con ID **16635** quien realizó la tesis titulada: **Estudio de los irrigantes endodónticos sobre un cemento autoadhesivo en la dentina radicular**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Por lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, nos permitimos enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**"Se Lumen Proferre"**

**Aguascalientes, Ags., a 12 de Junio del 2013.**

  
**M.C.B. Gabriela Solano Villarruel**

**Tutora de Tesis**

## **Agradecimiento**

En primer lugar quiero agradecer a esta institución a la cual le he dedicado la mitad de mi vida, al igual que a todas las personas que me apoyaron sin cuestionamientos sobre mi desempeño para que este gran proyecto de vida pudiera concluir, entre estas personas esta mi tutora que siempre estuvo al pie del cañón esperando ver mejorías en mi desempeño como alumno, también quiero agradecer a mis excelentes maestros que sin ellos no hubiera podido llegar hasta donde estoy, ya que con sus conocimientos y experiencia aportados pude aprender y valorar lo bonita que es nuestra profesión haciéndome una persona más responsable.

En segunda lugar quiero agradecer a mi novia, colegas, compañeros, amigos y personal de la universidad que estuvieron al pendiente de mí apoyándome y escuchándome sin juzgar ni poner en duda mis capacidades como alumno.

En tercer lugar quiero agradecer a las personas que pensaron que no podría concluir con mi preparación, a ellos les debo que me dieran el valor y la fuerza para seguir adelante.

## **Dedicatoria**

Dedico este gran trabajo en primer lugar a mis padres y a mi hermana, en segundo lugar a toda mi familia que estuvieron al pendiente de todos mis avances hasta las últimas instancias, aportándome confianza y conocimiento para que este proyecto fuera terminado con éxito.



## Índice General

<b>RESUMEN .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>8</b>
1.1. Introducción .....	8
1.2. Planteamiento del Problema .....	10
1.3 Justificación .....	12
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>13</b>
2.1 Marco Teórico.....	13
2.1.1 Restauración de los dientes tratados endodónticamente.....	13
2.1.2 Diferencias en los dientes tratados endodónticamente .....	13
2.1.3 Planificación del tratamiento restaurador de los dientes tratados endodónticamente .....	14
2.1.4 Postes de fibra de vidrio.....	14
2.1.5 Irrigantes endodónticos.....	16
2.1.5.1 Requisitos ideales de los irrigantes endodonticos.....	17
2.1.5.2 Irrigantes proteolíticos. ....	18
2.1.5.3 Detergentes .....	19
2.1.5.4 Irrigantes descalcificantes.....	19
2.1.5.5 Solución salina isotónica .....	21
2.1.6 Barrillo dentinario (smear layer).....	21
2.1.7 Estructura del diente .....	22
2.1.8. Principios generales de adhesión .....	24
2.1.8.1 Características del adhesivo.....	26
2.1.8.2 Factores de los que depende la adhesión .....	27
2.1.8.3 Dependiendo del adhesivo .....	28
2.1.8.4 Dependientes del biomaterial.....	29
2.1.8.5 Del profesional y del personal auxiliar .....	29
2.1.8.6 De los fabricantes.....	29

2.1.8.7 Propiedades superficiales.....	29
2.1.9 Propiedades de la dentina como sustrato adhesivo.....	30
2.1.10 Evolución de los adhesivos.....	31
2.1.10.1 Primera generación.....	31
2.1.10.2. Segunda generación.....	32
2.1.10.3 Tercera generación.....	33
2.1.10.4. Cuarta generación.....	34
2.1.10.5 Quinta generación.....	36
2.1.10.6. Sexta generación.....	37
2.1.10.7 Séptima generación.....	39
2.1.11 Componentes fundamentales de los sistemas adhesivos.....	40
2.1.12 Cementos de resina.....	41
2.1.13 Cementos de resina auto-adhesivos.....	42
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>45</b>
3.1. Hipótesis.....	45
3.2. Objetivos.....	45
3.2.1. Objetivo General.....	45
3.2.2. Objetivos Específicos.....	45
3.3. Variables.....	46
3.3.1. Variables independientes.....	46
3.2.2. Variables dependientes.....	46
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>48</b>
4.1 Materiales y Métodos.....	48
4.1.1 Metodología.....	48
4.1.2 Instrumentos de medición.....	49
4.1.3 Material e instrumental.....	49
4.1.4 Procedimiento.....	51
4.1.5 Análisis estadístico.....	60
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>61</b>
5.1 Resultados.....	61
5.2. Discusión.....	69



5.3. Conclusiones..... 76  
**GLOSARIO.....78**  
**BIBLIOGRAFÍA ..... 81**



## Índice de Tablas

Tabla 1. Presencia o ausencia de capa híbrida de los cuatro grupos de estudio .....	66
Tabla 2. Penetración del cemento auto – adhesivo.....	68



## Índice de figuras y gráficas

Fig. 1 Selección de órganos dentarios .....	51
Fig. 2 Sección de las coronas.....	52
Fig. 3 Instrumentación de los conductos radiculares.....	53
Fig. 4 Obturación de los conductos radiculares.....	53
Fig. 5 Preparación de los espacios para los postes. ....	54
Fig. 6 Irrigación de los conductos desobturados.....	56
Fig. 7 Silanización de los postes de fibra de vidrio. ....	56
Fig. 8 Colocación del cemento de resina auto-adhesivo a los postes de fibra de vidrio.....	57
Fig. 9 Postes cementados.....	57
Fig. 10 Sección de las muestras.....	58
Fig. 11 Pulido de las muestras seccionadas. ....	58
Fig. 12 Descalcificación de las muestras (ácido fosfórico al 37% /10 sec).....	59
Fig. 13 Muestras en etanol al 96% / 2 minutos en ultrasonido.....	59
Fig. 14 Baño en oro de las muestras .....	59
Fig. 15 Microscopio Electrónico de Barrido .....	60
Fig. 16 Grupo. A. Solución fisiológica.....	62
Fig. 17 Grupo. B. EDTA 17%. ....	63
Fig. 18 Grupo. C. EDTA 17% / Sol. Fisiológica.....	64
Fig. 19 Grupo. D. EDTA 17% / NaOCl 2,5% / Sol. Fisiológica.....	65
Fig. 20 Presencia y ausencia de capa híbrida.....	75
Gráfica 1 Composición del cemento de resina .....	44
Gráfica 2 Existencia de capa híbrida .....	67
Gráfica 3 Frecuencia de presencia o ausencia de capa híbrida para los cuatro grupos de estudio.....	67

## RESUMEN

**Introducción:** La utilización de irrigantes y cementos de resina auto - adhesivos, se ha convertido en un procedimiento rutinario en la Odontología Restauradora. Los irrigantes y agentes químicos utilizados en endodoncia actúan modificando la estructura de la dentina radicular; todos varían en eficiencia relativa que no se demuestra con claridad en el uso clínico, por lo que la mayor parte de la información es teórica. **Objetivo:** Estudiar la interacción de la dentina radicular con un cemento de resina auto –adhesivo (RelyX™ U100, 3M ESPE Seefeld) bajo tres tipos de irrigantes endodónticos (EDTA, NaOCl y Sol. Fisiológica) en combinación y por separado y observar la formación de una capa híbrida después de haber cementado el poste de fibra de vidrio bajo microscopía electrónica de barrido. **Metodología:** A 40 dientes humanos extraídos se les seccionó la corona a nivel de la unión amelo cementaria, se dividieron en 4 grupos de estudio de 10 muestras cada uno, posteriormente se les realizó tratamiento de endodoncia, se desobturaron con la fresa del kit del sistema de postes hasta 5 mm del ápice. El grupo A fue irrigado con solución fisiológica, el grupo B con NaOCl al 2,5 %, el grupo C con EDTA al 17% / Sol. Fisiológica y el grupo D con EDTA al 17% / NaOCl al 2,5 % / Sol. Fisiológica. Después fueron cementados los postes de fibra de vidrio con un cemento de resina auto –adhesivo bajo el protocolo del fabricante. Se seccionaron y se prepararon las muestras para observarlas al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Para los datos se utilizó la prueba de Chi - cuadrado con un nivel de significancia (P) de 0.05. **Resultados:** Al realizarse las comparaciones entre los grupos de estudio se obtuvo que el protocolo de irrigación del grupo C se observó un 40 % de ausencia de capa híbrida y un 60 % de presencia de capa híbrida. Determinándose que existe diferencia estadística significativa entre los grupos ( $p < 0.05$ ). La formación de capa híbrida fue mayor en el grupo donde se utilizó el protocolo de EDTA al 17 % / Sol. Fisiológica. **Conclusiones:** El protocolo de irrigación con EDTA al 17% utilizado durante 1 minuto es suficientemente efectivo para eliminar el barrillo dentinario y desmineralizar la dentina sin erosionarla, seguido de una irrigación de solución fisiológica durante 60 segundos para eliminar los residuos del EDTA favoreciendo la infiltración de los túbulos con resina formando una capa híbrida.

**Palabras Clave:** Irrigantes, cemento auto –adhesivo, dentina radicular, poste de fibra, capa híbrida.

## ABSTRACT

**Introduction:** The use of irrigants and self – adhesive resin cements, has become a routine procedure in Restorative Dentistry. Irrigants and chemicals used in endodontics act by modifying the structure of the root dentine, all relative efficiency varies not clearly demonstrated in clinical use, so most of the information is theoretical **Objective:** To study the interaction of root dentin with a self-adhesive resin cement (RelyX U100 | , 3M ESPE Seefeld) under three types of endodontic irrigants (EDTA, NaOCl and Physiological Sol.) in combination and separately and observe the formation hybrid layer after the post bonding fiberglass under scanning electron microscopy. **Methodology:** 40 extracted human teeth were sectioned at the crown of the cemento – enamel junction, were divided into 4 study groups of 10 samples each, subsequently underwent endodontic treatment, the roots canals were enlarged using the drill provide by the manufacturer of the posts system to 5 mm from the apex. Group A was irrigated with physiological Sol, group B with NaOCl 2.5%, group C with EDTA 17% / Physiological sol. and group D with EDTA 17% / NaOCl 2.5% / Physiological Sol. After the posts of fiberglass were cemented with a resin cement self-adhesive under the manufacturer's protocol. Were sectioned and prepared samples to be observed by scanning electron microscope (SEM). For the data we used the Chi - square with a level of significance (P) of 0.05. **Results:** In making comparisons between the study groups was obtained that the irrigation protocol group C showed a 40% absence of hybrid layer and 60% presence of hybrid layer. Determining that there is statistically significant difference between groups ( $p < .05$ ). The hybrid layer formation was higher in the group where the protocol was used EDTA 17%/ Physiological Sol. **Conclusions:** The irrigation with 17% EDTA 17% for 1 minute used is powerful enough to remove the smear layer and demineralized dentin without erode, followed by a saline irrigation for 60 seconds to remove residual EDTA favoring infiltration tubules with resin to form a hybrid layer.

**Key words:** irrigants, self – adhesive cement, root dentin, fiber posts, hybrid layer.

## CAPÍTULO I

### 1.1. Introducción

La utilización de irrigantes y cementos de resina auto - adhesivos, se ha convertido en un procedimiento rutinario en la Odontología restauradora. El objetivo de la endodoncia y la posterior restauración, es mantener los dientes naturales con la máxima función y con una estética satisfactoria.

Los dientes tratados endodónticamente son estructuralmente diferentes de los dientes vitales no restaurados y requieren una reconstrucción adecuada a dicha situación, que compense los siguientes cambios: <sup>1</sup> pérdida de estructura dentaria, <sup>2</sup> alteración de las características físicas y <sup>3</sup> alteración de las características estéticas <sup>1</sup>.

La limpieza eficaz de los conductos y el sellado apical son requisitos esenciales para la restauración del diente no vital. Asimismo, el sellado de la restauración coronal y de los componentes subyacentes es crucial para la salud endodóntica del diente a largo plazo. En estos dientes el éxito clínico a largo plazo depende de la adecuada integración tanto de la disciplina endodóntica como de la integración de la restauración <sup>1</sup>.

Los irrigantes y agentes químicos utilizados en endodoncia actúan modificando la estructura de la dentina radicular <sup>2, 3, 4, 5, 6, 7</sup>; todos varían en eficiencia relativa que no se demuestra con claridad en el uso clínico, por lo que la mayor parte de la información es teórica <sup>8</sup>. La concentración, la temperatura ideal, la frecuencia de aplicación y los métodos de suministro de los irrigantes, junto con el tiempo requerido para que esas soluciones limpien a conciencia un conducto radicular instrumentado, son objeto de investigación continua. De hecho, se ha demostrado que la alteración, entre tipos específicos de soluciones, o su uso en combinación, mejora la eficacia limpiadora <sup>1, 2, 4, 6, 9</sup>.

Los postes de fibra son ampliamente utilizados para restaurar dientes tratados endodónticamente en alternativa a los postes prefabricados o metálicos. Una de las ventajas de postes de fibra es el módulo de elasticidad similar a la dentina. Esto permite reducir la transmisión de tensión a las paredes del conducto radicular y el riesgo de fracturas verticales. Además, los postes de fibra de vidrio son biocompatibles y no se corroen<sup>1,10,11,12,13,14</sup>.

Una característica del material restaurador, es su adhesión a la estructura dental<sup>8, 10, 15, 16, 27</sup>. La adhesión a la dentina puede ser afectada por varios factores. Los irrigantes químicos utilizados durante la preparación del conducto radicular que puede alterar la composición química de la superficie de la dentina<sup>5, 6, 9, 17, 27</sup>.

El éxito de la técnica adhesiva restauradora en la dentina radicular se asocia directamente con la calidad de hibridación producida por la infiltración del sistema adhesivo dentro del substrato de la dentina desmineralizada<sup>10</sup>.

Los cementos de resina auto-adhesivos fueron introducidos al mercado hace más de una década con la novedad de que no requieren ningún tratamiento en la superficie de los dientes o restauraciones, por lo que se dice que son más fáciles de manejar y tienen una fuerza de unión clínicamente eficaz<sup>11, 12, 14, 18, 19, 21, 23</sup>. Esto conduce a un procedimiento de cementación simplificada y ahorro de tiempo en el sillón dental<sup>19, 20, 22, 23</sup>, con un mecanismo de unión basado en una retención micromecánica y adhesión química<sup>14</sup>. Los cementos de resina auto-adhesivos contienen monómeros hidrófilos multifuncionales con grupos de ácido fosfórico, que reaccionan con la hidroxiapatita y penetran modificando la capa de barrillo dentinario<sup>11, 12, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23</sup>. La interacción química entre los monómeros ácidos y la hidroxiapatita asegura la adherencia de los cementos auto-adhesivos a la dentina<sup>14</sup>. RelyX Unicem fue el primer cemento auto-adhesivo de resina que se introdujo en el mercado, y su uso en la cementación de postes de fibra ha sido investigado ampliamente<sup>12, 19, 21, 22</sup>.

Se ha informado que los cementos de resina auto-adhesivos proporcionan una fuerza de unión equivalente a los cementos convencionales de resina a la dentina <sup>18</sup>.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

Actualmente en la odontología restauradora existe el creciente interés por desarrollar nuevos materiales de uso dental, que provean una mayor adhesión a los tejidos dentales, y en la carrera frenética de las casas comerciales por llegar a dicho objetivo, nos hemos visto bombardeados por una cantidad inmensa de materiales, claro está, cada uno de ellos promete ser la solución a todos los problemas, cada vez con instrucciones de uso más simplificadas, pero la realidad es; ¿Realmente estos materiales cumplen lo prometido?, es por ello que trabajos experimentales se hacen a estos productos para ponerlos a prueba.

El objetivo principal de los cementos de resina auto-adhesivos es lograr la adhesión a la estructura dental que tiene la finalidad de sellar la interface (diente – material restaurador), creando con esto la eliminación de la penetración de bacterias y por lo tanto el riesgo de caries secundaria, así como pigmentación marginal. Con la creación de varios sistemas de adhesión, es indispensable crear métodos donde podamos evaluar las características de los materiales <sup>15</sup>.

En la restauración de los dientes endodónticamente tratados se deben tener en cuenta aspectos como el tipo de restauración a realizar en cada caso, el material más apropiado a utilizar para dicha restauración, así como el poste ideal a usar en caso de requerirlo. Se recomienda protocolizar el tipo de restauración a realizar en los dientes endodonciados para poder proporcionar al diente excelentes propiedades físicas, mecánicas y estéticas. <sup>13</sup>.

En la odontología restauradora se han realizado estudios anteriormente acerca de la eliminación del barro dentinario generado por los instrumentos rotatorios al desobturar el conducto y la simplificación de pasos de los cementos auto-adhesivos al igual que la



capacidad de acondicionar la dentina radicular eliminando o disolviendo la capa de barrillo dentinario y favorecer la adhesión.

La instrumentación del sistema de conductos radiculares se debe complementar siempre con un método de irrigación capaz de eliminar los restos del tejido pulpar y los residuos de dentina <sup>1</sup>.

Los irrigantes endodónticos y los materiales cementantes se han convertido en un procedimiento rutinario de uso e investigación en la práctica diaria en la odontología restauradora, por lo que siempre existe la inquietud de encontrar, desarrollar o mejorar un material restaurador que se pueda considerar como el material ideal.

Los cementos de resina auto-adhesivos no requieren pretratamiento de la dentina y no utilizan un sistema de adhesivo, reduciendo así el número de pasos de la aplicación, acortando el tiempo clínicamente por la simplicidad de su técnica de uso, minimizando errores en el procedimiento <sup>20</sup>.

En el presente estudio se planea conocer si la aplicación de diferentes protocolos endodónticos de irrigación previos a la cementación de una restauración intraradicular con endopostes de fibra de vidrio, influyen en la formación de una hibridación entre el cemento auto-adhesivo y la dentina radicular.

### **1.3 Justificación**

Dado el advenimiento de nuevas generaciones de materiales cementantes y la diversidad de materiales utilizados en el tratamiento endodóntico, es importante determinar el efecto que los irrigantes tienen sobre la dentina radicular y de igual forma el efecto sobre los materiales utilizados para cementar un endoposte. Se debe contar con evidencia científica para poder determinar si la aplicación de ciertos materiales resulta favorable o desfavorable al combinarlo con otros.

Con este estudio se trata de probar qué tipo de irrigante es el más óptimo para acondicionar la dentina radicular y que haya la formación de una capa híbrida.

Cómo influyen químicamente y mecánicamente los irrigantes a la adhesión del cemento de resina auto-adhesivo.

Será de gran utilidad conocer la influencia que ejercen los irrigantes endodónticos en la adhesión del cemento auto-adhesivo y de esta forma determinar si los protocolos utilizados regularmente durante la manipulación de estos materiales afectan o benefician el resultado final en la restauración de los dientes reconstruidos con endopostes cementados con un cemento de resina auto-adhesivo (RelyX™ U100 3M ESPE Seefeld, Alemania).

Con los resultados obtenidos conoceremos si los protocolos utilizados actualmente proporcionan buenos resultados en la formación de una capa híbrida (RelyX™ U100 3M ESPE Seefeld, Alemania) o si deberán modificarse para mejorar las propiedades adhesivas.

## **CAPÍTULO II.**

### **2.1 Marco Teórico**

#### **2.1.1 Restauración de los dientes tratados endodónticamente**

El objetivo de la endodoncia y la posterior reconstrucción es mantener los dientes naturales con la máxima función y con una estética satisfactoria. La restauración de los dientes tratados endodónticamente reemplaza la estructura dentaria perdida, mantiene la función y la estética, y protege frente a las fracturas y la infección. La limpieza eficaz de los conductos y el sellado apical son requisitos esenciales para la restauración del diente no vital. Asimismo, el sellado de la restauración coronal y de los componentes subyacentes es crucial para la salud endodóntica del diente a largo plazo. En estos dientes el éxito clínico a largo plazo dependen de la adecuada integración tanto de la disciplina endodóntica como de la integración de la restauración.

#### **2.1.2 Diferencias en los dientes tratados endodónticamente**

Los dientes tratados endodónticamente son estructuralmente diferentes de los dientes vitales no restaurados y requieren una reconstrucción adecuada a dicha situación. Los principales cambios incluyen (a) pérdida de estructura dentaria, (b) alteración de las características físicas y (c) alteración de las características estéticas<sup>13</sup>. Los frecuentes hallazgos clínicos que muestran un aumento de la susceptibilidad a la fractura y una disminución de la transparencia en los dientes no vitales, son el resultado combinado de estos cambios. Las restauraciones de los dientes tratados endodónticamente se diseñan para compensar estos cambios<sup>1</sup>.

### **2.1.3 Planificación del tratamiento restaurador de los dientes tratados endodónticamente**

En todos los cambios que acompañan al tratamiento endodóntico influyen la selección de los materiales de restauración y el tratamiento de los dientes endodonciados propiamente dicho. Entre las consideraciones importantes se incluyen:

1. La cantidad de estructura dentinaria residual.
2. La posición anatómica del diente.
3. Las fuerzas de oclusión sobre el diente.
4. Los requerimientos de restauración del diente.
5. Los requerimientos estéticos del diente.

Las diferentes combinaciones de estos factores determinan cuándo están indicados los postes, los muñones o las coronas, y guían la selección de casa uno de ellos. La planificación de la restauración para los dientes tratados endodónticamente debe tener en cuenta estas consideraciones clínicas y los diferentes materiales y procedimientos diseñados según ellas. Existen componentes de restauración endodóntica disponibles con diferentes propiedades físicas y estéticas. La creación de un diente resistente, funcional y de apariencia natural requiere la adecuada comprensión de estas propiedades y la selección de la mejor combinación para cada caso. La revisión de numerosos estudios previos concluye que “ de todos los factores, el diseño de la corona, la fuerza de oclusión y la funcionalidad del diente tratado tiene un impacto directo sobre la longevidad”. Los dientes, por supuesto, no se incluyen en categorías separadas, ni existe un único sistema de restauración válido para todas las situaciones <sup>1</sup>.

### **2.1.4 Postes de fibra de vidrio**

Los postes de fibra de vidrio han sido originalmente introducidos, como alternativa a los postes metálicos <sup>11</sup>. A pesar de las superiores propiedades físicas de los postes de metal,

estos postes se han propuesto como alternativa para satisfacer las demandas estéticas clínicas <sup>12</sup>. Junto a una mejorada calidad estética, los postes de fibra de vidrio permiten una uniforme distribución de los estreses a nivel de la raíz del diente gracias al módulo de elasticidad similar al de la dentina <sup>10</sup>. Las ventajas relacionadas con la utilización de los postes de fibra de vidrio se reflejan también en el ahorro de tiempo durante los tratamientos <sup>13</sup>. Estos postes están constituidos de fibra de vidrio dispuestas de forma unidireccional en una matriz de resina. Resina de polímeros epóxicos con un alto grado de conversión del monómero y una estructura altamente reticulada, que utilizan adhesivos dentinarios basados en metacrilato y cementos de resina <sup>24</sup>.

Los cementos resinosos se utilizan a menudo para el cementado de postes de fibra de vidrio, ya que ambos poseen un módulo de elasticidad similar al de la dentina permitiendo una disminución de la concentración de estrés y del riesgo de fractura radicular <sup>10</sup>. Se observó una mayor retención de los postes y resistencia a la fractura de los dientes endodonciados cuando se cementaron los postes con materiales resinosos en lugar de cementos convencionales. A pesar del desarrollo de nuevos materiales para mejorar la adhesión en el conducto radicular, en la mayoría de los casos el fracaso de las restauraciones con postes de fibra depende de la pérdida de retención a nivel de la interfase cemento / dentina <sup>24,25</sup>, llevando a presumir que la dentina radicular es un sustrato adhesivo poco favorable si se compara con la dentina coronal <sup>24,26</sup>. Algunos autores han informado que el fracaso de las restauraciones con postes de fibra cementados adhesivamente, pueden ocurrir también por el fallo de la unión entre postes y cementos <sup>12</sup>.

Según la naturaleza del tratamiento, hay tres clases de procedimientos: químicos (a través de la aplicación de agentes de acoplamiento silano o sistemas adhesivos), mecánicos (como el arenado o la grabación ácida) y químico-mecánicos (a través del uso combinado de los dos tratamientos anteriores).

Estos tratamientos han sido considerados ventajosos para mejorar la adhesión a los materiales resinosos de restauración y cementado y por lo tanto se teoriza que se pueden ser válidos para mejorar la retención de postes cementados con cementos auto-adhesivos. El

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

poder disponer de postes de fibra pre- tratados, sin la necesidad de aplicar agentes silanos o adhesivos durante las etapas de cementado y de cementos universales, representa sin duda una estrategia deseable para simplificar las técnicas adhesivas indirectas. Son todavía necesarios estudios a largo plazo para así poder realmente recomendar su utilización clínica.

Existen varios factores que afectan la retención del poste dentro de los conductos radiculares, tales como el tiempo de la preparación del espacio del poste y cementación, el tipo de poste y su adaptación en el espacio de entrada, el tipo de cemento endodóntico, adhesivo y sistema cementante, y procedimientos operativos. Por otra parte, los factores desfavorables en la configuración de la cavidad que se encuentran dentro de los espacios de los postes, además de la alta contracción de pared a pared experimentado en la unión de los postes son incluso un mayor desafío para el protocolo de unión en las paredes del conducto radicular <sup>10</sup>.

### **2.1.5 Irrigantes endodónticos**

En el tratamiento de endodoncia, la limpieza es remover todo el contenido del sistema radicular antes y después de conformarlo. El éxito de la limpieza es el uso de instrumentos para físicamente remover las sustancias irritantes del sistema radicular de los materiales que fueron desprendidos, y químicos para disolver los restos de contenido en regiones inaccesibles <sup>3</sup>. Las soluciones irrigadoras también proveen un fuerte debridamiento, lubricación y destrucción de microbios así como la disolución del resto de los tejidos <sup>6</sup>. Durante la irrigación, la dentina coronal y radicular y el esmalte son expuestas a soluciones. Esto podría causar alteraciones en la dentina y en la superficie del esmalte y en efecto a la interacción con los materiales utilizados para la obturación y restauraciones coronarias pero también inhibe la resistencia para el ingreso bacterial y permiten la micro filtración coronal <sup>3,6</sup>.

En los sistemas de tratamiento moderno, el líquido de irrigación se suministra mediante de una aguja de calibre fino, en gran volumen, y los restos se aspiran con un buen dispositivo

de succión. Una irrigación abundante es esencial para el funcionamiento efectivo de las limas <sup>2</sup>. Sin irrigación, los instrumentos pierden rápidamente eficacia debido a la acumulación de residuos <sup>1</sup>. La irrigación también es esencial para reducir el número de bacterias en un conducto radicular infectado, pero solo tiene un efecto antimicrobiano mínimo sobre la pared del conducto <sup>2, 3, 6, 7, 17, 27</sup>. En consecuencia, el efecto antimicrobiano del líquido de irrigación no debe ser el único aspecto a considerar para elegir entre productos adecuados. La tensión superficial y la efectividad de la limpieza son cualidades igualmente importantes <sup>1</sup>.

Los compuestos de amonio cuaternario, que tienen una tensión superficial baja, se han usado como líquido de irrigación. Son detergentes y, por tanto, proporcionan una ayuda efectiva para limpiar el espacio pulpar, puesto que eliminan los productos del catabolismo de los lípidos pulpares. Ahora se emplean menos, debido a su toxicidad. Los compuestos de amonio cuaternario se siguen usando como aditivos para el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en el producto EDTAC (EDTA y cetrimida) para obtener efectos antimicrobianos <sup>1</sup>.

El NaOCl se ha convertido en el irrigante preferido <sup>2, 5</sup>. Su intenso efecto proteolítico lo convierte en una ayuda excelente durante la instrumentación <sup>7,27</sup>. La clorhexidina también se ha sugerido como irrigante, pero ofrece pocas ventajas en comparación con el NaOCl durante la instrumentación <sup>2</sup>. La solución al 2% de clorhexidina se ha mostrado más eficaz contra *Enterococcus faecalis* que el hipoclorito sódico. La clorhexidina se diferencia del hipoclorito sódico en que es poco tóxica y no disuelve los tejidos <sup>8</sup>. Si se aplica a la dentina, se une con efectividad a la hidroxiapatita, lo que proporciona un reservorio duradero de clorhexidina después de completar el tratamiento. Se ha dicho que su efecto a largo plazo puede ser útil para reducir las consecuencias de la filtración coronal postoperatoria <sup>27</sup>.

### **2.1.5.1 Requisitos ideales de los irrigantes endodonticos.**

1. Tener un antimicrobiano de amplio espectro y alta eficacia contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms,

2. Disolver restos de tejido pulpar necrótico,
3. Inactivar endotoxinas,
4. Impedir la formación de una capa de smear layer durante la instrumentación o disolverla una vez que se ha formado,
5. No ser tóxicos sistémicamente,
6. No ser cáustico para los tejidos periodontales,
7. Tener poco potencial de causar una reacción anafiláctica <sup>2,9</sup>.

### **2.1.5.2 Irrigantes proteolíticos.**

La sustancia proteolítica más común usada para la irrigación es el NaOCl <sup>2, 5, 7, 27</sup>, que se convirtió en un producto importante para el tratamiento de las heridas infectadas a principios del siglo XX <sup>2,9</sup>. El tejido necrótico y los residuos se disuelven a través de un proceso bioquímico complejo <sup>5</sup>. La cantidad de clorina libre es importante para esa descomposición de las proteínas en grupos aminos. La temperatura aumentada también potencia el efecto antimicrobiano y de disolución de los tejidos del NaOCl <sup>1</sup>.

La concentración original sugerida por Dakin era del 0,5, pero en odontología se han empleado concentraciones de hasta 5,25%. Sin embargo, la concentración del 1% proporciona una disolución tisular y un efecto antimicrobiano suficientes si se emplea en abundancia. Las concentraciones más elevadas de NaOCl afectan los tejidos vivos, y no mejoran el efecto antibacteriano durante el tratamiento endodóncico <sup>2</sup>.

Se ha intentado modificar la tensión superficial del NaOCl sin éxito significativo. Se ha demostrado que el NaOCl también depleciona los compuestos orgánicos de la dentina y aumenta de modo significativo la permeabilidad de la misma <sup>1</sup>.

El hipoclorito sódico y el peróxido de hidrógeno liberan radicales libres de oxígeno y pueden reducir la adhesión de la resina a la dentina. El alcohol, clorhexidina, suero salino, EDTA, anestésico y ascorbato sódico no parecen afectar a la fuerza de unión de la dentina,



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

e incluso pueden eliminar o anular los radicales libres de oxígeno <sup>1</sup>. En un estudio en el que se evaluaron los efectos de varios irrigantes sobre la fuerza de adhesión en dentina radicular de un sistema adhesivo de auto-gravado se concluyó que la aplicación de 2% de clorhexidina seguido por una aplicación de EDTA al 17% presento aumento en la resistencia de la unión del sistema de auto-gravado <sup>27</sup>.

### **2.1.5.3 Detergentes**

Los detergentes se emplean con frecuencia como soluciones de irrigación debido a que son muy efectivos para eliminar los residuos del tejido graso, que quedan como productos colaterales de la necrosis tisular. Los productos utilizados con más frecuencia pertenecen a la familia de compuestos del amonio cuaternario. Estas sustancias se consideraron hace tiempo óptimas para la terapia antimicrobiana y efectiva a concentraciones muy bajas. Se ha demostrado que tal concepto era erróneo; en realidad, estos productos tienen una toxicidad similar a las de otras soluciones de irrigación, y poseen un espectro bactericida bastante limitado. Los antisépticos derivados del amonio cuaternario se emplean en solución acuosa a concentraciones entre 0,1 y el 1%. Otro grupo de sustancias antimicrobianas con efectos detergentes son los yodóforos. Tales productos con yodo orgánico resultan eficaces a concentraciones bajas. Se muestran efectivos como antimicrobianos con una concentración de yodo del 0,05% (volumen /volumen). Los detergentes también se ha mezclado con hidróxido cálcico para utilizarlos como soluciones de irrigación <sup>1</sup>.

### **2.1.5.4 Irrigantes descalcificantes**

Mientras que el hipoclorito de sodio aparenta ser el irrigante endodóntico más utilizado, este no puede disolver las partículas inorgánicas de la dentina pero este previene la formación de la capa de barrillo dentinario durante la instrumentación <sup>2,9</sup>.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

No existen datos científicos para decidir si esa capa debe eliminarse o no. Sin embargo, existe una multitud de opiniones en uno y otro sentido. Además de los ácidos débiles, entre las soluciones usadas para eliminar el barrillo dentinario se incluye peróxido de carbamida, diacetato de aminoquinaldinio y EDTA. De este acuerdo con estudios objetivos, el peróxido de carbamida y el diacetato de aminoquinaldino parecen tener poco efecto sobre la acumulación de barro dentinario <sup>1</sup>.

La sal disódica de EDTA es generalmente considerada como el agente quelante más efectivo y con grandes propiedades lubricantes utilizada ampliamente en la terapia endodóntica. Se utiliza para ampliar los conductos radiculares, remover la capa de barrillo dentinario y preparar las paredes dentinales para una mejor adherencia en los materiales de relleno <sup>4</sup>.

El EDTA se aconseja con frecuencia como solución de irrigación, puesto que tiene la capacidad de quelar y eliminar la porción mineralizada de la capa de barrillo dentinario <sup>1, 2, 3, 4, 7, 9, 27</sup>. Si se emplea en cantidades mayores, puede descalcificar una capa de hasta 50  $\mu\text{m}$  de pared del conducto radicular <sup>1</sup>. El EDTA se usa habitualmente a una concentración del 17 % <sup>2, 9</sup>. Elimina el barrillo dentinario de menos de un 1 minuto si el líquido es capaz de alcanzar la superficie de la pared del conducto radicular. Bajo condiciones clínicas, diversos informes sugieren que el líquido debe permanecer en el conducto radicular durante por lo menos 15 minutos para proporcionar resultados óptimos. Es ampliamente recomendado que bajo condiciones clínicas, EDTA y NaOCl debería ser aplicado en un volumen de 10 ml; sin embargo no hay duración aceptada para su aplicación <sup>4</sup>. El proceso de descalcificación es auto limitado, debido a que el quelador se consume. Para conseguir un efecto continuo, el EDTA debe sustituirse con una irrigación frecuente <sup>1</sup>. Para la preparación del conducto radicular, el EDTA tiene valor limitado como sustancia de irrigación. La solución de EDTA tiene un efecto de desmineralización fuerte que provoca el agrandamiento de los túbulos dentinarios, ablandamiento de la dentina y la desnaturalización de las fibras de colágeno. Estos efectos pueden causar dificultad en la obturación del conducto radicular para los materiales en las paredes del conducto <sup>4</sup>.

El smear layer (barrillo dentinario) comprende un componente orgánico y otro inorgánico. Para eliminar con efectividad el barrillo dentinario, no suele ser suficiente el EDTA por sí solo; se debe añadir un componente proteolítico (p. ej., NaOCl) para eliminar el componente orgánico de la capa de barrillo dentinario <sup>1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 27</sup>.

#### **2.1.5.5 Solución salina isotónica**

La solución salina isotónica ha sido recomendada por algunos pocos investigadores como el líquido irrigador que minimiza la irritación y la inflamación de los tejidos. En concentración isotónica, la solución salina no produce daños conocidos en los tejidos y se ha demostrado que expelle los detritos de los canales con tanta eficacia como el hipoclorito de sodio. La solución salina produce gran desbridamiento y lubricación. La solución salina isotónica estéril se comercializa en envases de 1 litro de aplicación intravenosa que se puede dosificar y utilizar en tratamientos individuales. La irrigación con solución salina únicamente sacrifica la destrucción química de la materia microbiológica y la disolución de los tejidos mecánicamente inaccesibles (canales accesorios, puentes intercanaliculares, etc.) La solución salina isotónica es demasiado débil para limpiar los canales a conciencia.

#### **2.1.6 Barrillo dentinario (smear layer).**

El barrillo dentinario está formado por una mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos, presentes en las paredes del conducto radicular después de la instrumentación, Al microscopio electrónico tiene un aspecto amorfo, irregular y granular con limaduras dentinales, residuos tisulares, procesos odontoblásticos y (en conductos radiculares previamente infectados) elementos microbianos. El barro dentinario se forma por desprendimiento y recalentamiento de componentes superficiales de la pared dentinaria durante la preparación del conducto.

El barrillo dentinario esta descrito (a). sobre la superficie de la dentina, y (b). empaquetado en los túbulos dentinarios resultado de la instrumentación durante la preparación del conducto. Se discute si se debe eliminar o no antes de la obturación <sup>1</sup>.

Los métodos para eliminar el barrillo dentinario antes de la obturación se han centrado en la forma primaria en el uso de un producto quelador (ácido etilenediaminotetraacético disódico (EDTA) o un ácido débil (p. Ej., ácido cítrico al 10%), seguido de un lavado abundante del conducto con hipoclorito sódico (NaOCl) <sup>2</sup>. El uso rutinario de estas técnicas, sin embargo, no ha sido universalmente aceptado, y no está claro el valor a largo plazo de la eliminación del barrillo dentinario. Sin embargo, la utilidad de ese procedimiento antes de la obturación depende de la limpieza y el remodelado previo del conducto y del sistema de suministro químico utilizado <sup>1</sup>.

En los libros de texto de histología dental usualmente la dentina y la pulpa son tratadas por separado por que la dentina es un tejido conectivo duro y la pulpa un tejido conectivo blando, la dentina y la pulpa son embriológica, histológica y funcionalmente el mismo tejido <sup>28</sup>.

El NaOCl y EDTA debilitan la dentina a través de la disolución de sus componentes orgánicos e inorgánicos, respectivamente. EDTA expone la dentina de la matriz orgánica, lo que podría ser atacado más fácilmente por el hipoclorito <sup>7</sup>

### **2.1.7 Estructura del diente**

Los órganos dentales se encuentran constituidos por tres estructuras:

1. El esmalte que es un tejido inerte, acelular y duro que deriva embriológicamente del ectodermo y cubre la corona anatómica del diente. Consta de 97% del material inorgánico, principalmente cristales de hidroxiapatita organizados en las varillas del esmalte y un 3% de material orgánico y agua. Es el tejido más altamente mineralizado que haya en el

organismo. El contenido inorgánico tan alto en el esmalte hace que sea particularmente vulnerable a la desmineralización en el medio ácido dado por las bacterias, dando como resultado la caries dental y por lo tanto este tejido no pueda regenerarse <sup>29</sup>.

2. La dentina es un tejido conectivo especializado que soporta y compensa la fragilidad del esmalte dentinario, avascular, elástica y de color blanco amarillento. Su composición química es aproximadamente de 70% de material inorgánico, 20% de componentes orgánicos y 10% de agua; al igual que el esmalte el material inorgánico es principalmente hidroxiapatita y el compuesto orgánico es colágeno tipo I y en menor cantidad colágeno tipo II y V, el colágeno le da flexibilidad para amortiguar las cargas oclusales evitando la fractura del esmalte.

La dentina está íntimamente relacionada con el tejido pulpar y se debe considerar como una extensión fisiológica de la pulpa. Los principales componentes de la dentina son: Calcio y Fosfato. Los cristales de hidroxiapatita son en forma de plato y menores en tamaño que los que se encuentran en el esmalte del diente. La dentina en los seres humanos presenta una gran cantidad de túbulos dentinarios muy cercanos entre sí, con presencia de fluido tisular y ocupados por la extensión citoplasmática del proceso odontoblástico. No toda la dentina es igual, los túbulos dentinarios se encuentran más separados y con menor diámetro en la unión esmalte-dentina y son más cercanos entre sí y con mayor diámetro entre más cerca se encuentran de la pulpa dental. El área de la dentina ocupada por los túbulos disminuye de 45,000 por mm<sup>2</sup> a 20,000 por mm<sup>2</sup> hacia en la unión dentina – esmalte. Los túbulos están inmediatamente rodeados de una matriz denominada dentina peritubular o intratubular, que se encuentra demarcada por la dentina intertubular que es propiamente el cuerpo principal de la dentina. El complejo pulpo – dentina, está sujeto a diversos cambios con el tiempo. Existen depósitos continuos de dentina peritubular, que resulta en la reducción gradual en el diámetro de los túbulos. Como consecuencia de este proceso de envejecimiento, la dentina aumenta su fragilidad y desarrolla una disminución natural de su permeabilidad <sup>15</sup>.

<sup>29</sup>.

3. La pulpa dental es el tejido conectivo blando que mantiene a la dentina. En la histología de la pulpa se pueden distinguir cuatro zonas: zona central ( se denomina así de la parte central a la periferia, en donde se encuentran una gran cantidad de vasos y nervios), zona celular, zona de Weil o acelular y zona de la emplazada odontoblástica, Los principales tipos de células presentes en la pulpa son los odontoblastos, fibroblastos, macrófagos, linfocitos, embebidas dentro de la sustancia fundamental constituida por fibras colágenas (I y II), glucosaminoglucanos, ácido hialurónico, condroitín sulfato, glicoproteínas y agua en donde la célula más distintiva de la pulpa dental, es el odontoblasto <sup>29</sup>.

### **2.1.8. Principios generales de adhesión**

La adhesión es un mecanismo que une dos materiales en un contacto íntimo a lo largo de una interface. En cambio la cohesión es cuando se atraen moléculas del mismo material <sup>15</sup>.  
<sup>30</sup>. El material o película empleado para la adhesión se denomina adhesivo y el material al que se le aplica es el adherente <sup>29</sup>.

Para que la adhesión ocurra, es esencial, en primer lugar, que el adhesivo se ponga en estrecho contacto con el sustrato mediante un buen mojado de este sustrato por el adhesivo. La adhesión depende de una serie de principios generales, los cuales constituyen su fundamento. Estos don:

- **Tensión superficial**: es la fuerza de atracción que los átomos y moléculas ejercen hacia el centro del material en los líquidos. Ejemplo de ello son las gotas de mercurio <sup>30</sup>.
- **Energía superficial**: es el aumento en la energía por unidad de área de la superficie. En la adhesión, las interfaces de las superficies deben atraerse entre sí. Esta situación se da independientemente de las fases (sólidas, líquidas o gaseosa) de las de dos superficies. La energía de las superficies de un sólido es muy superior a la de su interior, los átomos superficiales de un sólido tienden a formar uniones con otros átomos próximos a la superficie y reducen la energía superficial del sólido que es lo

que ocurre en la adhesión <sup>15</sup>. En odontología, se deben considerar las estructuras dentarias y la tensión superficial del adhesivo para humectar esas superficies <sup>30</sup>.

- Humectación: es difícil forzar la unión de dos superficies sólidas. Cuando se ponen juntas solo están en contacto los picos o asperezas, no se produce ningún tipo de adhesión perceptible, ya que estas suelen constituir solo un pequeño porcentaje de la superficie total. Un método para solventar esta dificultad es emplear un fluido que se introduce en estas irregularidades para que haya más contacto entre una mayor parte del sólido. Para producir adhesión de esta manera, el líquido debe fluir fácilmente por toda la superficie y adherirse al sólido. Esta característica recibe el nombre humectación. El ángulo de contacto en cuanto a la humectación, se refiere a que cuando al medir el ángulo de contacto entre el adhesivo y el adherente se puede determinar hasta qué punto un adhesivo humecta la superficie de un adherente. Si las moléculas del adhesivo son atraídas por las del adherente, el adhesivo se extenderá completamente sobre la superficie del sólido, y no se formara ningún ángulo de contacto (0 grados). Por tanto las fuerzas de adhesión son más fuertes que las de cohesión, que unen las moléculas del adhesivo. El ángulo de contacto es un buen indicativo de la humectación debido a que aumenta la tendencia del líquido a extenderse al disminuir el ángulo de contacto. Con un ángulo de contacto de 0 grados se produce la humectación. Cuando menor sea el ángulo de contacto entre el adhesivo y el adherente, más capacidad tendrá el adhesivo para fluir y cubrir las irregularidades de la superficie del adherente <sup>29</sup>.

La adhesión abarca tres diferentes mecanismos:

- Adhesión química: que está basada en fuerzas de valencia primaria tales como enlaces covalentes, iónicos o uniones metálicas.
- Adhesión física: se basa en fuerzas de valencia secundaria. Tales fuerzas de atracción ocurren en dipolos moleculares ( fuerzas de Van der Waals) en la interacción de dipolos inducidos ( fuerzas de dispersión London) y en la interacción de nubes de electrones ( uniones de hidrógeno)

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Adhesión mecánica: la fuerza de unión de una sustancia a otra se puede producir también por la unión mecánica o retención y no por la atracción molecular. La unión mecánica supone mecanismos más sutiles, como la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas o sub microscópicas en la superficie del sustrato. Para este procedimiento es mejor un adhesivo fluido o un adhesivo ligeramente viscoso, porque penetra en estos defectos superficiales proporcionando el anclaje para la unión mecánica<sup>23</sup>.

La utilización de sistemas de adhesión a dentina, se ha convertido en un procedimiento rutinario en la práctica diaria de la odontología restauradora.

Siempre ha existido la inquietud de encontrar o desarrollar un material restaurador que se pueda considerar como el material ideal<sup>15</sup>.

Dentro de las características que debe presentar el material restaurador ideal, se encuentra el que sea verdaderamente adhesivo a la estructura dental. Son muchos los factores que han jugado un papel importante y que han actuado como obstáculos infranqueables para poder desarrollar adhesión a estructura dental.

Es realmente difícil analizar todos y cada uno de estos factores y sobre todo tratar de entender los principios de adhesión a dentina, sin considerar estos factores<sup>15</sup>.

### **2.1.8.1 Características del adhesivo**

- Viscosidad: Un adhesivo debe tener baja viscosidad cuando se aplica, de tal manera que sea capaz de adaptarse rápidamente y penetrar dentro de las irregularidades de la superficie. Los adhesivos viscosos pueden funcionar satisfactoriamente con más tiempo y aplicación de presión. Un líquido de baja viscosidad puede llenar las superficies de las cavidades en segundos; pero se tardará, minutos u horas en completar una superficie de contacto con un adhesivo viscoso en la misma estructura.



- Contracción de polimerización : El endurecedor del adhesivo usualmente involucra contracción. Debido a que el adhesivo es comprimido por el sustrato, se forman tensiones dentro de la unión, las cuales pueden ser suficientemente grandes como para causar un fracaso prematuro.
- Espesor del adhesivo : Esta en relación con la viscosidad. Las capas gruesas de adhesivos dan uniones más débiles que las capas delgadas. Esto puede deberse probablemente a imperfecciones o defectos en las capas gruesas o a la mayor deformación que puede tomar lugar bajo tensión. Las capas delgadas son comprimidas más fácilmente y deben resultar en una mayor distribución de tensión.
- Tensión superficial: La tensión superficial del adhesivo debe ser igual o menor que la del sustrato. El sustrato debería tener una energía superficial tan alta como sea posible. Los líquidos con menos tensión penetran más rápidamente los capilares, y grietas en superficies rugosas <sup>30</sup>.

### 2.1.8.2 Factores de los que depende la adhesión

Dependientes de las superficies

- Limpias y secas: en el caso de la adhesión a estructuras dentarias, el esmalte es fácil de limpiar y secar, en cambio la dentina se encuentran dificultades para realizar ambas cosas. Resulta difícil de limpiar por si misma naturaleza y difícil de secar, de un lado por la presencia de líquido que exuda constantemente de los túbulos dentinarios cortados; y por otro, que de hacerlo significaría modificar el equilibrio hídrico del túbulo, lo cual es causa desde dolor postoperatorio hasta una mortificación pulpar.
- En contacto íntimo: lo mejor que se adapta a un sólido es un líquido; por lo tanto el biomaterial restaurador o su medio adhesivo deberían serlo. Si no hay íntimo contacto, las reacciones químicas y las trabas mecánicas no se producirán.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Con alta energía superficial: mientras más alta sea esta energía, mayor será la potencialidad de atraer hacia su superficie tanto biomateriales restauradores adherentes como sus sistemas adhesivos.
  - Potencialmente receptivos a uniones químicas: el esmalte y la dentina lo son .El primero a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y la segunda a través de los mismos, además de los radicales presentes en las fibras colágenas: carboxilos, aminos y cálcicos.
  - Superficie lisa vs. rugosa: desde el punto de vista de la adhesión mecánica es indispensable que la superficie sea irregular para que el adhesivo se trabee al endurecer en contacto con ella. En cambio, desde el punto de vista de la adhesión química es preferible una superficial lisa en donde un adhesivo pueda correr y adaptarse sin dificultad <sup>16, 30</sup>.

### **2.1.8.3 Dependiendo del adhesivo**

- Hay tres formas diferentes de referirse a una misma propiedad: Con baja tensión superficial: mientras menor sea esta, mejor posibilidad de que el adhesivo humecte a los tejidos dentarios, logrando con ello un mejor contacto que favorezca uniones físicas y químicas. Con alta humectación o capacidad de mojado: mientras más humectante sea el biomaterial a aplicar o sus sistemas adhesivos, mejor será el contacto favoreciendo con ello sus potenciales uniones físicas y químicas. Con bajo ángulo de contacto: mientras menor sea este, mejores posibilidades de humectancia, de contacto físico y de reactividad química.
- Con alta estabilidad adimensional: ya sea al momento de endurecer o una vez endurecido, frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecimiento o frente a tensiones que intenten deformarlo.
- Con alta resistencia mecánica química adhesiva cohesiva: que lo hagan soportar las fuerzas de la oclusión funcional y el medio oral.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Biocompatibilidad: aunque resulte obvio, este es un requisito para todos los materiales que se aplican en Odontología. Es importante que se dé la compatibilidad biológica con el diente así como con los tejidos bucales y el paciente en sí mismo <sup>16</sup>.

#### **2.1.8.4 Dependientes del biomaterial**

- De fácil manipulación y aplicación.
- Con técnicas adhesivas confiables.
- Compatible con los medios adhesivos a utilizar.

#### **2.1.8.5 Del profesional y del personal auxiliar**

Tanto el profesional y el personal auxiliar deben tener conocimiento del material que van a utilizar . Esto implica la identificación de cómo funciona, qué elementos requiere para su uso y el entrenamiento necesario para su correcta manipulación.

#### **2.1.8.6 De los fabricantes**

Con productos probados (tanto en el laboratorio como clínicamente (de alta durabilidad, con instrucciones claras y precisas, de bajo costo, fácil almacenamiento y prolongada vida útil. También es importante registrar su aprobación por los institutos encargados de su certificación y aprobación de uso.

#### **2.1.8.7 Propiedades superficiales**

Si se tiene presente que en la adhesión de restauraciones a tejidos dentinarios participan varios actores, lo primero que se debe hacer es reconocerlos en cuanto a sus potencialidades adhesiva, ya sean química, físicas o ambas, cabe destacar que en Odontología adhesión significa unir un sustrato sólido (las estructuras duras de los tejidos dentarios) a otro sustrato que es la restauración <sup>16</sup>.

### **2.1.9 Propiedades de la dentina como sustrato adhesivo**

La dentina representa uno de los principales sustratos adhesivos en la Odontología Adhesiva. Muchos tratamientos de superficie y el desarrollo de los nuevos materiales se han propuesto para mejorar la adhesión a este sustrato altamente variable y heterogéneo. Mientras que el esmalte representa un tejido bastante favorable debido a sus características más homogéneas, la dentina sigue siendo el principal punto de interrogación para los científicos. Desde el punto de vista clínico, los dentistas se enfrentan a este sustrato con incertidumbres.

Conocer los principales componentes de la dentina y sus propiedades mecánicas puede ayudar a desarrollar nuevos materiales que mejor puedan sustituir el tejido dental perdido e integrarse fisiológicamente con la restante estructura, para que los efectos de micro y nano infiltración, responsables del fracaso prematuro de la restauración, se reduzca. Además, las modificaciones estructurales y físicas de la dentina aportadas por el envejecimiento o los tratamientos químicos <sup>15</sup>.

Entre la dentina superficial y la profunda se pueden encontrar diferencias morfológicas, químicas y estructurales, como el número de túbulos dentarios y sus dimensiones, el tipo de dentina peritubular y el área ocupada por la dentina inter-tubular. Los túbulos dentarios tienen una orientación de tipo radial a partir de la parte central del tejido pulpar. Tanto la densidad de los túbulos como sus diámetros, disminuye a la vez que los túbulos se alejan de la pulpa. El componente mineral se encuentra en la dentina inter-tubular y en la dentina peri-tubular. Los cristales de hidroxiapatita se diferencian de los del esmalte en ser más pequeños, con un contenido inferior de calcio y un porcentaje carbonates de 4-5%. Los cristales de apatita se unen con los túbulos dentarios, y esta unión puede favorecer las propiedades mecánicas de la dentina <sup>16</sup>.

A diferencia del esmalte, la dentina es una estructura altamente hidratada, caracterizada por un continuo movimiento de fluidos a través de los túbulos dentarios en los que se

encuentran los procesos odontoblásticos. La desmineralización de la dentina provoca modificaciones en su estructura y determina un aumento de la permeabilidad dentinaria debido a la remoción del barrillo dentinario y a la apertura de los túbulos dentinarios <sup>31</sup>.

Hoy en día son varios los agentes utilizados para este objetivo y cada solución es capaz de aportar diferentes alteraciones morfológicas a la superficie dentinaria para lograr una longevidad de esta unión ya que esto representa uno de los principales desafíos de la Odontología restauradora moderna.

### **2.1.10 Evolución de los adhesivos**

Los adhesivos dentinarios desde sus inicios han mostrado una gran variación, no solamente en su composición química, sino también en la resistencia de unión y presentación comercial <sup>30</sup>.

Con fines prácticos los adhesivos dentinarios se han clasificado del punto de vista generacional de la siguiente manera:

#### **2.1.10.1 Primera generación**

Uno de los pioneros para lograr adhesión a dentina fue hecho por Michael G. Buonocore, a principios de 1950, utilizando ácido más débil para el acondicionamiento del sustrato, el grabado ácido de la dentina duplicaba la cifra de adhesión. La resistencia a la unión fue de entre 2 y 3 Mpa, con un descenso en cuanto entraba en contacto con agua.

La base de unión a resinas compuestas era con la utilización de glicidil metacrilatos. La unión se buscaba por la quelación del agente adhesivo con el calcio componente de la dentina; si bien había penetración tubular, ésta contribuía poco a la retención.

Se pensó en buscar la unión a dentina utilizando metacrilato NPG. El gran problema de estos era su inestabilidad, sensibilidad a humedad y la gran contracción a la polimerización. El agente adhesivo polimerizaba antes de obtener una unión con el material restaurador.

- **Características generales**

- Adhesión muy baja a la dentina.
- Se buscaba la unión por quelación del agente adhesivo con el Ca de la dentina.
- La unión duraba pocos meses.
- Se indicaba en cavidades pequeñas Clase II y V.
- Cuando se usaban en dientes posteriores era común la sensibilidad postoperatoria <sup>15,30</sup>.

#### **2.1.10.2. Segunda generación**

A principios de 1970 los sistemas adhesivos demostraron un incremento en su resistencia a la unión a esmalte y dentina. Se empiezan a reconocer como sistemas adhesivos a esmalte y dentina.

La adhesión se basaba en la reacción fosfato-calcio, por una unión iónica pero utilizando una resina dimetacrilato en el adhesivo, en lugar de las resinas BISGMA de sistemas previos.

Estos productos intentaban usar la capa residual (smear layer) como substrato para la adhesión, dándose una unión iónica a la hidroxiapatita. Esta capa se unía a la dentina subyacente a niveles insignificantes y las fuerzas débiles de esta generación hacían necesaria la retención en la preparación de cavidades.

La resistencia de unión fue de entre 4 a 6 Mpa a la dentina. La estabilidad a largo plazo de estos adhesivos era problemática y en restauraciones posteriores se presentaba una sensibilidad postoperatoria.

• **Características generales**

- Intentaron usar la capa de desecho como sustrato.
- Las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración.
- En posteriores presentaban hipersensibilidad.
- La retención al año no pasaba de un 70% <sup>15,30</sup>.

### **2.1.10.3 Tercera generación**

Al final de los años 80 aparecieron dos sistemas de doble componente: Imprimador (*primer*) y adhesivo para la preparación de la superficie de la dentina para obtener una mejor humectación del adhesivo. Se caracterizaban por que la manipulación requería múltiples pasos, tratamiento ácido de la dentina, unión química (NPG-PMDM, 4-META, HEMA, Oxalatos), unión química al colágeno de la dentina, baja resistencia de unión: 8 a 15 Mpa.

Los imprimadores son ácidos débiles o una mezcla de ácidos a baja concentración, pero con la suficiente capacidad para remover, alterar, o modificar la capa de detritus dentinaria que se localiza sobre la superficie de la dentina. Los imprimadores, compuestos con monómeros hidrofílicos, son utilizados después del acondicionamiento de la dentina con agentes ácidos débiles, que se encargan de remover o alterar la capa de detritus dentinaria y preparar el sustrato dentinario.

Dentro de la misma composición de los imprimadores, se encuentran componentes a base de resina, que son activados por medio de luz, para interactuar después del efecto del ácido sobre la dentina.

El efecto del ácido puede abrir pequeños defectos o microfracturas en la superficie de la dentina, para que la resina pueda infiltrar al sustrato dentinario formando numerosas

proyecciones por debajo de la superficie de la dentina para proporcionar una retención mecánica resistente.

La tendencia de adhesión a dentina, promueven unión a colágena de dentina pretratada, con la adición de retención intermecánica a las aperturas de los túbulos dentinarios. La obtención de adhesión eficiente con estos sistemas adhesivos, recaía principalmente en la interacción mecánica del adhesivo a dentina.

Y es como resultado del uso de estos sistemas adhesivos, en que se llega a dar la idea de la formación de una interfase híbrida.

- **Características generales**

- Sistemas de doble componente: Imprimidor y adhesivo.
- Incremento de la fuerza de adhesión a dentina ( 8-15 MPa).
- Se usó en erosiones, abfracción, erosión con preparaciones mínimas.
- Disminución de la sensibilidad en posteriores.
- Se unían también a metales y cerámica.
- Negativo: corta duración (tres años) <sup>15,30</sup>.

#### **2.1.10.4. Cuarta generación**

Aparecieron a finales de 1980, utilizaban ácido fosfórico y eran llamados sistemas de grabado total o sistemas de grabe y lave. Utilizaban un imprimidor y un adhesivo. La unión propuesta era un tratamiento ácido, para la preparación del sustrato dentinario o el acondicionamiento simultáneo del esmalte y la dentina, con los que se obtiene la remoción o la alteración de la capa de detritus dentinaria.

Es importante mencionar que es hasta esta cuarta generación cuando se menciona que como parte del efecto de los agentes a base de ácidos débiles, se debe de obtener también la exposición de la dentina intertubular y peritubular.



La aplicación de imprimadores con monómeros hidrofílicos se utiliza para facilitar la penetración de la dentina descalcificada que permita embeber una superficie entre 1 a 5 micras dentro de la dentina acondicionada para mantener la red de colágena abierta. Este paso impide que la colágena se colapse y permite que la resina adhesiva penetre efectivamente en la filigrana de la dentina descalcificada.

Los sistemas adhesivos de esta generación demostraron mayor similitud en su comportamiento, con una técnica de menor sensibilidad, resultados más homogéneos y valores de 12 a 22 Mpa, que ofrecían una posibilidad mayor de éxito clínico.

La presencia de la capa híbrida, aumenta la habilidad de estos sistemas de adhesión de unirse efectivamente al sustrato dentinario para sellar la superficie de la dentina eliminando casi por completo el flujo de fluidos en la interfase y disminuyendo la sensibilidad postoperatoria propia de estos procedimientos operatorios.

Por lo tanto, se considera que la formación de la capa híbrida, actúa como una efectiva barrera fisiológica contra la invasión de microorganismos o de los componentes químicos del material restaurador.

El copolímero, es una modificación del ácido poliacrílico con grupos metacrilatos polimerizables y se busca que los grupos carboxílicos del ácido poliacrílico formen uniones iónicas con el calcio remanente de la dentina.

Un mejoramiento significativo y consistente en el comportamiento clínico demostró correlación con los resultados in vitro que demostraron una adhesión más fuerte y más estable con estos sistemas adhesivos de la cuarta generación <sup>15</sup>.

- **Características generales**
  - Varios fracasos.
  - Ácidos fosfóricos grabador separado.
  - Imprimador y adhesivo por separado.

- Formulaciones foto y curado doble.
- Solvente a base de etanol o acetona.
- Las grandes innovaciones de la 4ª generación de adhesivos son el grabado total y la adhesión a la dentina húmeda <sup>30</sup>.

#### **2.1.10.5 Quinta generación**

Apareció a comienzo de 1990 y son llamados adhesivos de grave y lavede dos pasos <sup>23</sup>. El recurso de la obtención de adhesión a dentina con la formación de una capa híbrida, se manifiesta y se consolida como el mejor mecanismo.

El objetivo principal de los sistemas adhesivos de la quinta generación, fue consolidar la formación de la capa híbrida y la búsqueda de adhesión química, pero con la idea de la simplificación de la técnica.

La idea de simplificar la técnica, se basa principalmente en buscar hacer esta técnica menos sensible y más rápida en obtener la adhesión, con un menor número de pasos clínicos.

Entre la aplicación clínica con más confianza por parte de los dentistas y el desarrollo de los sistemas adhesivos de la quinta generación, surgieron nuevos métodos o formas de clasificar a los sistemas adhesivos. Esto trajo como consecuencia la confusión y la dificultad de entender el funcionamiento de todos los sistemas adhesivos en el mercado.

La mayoría de los sistemas adhesivos de la quinta generación, utilizaban el grabado o acondicionamiento simultáneo de la dentina y el esmalte (grabado total) y el sistema de “una botella” (one bottle) que contiene el imprimador y la resina adhesiva juntos y que se aplicaba después del grabado en un solo paso. Algunos sistemas incorporaron pequeñas cantidades de partículas de relleno, para dar más consistencia a la resina adhesiva.

La fuerza de retención a la dentiana está en el rango de 20 a 25 Mpa y más adecuada para los procedimientos dentales.

La capacidad de penetración y de encapsulamiento, basado en la impregnación simultánea de los dos materiales, es el factor primordial para el éxito de los adhesivos y el buen comportamiento clínico de las restauraciones de resinas compuestas.

- **Características generales**

- Un solo frasco o unidosis.
- Ácido grabador separado.
- Imprimidor y adhesivo combinado.
- Formulación fotocurada.
- Solvente a base de acetona o alcohol.
- Algunos productos traen catalizador separado para curado doble.
- Se adhieren a esmalte, dentina, cerámica y metales.
- Inconvenientes con cementos de resina autocurables y resinas compuestas autocurables.
- Son los adhesivos más populares en la actualidad.
- Se ha reducido sensiblemente la sensibilidad postoperatoria <sup>15, 30</sup>.

#### **2.1.10.6. Sexta generación**

Estos productos surgen en 1999, los cuales se identifican por haber unido en un solo compuesto la triada: acondicionador, primer y agente adhesivo, aunque en la realidad esa unión solo se produce en el momento de su aplicación, puesto que se presenta ya sea en “blisters” de dos cámaras, en dos frascos, o en el caso del ultimo en un frasco, cuyo contenido líquido debe ser mezclado al momento de aplicarlo con el indicador que ha sido impregnado en torundas de esponja. La resistencia es: Tipo I, esmalte 7 – 28 Mpa y dentina 16 – 35 Mpa. Las características de los dos tipos son las siguientes:

- Tipo 1 de 2 pasos : viene en dos frascos, un frasco con el acondicionador e imprimador ácido combinados y el adhesivo en un frasco separad, se coloca el imprimador ácido y luego el adhesivo.
- **Características Generales**
  - El imprimidor es autograbadador.
  - Imprimidor en frasco separado del adhesivo.
  - No se graba con ácido fosfórico.
  - Hay productos con catalizador separado para curado doble.
- Tipo 2 de un paso: Puede presentarse en dos frascos o unidosis, usa agua como solvente, el adhesivo autograbadador se mezclan con el adhesivo y luego se aplica.
- **Características Generales:**
  - no se graba con ácido fosfórico. En esmalte no preparado se puede necesitar grabado con ácido fosfórico.
  - Formulación fotocurada.
  - Agua como solvente.
  - No requiere grabado ácido, al menos en la superficie de la dentina.
  - Tienen un acondicionador de la dentina.
  - El tratamiento ácido de la dentiana se auto limpia y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfase restauración- diente.
  - La adhesión entredicha con el tiempo es el esmalte <sup>30</sup>.

Los imprimadores ácidos, presentan una molécula de resina fosfonatada, que actúa con dos funciones diferentes simultáneas:

Los sistemas adhesivos de auto-grabado, pueden causar excesiva desmineralización de la dentina, lo que puede aumentar el espesor de la capa híbrida con una subsecuente falta de completa penetración de la resina adhesiva y que se traduce en valores bajos de adhesión. O bien, que no exista interacción del imprimador en la superficie del sustrato dentinario y que

la capa híbrida sea muy delgada y muy frágil, o en otras ocasiones, que no se forme y por lo tanto no exista un mecanismo de adhesión.

Agua, o la presencia de agua en estos sistemas adhesivos es todavía un problema latente en la configuración de una capa de adhesivo <sup>15</sup>.

### **2.1.10.7 Séptima generación**

Se dieron a conocer a comienzos del 2000, aunque son muy semejante a los de sexta, esta generación presenta todos sus ingredientes en un solo frasco, no se mezcla, adhesivo autograbador, esmalte no preparado puede requerir grabado con ácido fosfórico, fotocurados, agua como solvente, resistencia de unión de 18 – 28 Mpa en esmalte y 18 – 28 Mpa en dentina <sup>30</sup>.

Una técnica denominada autoacondicionamiento o autograbado que pretende reducir la profundidad de la capa desmineralizada para favorecer una penetración completa del adhesivo en la capa desmineralizada de la dentina, inicio una tendencia que se acentuó con la fabricación de los sistemas de sexta y séptima generación, en los que el autograbado se plasma por las aplicaciones de todo el sistema en un solo acto, en este caso los sistemas son denominados autoacondicionadores <sup>29</sup>.

- **Características Generales**

- Valioso aporte a la eliminación de la sensibilidad postoperatoria.
- No importa cuál sea la luz usada.
- El adhesivo debe ser curado doble cuando la resina es de autocurado <sup>3</sup>.

### 2.1.11 Componentes fundamentales de los sistemas adhesivos

Algunos de los componentes fundamentales de los sistemas adhesivos son:

- Agente grabador: Su función es eliminar el barrillo dentinario y desnaturalizar y coagular los haces de colágeno para permitir la infiltración de la resina hidrófila. Los más usados son los ácidos fuertes como el ácido ortofosfórico al 37%, también se utilizan algunos ácidos débiles como el ácido maleico; y actualmente en el mercado resinas ácidas que actúan como grabadores en los adhesivos autograbantes.
- Resinas hidrófilas: Son las encargadas de conseguir la unión a la dentina impregnando las fibras colágenas y formando la capa híbrida, aprovechando la humedad de la dentina. Entre estas resinas hidrófilas tenemos PENTA, HEMAL BPDM, TEG-DMA, GPDM o 4 – META. Presentan dos terminaciones, una hidrófila con radicales OH y COOH, que gracias a su afinidad por el agua facilitan la penetración a la dentina húmeda, la otra terminación es hidrófoba, con terminaciones del tipo HC= CH, cuyo doble enlace al romperse permite la unión con otro doble enlace así mismo roto que existe en la resina hidrófoba del adhesivo, el bond. Las resinas hidrófilas con sus solventes (acetona, alcohol o agua) forman el primer.
- Resina hidrófoba: Son las primeras que se usaron en los materiales adhesivos. En una resina fluida hidrófoba, como el Bis-GMA que actúan como intermediario entre el primer y el material restaurador. Tienen por objeto reducir por completo la resina hidrófila y unirla a la resina compuesta, también tiene la función de conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor adecuado para que la interfase dentina-resina soporte el estrés mecánico al que será sometida.
- Activadores: Son los encargados de desencadenar la reacción de polimerización. Básicamente existen dos tipos, los fotoactivadores y los quimioactivadores. En algunos sistemas ambos tipos de activadores se encuentran asociados, tal es el de los adhesivos de fraguado total.

- Relleno inorgánico: Este componente no aparece en todos los adhesivos. Consiste en partículas de nanorelleno, tan diminutas que logran penetrar hasta alcanzar la capa híbrida. Los adhesivos con nanorelleno presentan una menor contracción de polimerización, y además sus propiedades mecánicas son superiores respecto a un adhesivo sin relleno.
- Disolvente: Es un vehículo del producto. En los adhesivos es uno de los componentes fundamentales para conseguir una adhesión apropiada logrando una capa híbrida. Los disolventes utilizados en los sistemas adhesivos son: agua, etanol y acetona.

La acetona es un solvente que se evapora con mucha facilidad y consigue eliminar por evaporación el exceso de agua. Sin embargo es incapaz de refloatar las fibras colágenas colapsadas cuando el sustrato está más seco. Por lo que no es muy accesible en situaciones de dentina seca. En cambio el agua es un componente que no funciona de manera adecuada en situaciones de exceso de agua, pero es mejor en casos de dentina seca ya que es capaz de refloatar las fibras de colágeno y por tanto útil en dentina seca. Por otro lado el etanol es un alcohol bastante volátil pero no tanto como la acetona, su comportamiento es intermedio entre los dos anteriores <sup>29</sup>.

### **2.1.12 Cementos de resina**

Los cementos de resina se pueden clasificar de acuerdo con sus mecanismos de polimerización en fotopolimerizable, curado químico y curado dual. Sin embargo, este sistema de clasificación es limitado al no categorizar los cementos más allá de su mecanismo de curado, y no describe el esquema de unión o adhesivo de los cementos. Por lo tanto, se clasifican los cementos de resina en las siguientes categorías: grabado total, auto-grabado y autoadhesivos. Cementos de grabado total utilizan un ácido fosfórico como grabador y adhesivo para unir el cemento al diente. Esta categoría ofrece la más alta unión del cemento al diente, pero también requiere una mayor cantidad de pasos para la unión de cerámica, resina compuesta o metal en el diente. La técnica de aplicación de varios pasos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

puede ser compleja, y en consecuencia puede comprometer la eficacia de la unión. Estos cementos y los adhesivos utilizados con ellos pueden ser curados con luz o de doble curado.

Los cementos de resina más recientes son los cementos auto-adhesivos de doble curado que no requieren el grabado, primers, o agentes de unión para unirse a la superficie del diente. La fuerza de adhesión varía ampliamente con estos materiales y en general es más baja que en los cementos de grabado total.

Cementos autoadhesivos proporcionan una mayor retención que los de resina modificada con ionómeros de vidrio. Estos materiales han tenido una gran influencia en la práctica dental debido a su buena adhesión a la dentina y la facilidad de uso <sup>19</sup>.

### **2.1.13 Cementos de resina auto-adhesivos**

Los cementos de resina autoadhesivos se introdujeron en el mercado dental en 2002 con la ventaja de que no requieren ningún tratamiento previo de la superficie del diente. Esto conduce a una simplificación y ahorro de tiempo en el procedimiento de cementación con un mecanismo de unión en base a la retención micromecánica y adhesión química. Los cementos de resina auto - adhesivos contienen monómeros multifuncionales hidrófilos con grupos de ácido fosfórico, que pueden reaccionar con la hidroxiapatita (HAp) y también penetrar y modificar la capa de smear layer de los tejidos duros resultando en retenciones micromecánicas <sup>18, 19, 21, 23</sup>. La interacción química entre los monómeros ácidos y HAp garantiza la adherencia de los cementos auto-adhesivo a la dentina <sup>11, 22</sup>.

Los cementos de resina más recientes son los cementos auto-adhesivos de doble curado que no requieren el grabado, primers, o agentes de unión para unirse a la superficie del diente. La fuerza de adhesión varía ampliamente con estos materiales y en general es más baja que en los cementos de grabado total <sup>19, 22, 23</sup>.



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Son estéticamente adecuados para la cementación de coronas de cerámica sin metal e incrustaciones de porcelana inlays y onlays, postes vaciados y reforzados con fibra de vidrio <sup>21, 22</sup>.

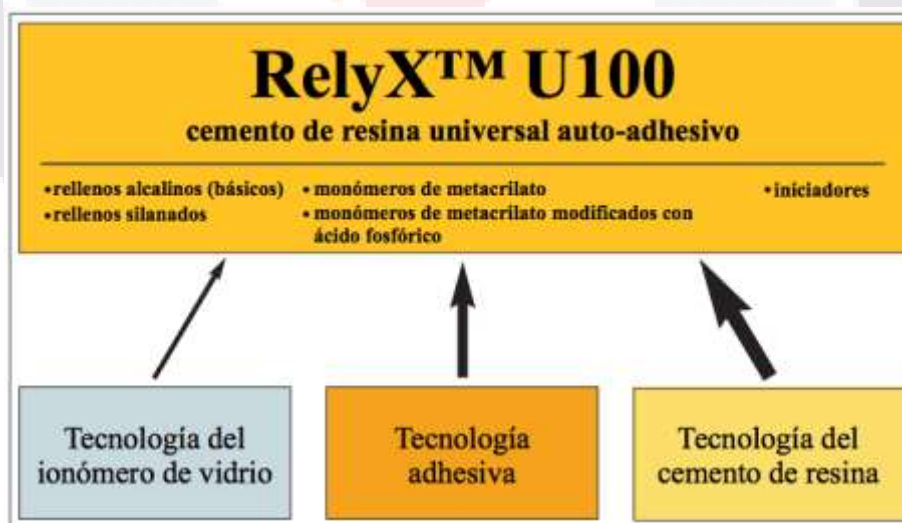
Estos materiales fueron diseñados para superar las limitaciones de ambos cementos tradicionales a base de resina (tres y dos pasos) y simplificar el proceso de unión. La fuerza de adhesión varían entre los cementos en específico, pero los cementos de grabado total (tres pasos) proporcionan generalmente una mayor retención, los sistemas de autograbado (dos pasos) una retención intermedia y cementos auto-adhesivos pueden proporcionar una unión similar a los sistemas de autograbado (un paso) <sup>19</sup>. A diferencia de los cementos de resina, estos materiales no requieren pasos intermedios para unir al esmalte y la dentina. No es necesario un agente adhesivo por separado, ahorrando tiempo y simplificando el procedimiento <sup>18, 19, 21</sup>.

Los cementos autoadhesivos son de doble curado, por esta razón se debe curar con luz todos los cementos de curado dual <sup>19, 20, 23, 32, 33, 34</sup>, en los márgenes accesibles de la restauración para mejorar la integridad marginal y puede aumentar la resistencia al desgaste. La fuerza de adhesión a la estructura dental parece variar con el material específico. Algunos de estos cementos parecen ser sensibles a exceso de humedad y exceso de secado, lo que disminuye su fuerza de adhesión. La mayoría, si no todos los cementos de esta categoría, la adhesión al esmalte se mejora cuando se usa un agente grabador en el esmalte, cuando la dentina fue grabada con ácido fosfórico o se aplicó un agente de unión la unión disminuyó <sup>26</sup>.

Los cementos autoadhesivos han sido evaluados clínicamente y tienen una historia clínica exitosa. RelyX Unicem (3M ESPE), que el primer cemento auto-adhesivo que apareció en el mercado, ha sido evaluado en muchos estudios. Un estudio reportó resultados satisfactorios utilizando el cemento RelyX Unicem (pH <2), que se ha probado que es químicamente idéntico al RelyX U100 y que sólo difieren en el procedimiento de aplicación. RelyX Unicem produce una buena continuidad marginal, pero debido a su alta viscosidad, no se forma una capa de dentina híbrida evidente y por lo tanto su infiltración

es limitada. Por lo tanto, RelyX U100 y RelyX Unicem tienen una alta adaptación al sustrato y se pueden optimizar las interacciones físicas, tales como fuerzas de van der Waals, puentes de hidrógeno, transferencia de cargas que mejoran la retención micromecánica y adhesión química <sup>32</sup>.

Otros estudios mencionan que los cementos autoadhesivos dejan la capa de barrillo dentinario y producen una unión intermedia a la dentina en comparación con los cementos de grabado total <sup>20</sup>. Sin embargo, hay un estudio que sugiere que los cementos autoadhesivos tienen una limitada capacidad de descalcificar y difundir efectivamente a la dentina subyacente, debido a su alta viscosidad y un efecto de neutralización que puede ocurrir durante el fraguado, resultando en la liberación de agua y de agentes de relleno alcalinos que eleva el nivel de pH y la amortiguación de componentes de la capa de barrillo dentinario <sup>12, 34</sup>. La acidez del cemento que se requiere para grabar brevemente el diente y la neutralidad se logra en un período de tiempo corto. Los informes de la sensibilidad al frío después de la cementación de estos materiales han sido registrados, mientras que otros estudios han demostrado que no hay diferencia entre los cementos autoadhesivos y los de grabado total <sup>23</sup>.



Gráfica 1. Composición del cemento de resina

## CAPÍTULO III

### 3.1. Hipótesis

**Hipótesis de investigación (Hi):** La ausencia de un protocolo de irrigación, y la selección indistinta de una solución irrigante en la limpieza del conducto, previo a la cementación de un endoposte de fibra de vidrio afecta la adhesión y formación de una capa híbrida entre un cemento de resina auto – adhesivo y la dentina radicular.

**Hipótesis nula (Ho):** La ausencia de un protocolo de irrigación, y la selección indistinta de una solución irrigante en la limpieza del conducto, previo a la cementación de un endoposte de fibra de vidrio no afecta la adhesión y formación de una capa híbrida entre un cemento de resina auto – adhesivo y la dentina radicular.

### 3.2. Objetivos

#### 3.2.1. Objetivo General

Estudiar la interacción de la dentina radicular y un cemento de resina auto-adhesivo bajo tres tipos de irrigantes endodónticos.

#### 3.2.2. Objetivos Específicos

1. Irrigar posterior a la desobturación y preparación del conducto, previo a la cementación del poste, según los siguientes grupos: A. Sol. Fisiológica, B. NaOCl, C. EDTA / Sol. Fisiológica y D. EDTA / NaOCl.
2. Observar bajo Microscopio Electrónico de Barrido la adhesión del cemento de resina auto-adhesivo RelyX U100 en dientes tratados endodónticamente.
3. Identificar la existencia de tags de resina y la formación de una capa híbrida después de haber cementado el poste de fibra de vidrio.

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. Variables independientes

- Capa híbrida

Definición conceptual: Mecanismo de unión primaria a la dentina. Interdifusión o enclavamiento micromecánico de resina con el colágeno desmineralizado de la dentina intertubular. Se forman tags de resina, pero son un mecanismo de unión insignificante.

Definición operacional: Se observará y medirán los tags dentro de los tubulillos dentinarios mediante MEB.

#### 3.2.2. Variables dependientes

- Solución fisiológica

Definición conceptual: Solución irrigante inactiva, que suele consistir en una solución estéril de cloruro sódico al 0,9% p/v en agua destilada.

Definición operacional: se lava el conducto radicular posterior a la irrigación de EDTA y NaOCl.

- Hipoclorito de sodio ( NaOCl) al 2.5%

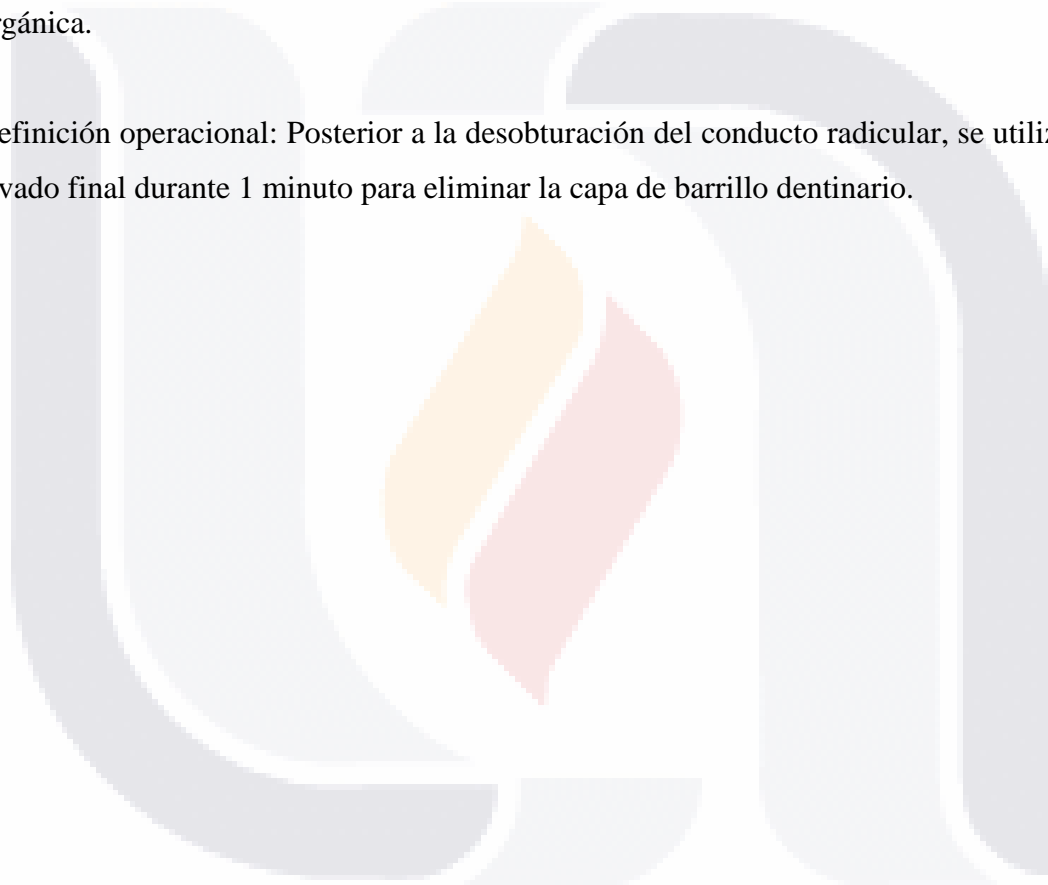
Definición conceptual: Solución irrigante con efecto antibacterial, y de disolución de materia orgánica. Se utiliza como solución limpiadora y como lubricante de las limas e instrumentos rotatorios, eliminación de los restos de tejidos de forma mecánica.

Definición operacional: Se irriga el conducto radicular posterior a su desobturación con 10 ml de hipoclorito con movimientos de arriba abajo.

- Ácido Etil Diamino Tetraacético (EDTA) al 17%

Definición conceptual: Solución quelante que limpia y elimina la capa de barrillo dentinario producto de la debridación constante y dejando los túbulos dentinarios claros de materia orgánica.

Definición operacional: Posterior a la desobturación del conducto radicular, se utiliza como lavado final durante 1 minuto para eliminar la capa de barrillo dentinario.



## CAPÍTULO IV

### 4.1 Materiales y Métodos

#### 4.1.1 Metodología

##### Lugar de realización

- Laboratorio del área Preclínica del Departamento de Estomatología del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Laboratorio de Microscopia Electrónica de Barrido del Departamento de Biología del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

##### Diseño de estudio

Experimental *in vitro* prospectivo.

##### Universo de estudio

Un total de 40 órganos dentarios recién extraídos (Premolares Superiores e Inferiores Unirradiculares).

##### Tamaño de la muestra

4 grupos de 10 órganos dentarios

##### Criterios de inclusión

- Dientes unirradiculares
- Dientes con ápice maduro
- Dientes de reciente extracción. Máximo 1 mes.
- Dientes con grado de curvatura máximo de 15°.

### **Criterios de exclusión**

- Dientes con fracturas radiculares
- Dientes con reabsorción radicular interna y externa
- Dientes con malformaciones congénitas
- Dientes con conductos radiculares calcificados
- Dientes con conductos radiculares previamente instrumentados

### **Criterios de eliminación**

- Dientes con fractura de algún instrumento endodóntico
- Dientes con caries que abarquen canal radicular

### **4.1.2 Instrumentos de medición**

- Microscopio Electrónico de Barrido. JOEL modelo JSM-5900LV (Tokio, Japón)
- IBM SPSS Statistics 20. © Copyright IBM Corporation 1989, 2011.

### **4.1.3 Material e instrumental**

- Limas manuales tipo K #10 de 25mm (Dentsply Maillefer®, Swiss)
- Placas radiográficas intraorales (Kodak® Ultra – Speed, EE.UU.)
- Cemento autoadhesivo RelyX™ U100 (3M ESPE Seefeld, Alemania).
- Sistema de limas rotatorias HyFlex® CM™, (Coltene® ENDO, E.U.A.).
- Postes de fibra de vidrio ParaPost® Fiber white (Coltene Whaledent, E.U.A.).
- Puntas de papel estandarizadas (Meta® Biomed, Korea).
- Motor eléctrico rotatorio (X - smart, Dentsply, Alemania)
- Puntas de gutapercha (Denstply Maillefer®, Suiza)
- Espaciadores Endodónticos (Denstply Maillefer®, Alemania)
- Loleta de vidrio
- Espátula de cemento

- Mechero
- Silano (Ultradent®, E.U.A.).
- Lámpara LED de fotocurado Bluephase G2 (Ivoclar Vivadent, Austria)Cemento sellador de endodoncia AH Plus, resin-based sealer (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemania)
- Aguja para irrigar (ENDO-EZE , Ultradent Products ® E.U.A.)
- Hipoclorito de sodio 2.5%
- EDTA 17% pH 8.0 (REDTA™Aqueous Irrigant 480cc, Roth International LTD.E.U.A.)
- Etanol 96%
- Jeringas de 20 ml.
- Curación temporal ( Cavit™ G, 3M ESPE, Alemania).
- Solución fisiológica.
- Glicerina
- Aplicador de adhesivo (Microbrush, E.U.A.)
- Pieza del alta velocidad (W&H, Austria)
- Pieza de baja velocidad Titan (W&H, Austria)
- Curetas (HU-FRIEDY, Alemania).
- Fresa de bola de diamante No.4 (SS White, E.U.A.).
- Disco de diamante de dos luces (Edenta, Suiza)
- Pinzas de curación (HU-FRIEDY, Alemania).
- Tina de ultrasonido
- Cronometro
- Lentes de protección
- Lentes de protección para luz halógena.
- Cubrebocas
- Piedra de arcansas
- Ácido fosfórico (Scotchbond™ 3M ESPE U.S.A.)
- Etanol al 96%
- Microscopio Electrónico de Barrido. JOELmodelo JSM-5900LV (Tokio, Japón)



- Guantes de látex
- Unidad Dental

#### 4.1.4 Procedimiento

##### Selección de los dientes

El estudio se realizó en 40 dientes premolares uniradiculares de no más de un mes de su extracción.

Las muestras fueron tratadas con el siguiente protocolo:

1.- Se realizó una desinfección y eliminación de tejidos perirradiculares colocándolas en hipoclorito de sodio al 5.25% por un periodo de 24 horas, si quedaron restos del ligamento periodontal, se eliminaron con curetas periodontales.

2.- Después del lapso de desinfección de los dientes, fueron almacenados en glicerina hasta ser utilizados, esto para prehidratarlos.

Una vez con los dientes desinfectados y prehidratados, los dientes fueron sometidos a una inspección rigurosa para eliminar aquellos que presenten los criterios de exclusión, realizando tomas radiográficas y evaluaciones clínicas.



**Fig. 1 Selección de órganos dentarios**

Las coronas clínicas fueron seccionadas transversalmente a nivel de la unión amelo cementaria, con un disco de diamante de dos luces, y se realizaron accesos endodónticos a aquellos que lo requirieron (dientes con calcificaciones en la cámara pulpar).



**Fig. 2. Sección de las coronas**

#### Instrumentación y obturación

Se realizaron los tratamientos de endodoncia utilizando limas manuales tipo K numero 10 (Dentsply Maillefer ®) para patentizar los conductos, la instrumentación se realizó con técnica rotatoria con el motor X – smart™ (Dentsply, Alemania), utilizando el sistema HyFlex® CM™, (Coltene® ENDO, E.U.A.) por completo, siendo la última lima una con diámetro apical #40 y de conicidad 0.04. Los dientes fueron irrigados durante el tratamiento de endodoncia con hipoclorito al 2.5%, esta dilución se hizo con solución fisiológica, utilizando un volumen de 3 ml entre cada lima y manteniendo el irrigante siempre en el conducto durante toda la instrumentación.

Una vez instrumentados los conductos estos fueron irrigados por última vez con la misma solución de hipoclorito con un volumen de 5 ml, los conductos fueron secados con puntas de papel estandarizadas de diámetro #40 (Meta®Biomed, Korea), utilizando las necesarias hasta que una de ellas salió seca totalmente del conducto.



**Fig. 3 Instrumentación de los conductos radiculares.**

Los conductos fueron obturados con conos de gutapercha estandarizados (Dentsply Maillefer, Suiza) y con cemento sellador de endodoncia AH Plus, resin-based sealer (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany), con la técnica de condensación lateral.

El exceso extracoronal de gutapercha fue eliminado con un condensador caliente, luego las piezas fueron selladas con cemento provisional (Cavit™ G, 3M ESPE, Alemania) y se mantuvieron las muestras en completa humedad a 37°C por 72 hrs.



**Fig. 4. Obturación de los conductos radiculares.**

### Preparación del espacio para el poste

La preparación del espacio para el endoposte en el conducto se estandarizó y se realizó con la fresa del kit (ParaPost® Fiber white, Coltene Whaledent, E.U.A.) hasta 5mm antes de la obturación de los conductos esto teniendo en cuenta la longitud de trabajo de las endodoncias.



**Fig. 5 Preparación de los espacios para los postes.**

### Estandarización de los dientes

Una vez finalizada la preparación de los conductos, los dientes fueron distribuidos en forma aleatoria en 4 grupos de 10 muestras cada uno.

Posteriormente se procedió a irrigar los conductos preparados para recibir los endodopostes de fibra de vidrio con una jeringa de 20 ml y una aguja ENDO-EZE (Ultradent Products ®) que se realizaron por el mismo operador para estandarizar el tiempo de irrigación, el volumen para todos los grupos y la presión ejercida sobre el émbolo de la jeringa.

## Esquema de irrigación de los conductos por grupo

### Grupo A

En este grupo (Control), se realizó una irrigación con solución fisiológica con un volumen de 10 ml

### Grupo B

En este grupo la irrigación fue con una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2.5%, el volumen a utilizarse fue de 10 ml por conducto.

### Grupo C

En este grupo las irrigaciones fueron con una solución de EDTA al 17%, irrigando por un lapso de tiempo de 1 minuto y con el volumen que sea requerido para eliminar el barrillo dentinario, esto en base a lo reportado por Semra y Ahmet <sup>4</sup>, seguido de una irrigación de solución fisiológica con un volumen de 10 ml esto para eliminar restos de EDTA.

### Grupo D

En este grupo las irrigaciones fueron con la solución de EDTA al 17% por un periodo de tiempo de 1 minuto, seguido de la solución de hipoclorito de sodio al 2.5% utilizando un volumen de 10 ml y al final un lavado con solución fisiológica.

Una vez terminados los protocolos de irrigación de los conductos por cada grupo, son secados de igual manera con la utilización de puntas de papel estandarizadas (Meta®Biomed, Korea).



**Fig. 6 Irrigación de los conductos desobturados**

#### Tratamiento del poste de fibra de vidrio y cementado

El poste se limpió con alcohol, posteriormente se utilizó silano (Ultradent®, E.U.A.), para acondicionar la superficie del poste y se dejó secar durante 1 minuto según las instrucciones del fabricante.



**Fig. 7 Silanización de los postes de fibra de vidrio.**

Se colocaron los postes de fibra de vidrio (ParaPost® Fiber white, E.U.A), con el cemento autoadhesivo universal (RelyX™ U100 de 3M ESPE Seefeld, Alemania) en el conducto por un mismo operador con la misma presión.



**Fig. 8. Colocación del cemento de resina auto-adhesivo a los postes de fibra de vidrio**

Se procedió a fotopolimerizar con una lámpara LED de fotocurado ( Bluephase G2 Ivoclar Vivadent, Austria) con una intensidad de luz de 1.200 mW/cm<sup>2</sup>, durante 40 segundos según las instrucciones del fabricante , se hizo una modificación en el lavado previo del conducto según las instrucciones del fabricante y se fotopolimerizó , las muestras se mantuvieron húmedas a 37° C mientras se realizan las preparaciones previas al corte de las muestras para poder ser observadas en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).



**Fig. 9. Postes cementados.**

Preparación de las muestras para ser observadas al MEB

Después del almacenamiento, cada raíz se seccionó horizontalmente con una velocidad lenta, con un disco de diamante de dos luces refrigerado por agua para obtener un disco de aproximadamente 2 mm de espesor de la región media del espacio del poste.



**Fig. 10 Sección de las muestras.**

Dichas secciones fueron pulidas con una piedra de arcansas, después ligeramente descalcificadas (ácido fosfórico al 37% /10 sec), desproteinizadas (solución de NaOCL /1 min), se sometieron a ultrasonido en etanol al 96% 2 min en una tina de ultrasonido y se secaron con aire. Las muestras se bañaron en oro y se observaron en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) a diferentes magnificaciones (1000 x, 2000 x y 3000 x) para evaluar los tags de resina y la formación de una capa híbrida.



**Fig. 11. Pulido de las muestras seccionadas.**





**Fig. 12** Descalcificación de las muestras (ácido fosfórico al 37% /10 sec).



**Fig. 13** Muestras en etanol al 96% / 2 minutos en ultrasonido.



**Fig. 14** Baño en oro de las muestras



**Fig. 15. Microscopio Electrónico de Barrido**

#### **4.1.5 Análisis estadístico**

Las variables de respuesta se midieron en forma nominal en los 4 grupos de estudio, mediante una tabla de contingencia.

Se utilizó la prueba de  $X^2$  (Chi cuadrada) de independencia o asociación con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

IBM SPSS Statistics 20. © Copyright IBM Corporation 1989, 2011.

## CAPÍTULO V

### 5.1 Resultados

Para este estudio se utilizaron un total de 40 dientes unirradiculares extraídos los cuales se les realizó tratamiento de endodoncia, se les realizó el espacio del poste y fueron divididos en 4 grupos, grupo A de Sol. Fisiológica, grupo B de NaOCl 2.5%, grupo C de EDTA 17% / Sol. Fisiológica, y grupo D de EDTA 17% / NaOCl 2.5% / Sol. Fisiológica. Se tomó el grupo A como control.

De acuerdo con los resultados obtenidos pudimos observar que de 40 muestras (100 %), en 31 muestras (77.5 %) no hubo existencia de capa híbrida y en 9 muestras (22.5 %) sí hubo presencia de capa híbrida.

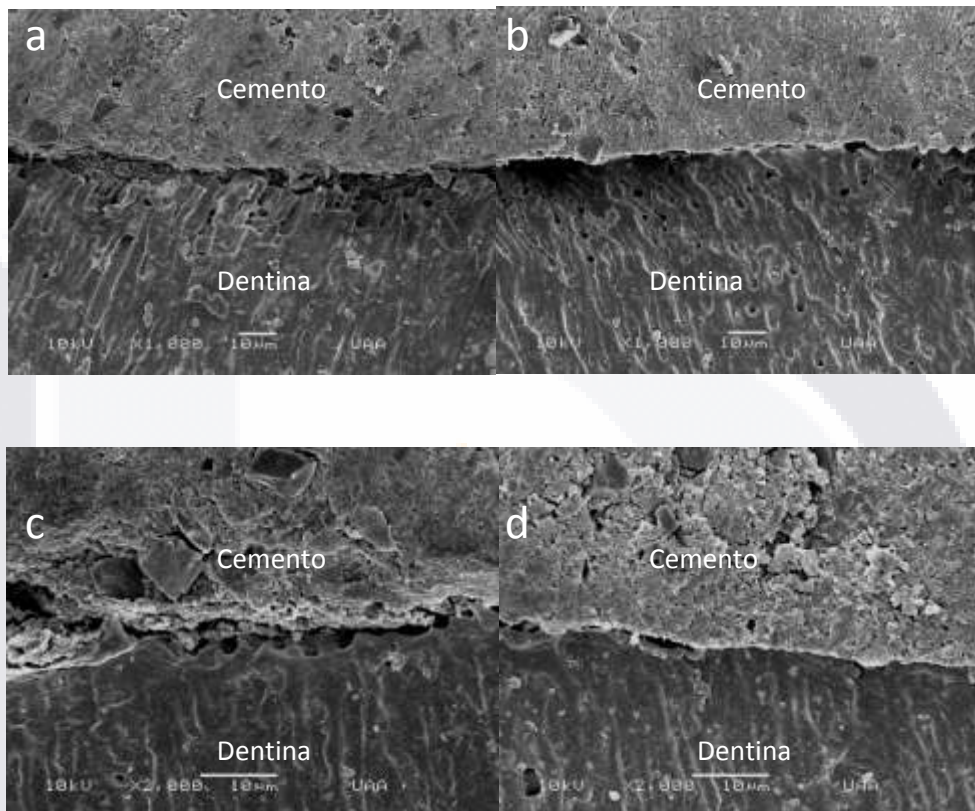
Dentro de los grupos A (Solución fisiológica) y B (NaOCl) se observó un 0% de formación de capa híbrida en las 10 muestras de cada grupo de estudio, aunque se pudo apreciar una íntima unión del cemento al sustrato de la dentina (Fig. 16 y 17). Esto corresponde al 50% de un total de 40 muestras que fue nuestro universo de estudio.

En el grupo C que corresponde al protocolo de irrigación EDTA al 17 % / Sol. Fisiológica, en 4 muestras (40 %) se observó ausencia de capa híbrida y 6 muestras (60 %) presencia de capa híbrida (Fig. 18)

En el grupo D que corresponde a EDTA al 17 % / NaOCl al 2.5 % / Sol. Fisiológica, se observó en 7 muestras (70 %) ausencia de capa híbrida y 3 muestras (30 %) presencia de capa híbrida (Fig. 19).

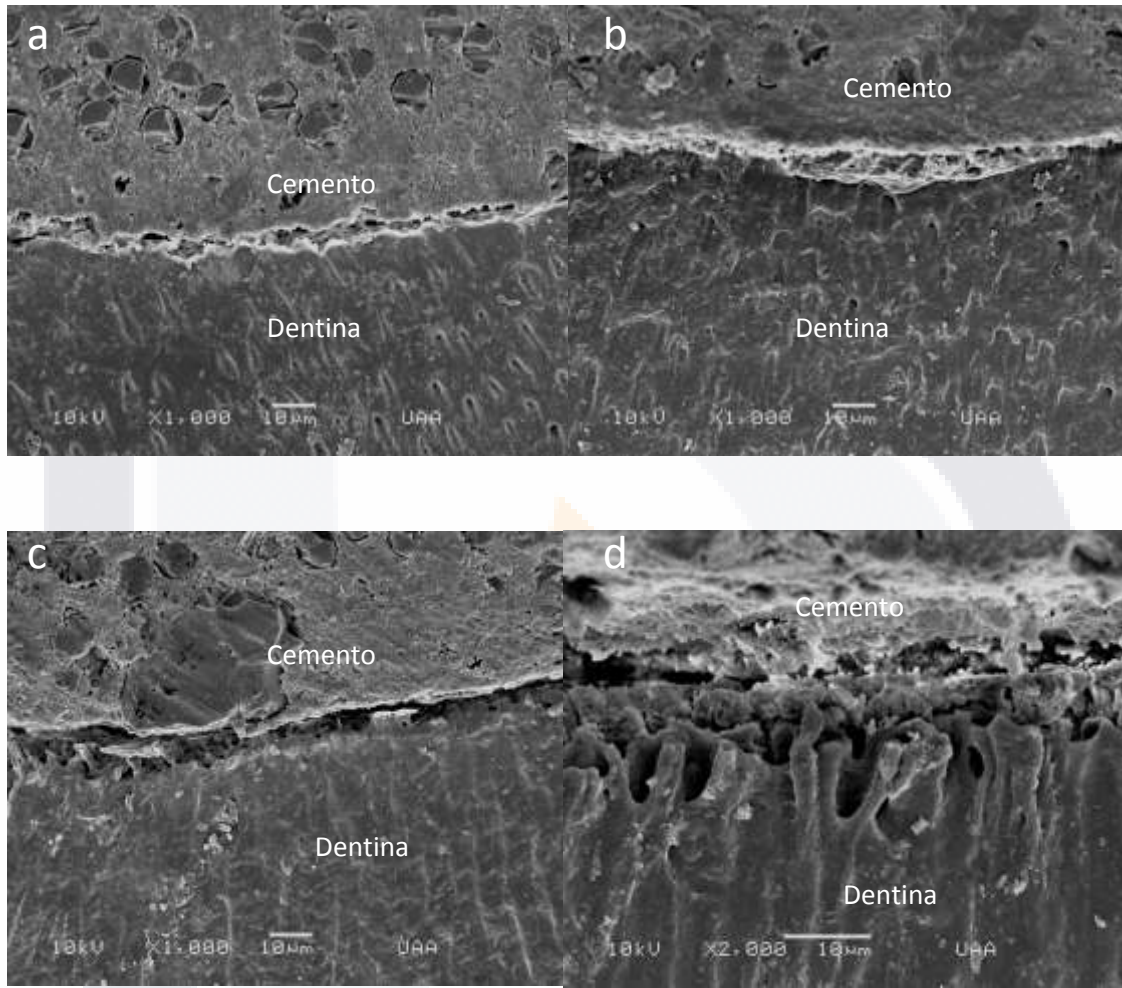
En los dientes irrigados con EDTA al 17 % / Sol. Fisiológica se observó un aumento significativo en la formación de capa híbrida ( $p < 0.05$ ). Mientras que en los demás grupos no hubo diferencia significativa.

**Grupo A.**



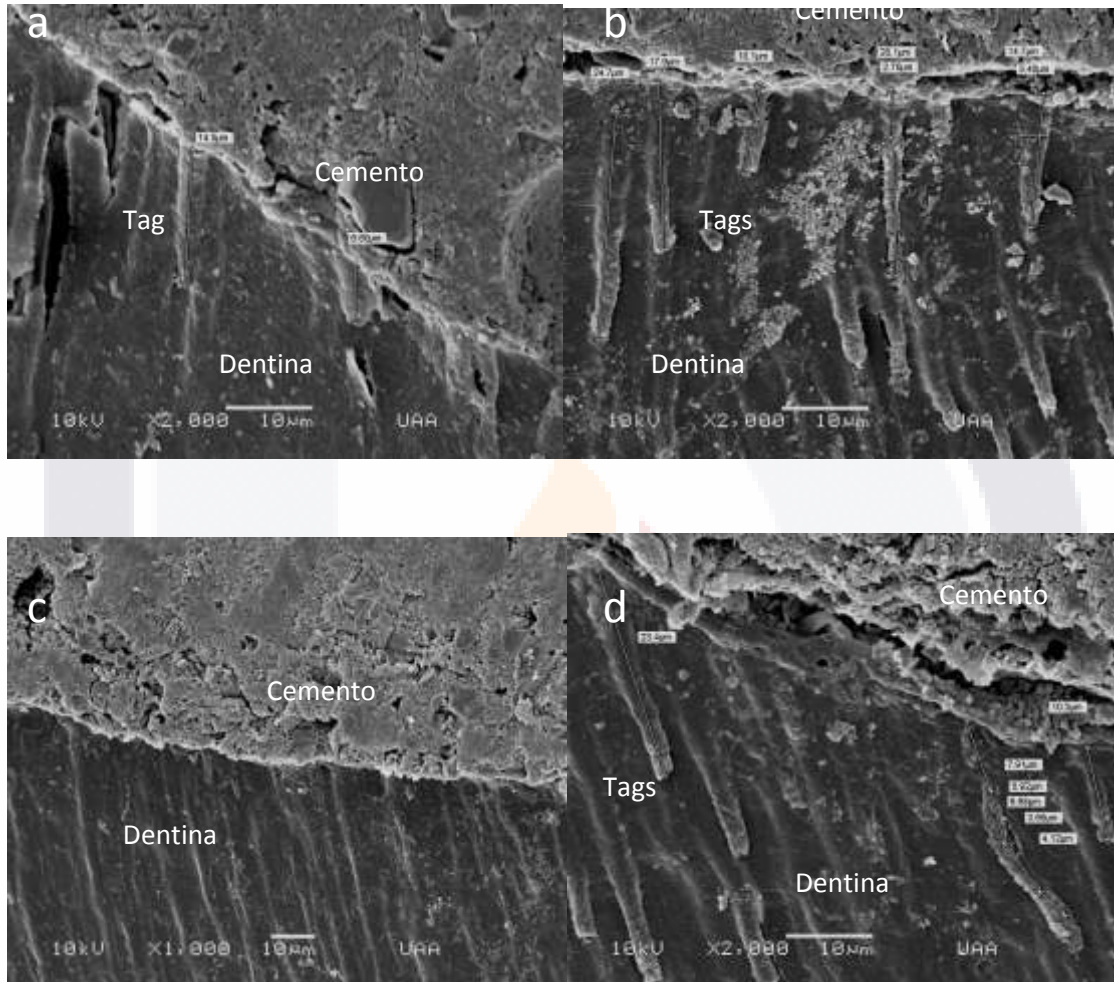
**Fig. 16** En las imágenes del SEM de las muestras del grupo A, irrigadas con solución fisiológica. (a), (b) y (c) El cemento apareció apenas adaptado al sustrato de la dentina. (d) Existe una íntima unión a la dentina. Se observa una ausencia de difusión, túbulos no infiltrados de resina, por lo que no hay formación de capa híbrida. (a) y (b) 1000 x, (c) y (d) 2000 x.

**Grupo B.**



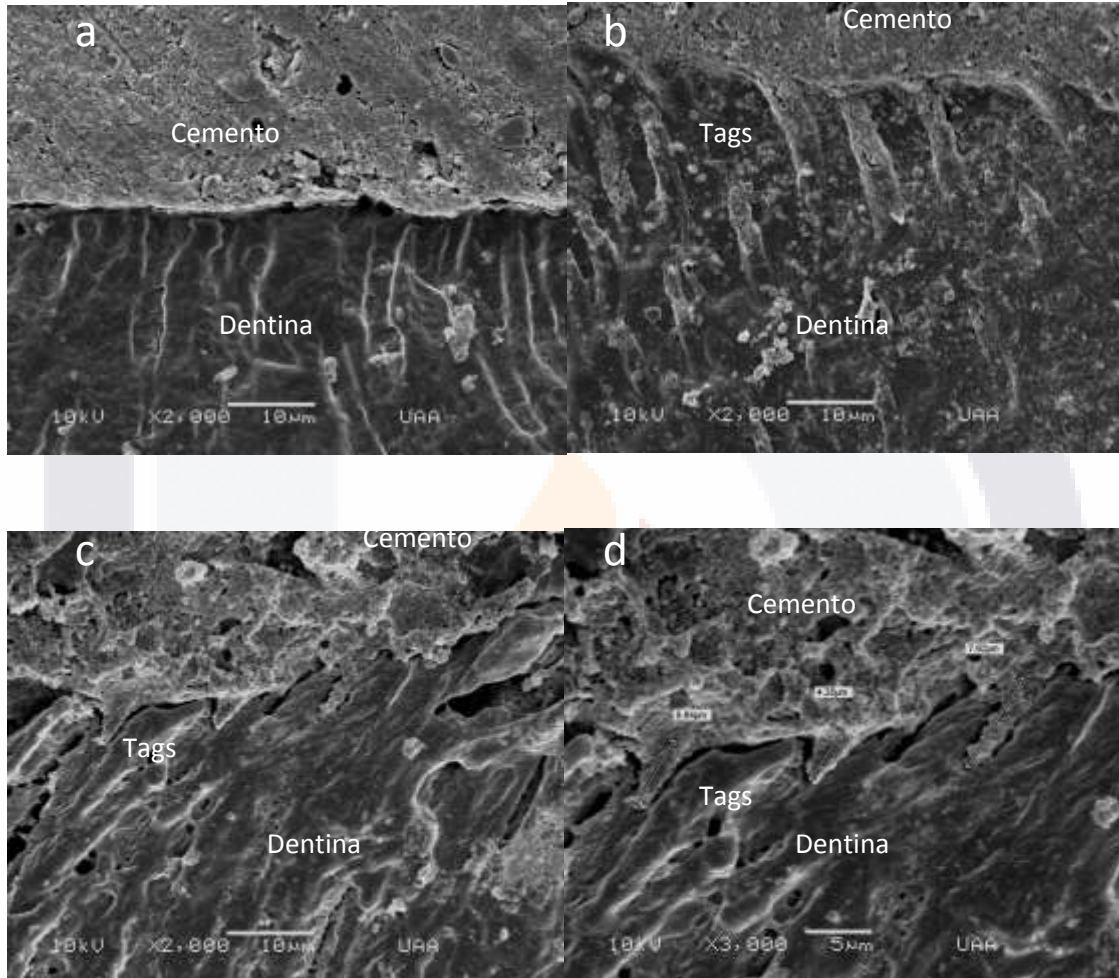
**Fig. 17** En las imágenes del SEM de las muestras del grupo B, irrigadas con NaOCl. (a) y (b) se observa una íntima unión a la dentina. (c) y (d) El cemento apareció apenas adaptado al sustrato de la dentina. Se observa una ausencia de difusión, túbulos no infiltrados de resina, por lo que no hay formación de capa híbrida. (a), (b) y (c) 1000 x, (d) 2000 x.

**Grupo C.**



**Fig. 18** En las imágenes del SEM de las muestras del grupo C, irrigadas con EDTA / Sol. Fisiológica. (a), (b) y (d). Se observa una íntima unión al igual que presencia de difusión, túbulos infiltrados con resina por lo que si hay formación de una capa híbrida con una escala de medición de los tags de resina. (c) se observa una unión íntima entre la dentina y el cemento RelyX U100. (a), (b) y (d) 2000 x, (c) 1000 x.

**Grupo D.**



**Fig. 19** En las imágenes del SEM de las muestras del grupo D, irrigadas con EDTA / NaOCl / Sol. Fisiológica. (a) se observa una unión íntima en la interfase cemento – dentina. (b) y (c) se observa una unión íntima al igual que la presencia de difusión, túbulos infiltrados con resina por lo que si hay formación de una capa híbrida con tags de resina cortos. (d) magnificación de la imagen (c) con escala de medición de los tags de resina. (a), (c) y (d) 2000 x, (d) 3000 x.

Los porcentajes de las muestras en las que se observó capa híbrida se resumen en la siguiente tabla de contingencia.

**Tabla 1. Presencia o ausencia de capa híbrida de los cuatro grupos de estudio**

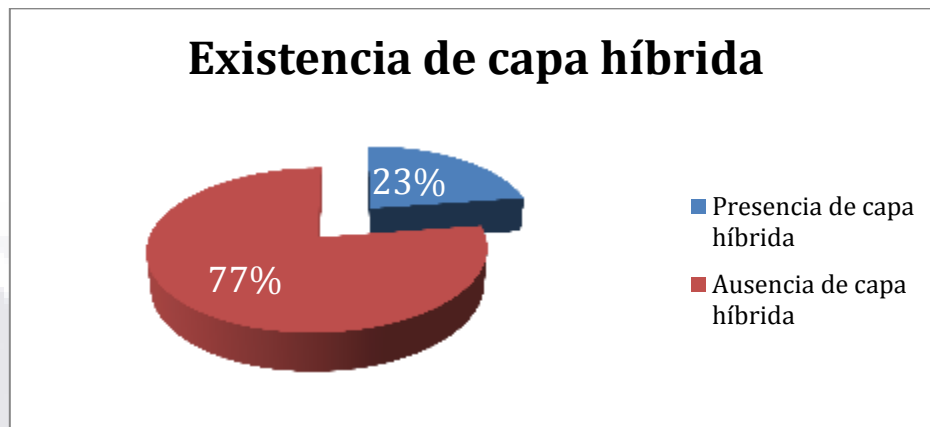
**Tabla de contingencia grupo de estudio analizado \* presencia de capa híbrida**

			PRESENCIA DE CAPA HIBRIDA		Total
			NO	SI	
GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO	GRUPO A. SOLUCIÓN FISIOLÓGICA	Recuento	10	0	10
		% dentro de GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO	100.0%	0.0%	100.0%
		% dentro de EXISTE CAPA HIBRIDA	32.3%	0.0%	25.0%
	GRUPO B. NaOCl 2,5%	Recuento	10	0	10
		% dentro de GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO	100.0%	0.0%	100.0%
		% dentro de EXISTE CAPA HIBRIDA	32.3%	0.0%	25.0%
	GRUPO C. EDTA 17% / SOL. FISIOLÓGICA	Recuento	4	6	10
		% dentro de GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO	40.0%	60.0%	100.0%
		% dentro de EXISTE CAPA HIBRIDA	12.9%	66.7%	25.0%
	GRUPO D. EDTA al 17 % / NaOCl al 2,5 % / SOL. FISIOLÓGICA	Recuento	7	3	10
		% dentro de GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO	70.0%	30.0%	100.0%
		% dentro de EXISTE CAPA HIBRIDA	22.6%	33.3%	25.0%
Total	Recuento	31	9	40	
	% dentro de GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO	77.5%	22.5%	100.0%	
	% dentro de PRESENCIA DE CAPA HIBRIDA	100.0%	100.0%	100.0%	

**X-2= < 0,05**



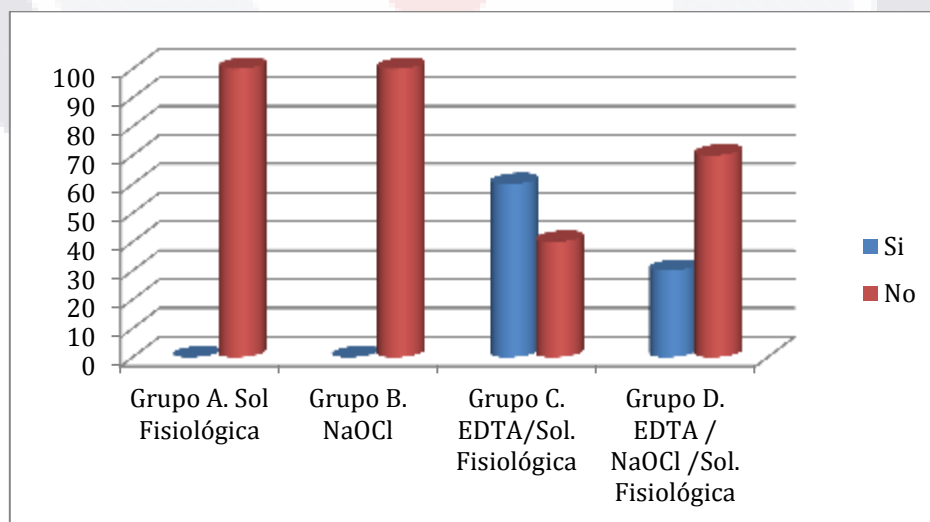
En la siguiente gráfica de pastel se muestra el porcentaje de las muestras en las que hubo presencia y ausencia de capa híbrida.



**Gráfica 2.** Existencia de capa híbrida

En el siguiente histograma se muestra el porcentaje de muestras con presencia y ausencia de capa híbrida de los cuatro grupos de estudio.

**Presencia/ Ausencia de capa híbrida**



**Gráfica 3** Frecuencia de presencia o ausencia de capa híbrida para los cuatro grupos de estudio.

Los promedios y desviación estándar de los grupos en los que hubo penetración se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Penetración del cemento auto – adhesivo**

GRUPO DE ESTUDIO ANALIZADO				
	GRUPO A. SOLUCIÓN FISIOLÓGICA	GRUPO B. HIPOCLORITO	GRUPO C. EDTA + SOLUCIÓN FISIOLÓGICA	GRUPO D EDTA + HIPLOCLORITO + SOL FISIOLÓGICA
PENETRACIÓN	0	0	19.46 ± 1.92 μm	11.20 ± 5.74 μm



## 5.2. Discusión

Uno de los retos a los que nos enfrentamos los rehabilitadores bucales y alumnos de pregrado en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), es la restauración post endodóntica, ya que tanto el paciente como el endodoncista depositan su confianza en que este procedimiento realmente impida filtración bacteriana, ya que la reinfección alcanzaría tejidos periapicales lo que conduciría a una infección periapical y por ende el fracaso de los tratamientos endo – protésico, así como darle la resistencia necesaria para evitar fracturas verticales que comprometerían la permanencia del diente en cuestión, y es en este punto de suma importancia donde se centra este trabajo, el uso de endopostes de fibra de vidrio y su cementación.

A través del tiempo en la odontología restauradora, se han utilizado distintos tipos de endopostes, los postes vaciados, y los prefabricados, dentro de estos últimos encontramos los de fibra de vidrio, zirconio o titanio. Los postes de fibra de vidrio han tenido resultados positivos en estudios comparativos, debido a que no sufren corrosión, tienen un módulo de elasticidad similar al de la dentina, y requiere menor número de pasos clínicos, lo que se ve reflejado en una disminución importante de fracturas radiculares.

Hace ya un poco más de una década, aparecieron los cementos de resina auto-adhesivos de séptima generación para la cementación definitiva de endopostes, los cuales se han comportado según estudios previos con una buena retención, pero realmente es poco lo que se sabe acerca de la penetración de estos cementos en túbulos dentinarios. Y es aquí donde surge nuestra hipótesis, si existe algún protocolo de irrigación del espacio del conducto radicular que recibirá al endoposte para que este cemento logren penetrar dentro de los tubulillos dentinarios.

El raciocinio detrás de estos nuevos sistemas es la desmineralización más superficial de la dentina, con un mayor control y la simultánea penetración de la dentina por monómeros que puedan ser polimerizados <sup>15</sup>.

El fracaso más frecuente de los postes de fibra cementados es el desprendimiento. Esto es, habitualmente el resultado de una falla en la adhesión en la interfase dentina y agente cementante <sup>12, 25, 26</sup>, en los espacios estrechos y largos que exhiben una geometría altamente desfavorable de la cavidad. Seleccionar un cemento y el procedimiento apropiado para unir los postes a la dentina de la raíz es otro desafío, se espera que el sellado sea fuerte debido a las mejoras recientes en la capacidad de sellar de los agentes cementantes de resina adhesiva. La causa más frecuente de fracaso de los postes de fibra es el desalajo, debido a un fracaso de la adhesión en la interfase dentina y el cemento de resina auto-adhesivo <sup>24</sup>.

El cemento de resina auto – autoadhesivo RelyX U100 contiene metacrilatos bifuncionales y carga inorgánica (70% en peso). Por otra parte, se informa que tiene buena fluidez bajo presión y que para la cementación definitiva de postes de fibra, limpiar el conducto con una solución de hipoclorito de sódico ( NaOCl) al 2,5- 5,25 % seguido de un lavado abundante con agua y secar con puntas de papel (RelyX U100 Instructivo de uso).

En el grupo A que corresponde a solución fisiológica se observó un 0.00% de presencia de capa híbrida. En el grupo B en el que se utilizó hipoclorito de sodio al 2.5% se observó un 0.00% de presencia de capa híbrida, en la observación al MEB apareció el cemento homogéneo, sin huecos intrínsecos. Sin embargo, la penetración del cemento a la dentina se limitó (fig. 20). Tal interacción superficial normalmente se ha visto en las imágenes microscópicas de la interfaz diente – cemento o cuando se usan agentes de cementación auto-adhesivos. La alta viscosidad del material de cementación, un efecto de neutralización con la reacción de fraguado del cemento debido a la amortiguación de la dentina, así como la presencia de una capa gruesa de debris dentinario en el espacio del poste han sido reconocidos como factores que afectan negativamente a la desmineralización y el potencial de penetración en la dentina y la formación de una capa híbrida de los cementos de resina auto – autoadhesivos <sup>34</sup>.

Algunos estudios señalan que las fuerzas de retención de postes cementados con RelyX U100 tienen un gran éxito y han sido registrados <sup>9</sup>.

Según el fabricante, el cemento establece un enlace químico con sustratos dentales. Sin embargo, no se proporcionan detalles sobre los monómeros ácidos funcionales y la manera en que su activación se produce en ausencia de agua.

A este respecto, debe considerarse que la ausencia de HEMA podría haber limitado la capacidad del material para humedecer adecuadamente el sustrato dental hidrófilo <sup>24</sup>.

El NaOCl es un compuesto halogenado, de uso habitual en endodoncia, que tiene baja tensión superficial, excelente capacidad antiséptica, parcialmente neutraliza los productos tóxicos de los conductos radiculares y disuelve el tejido orgánico vital y necrótico, según nuestro estudio este agente antimicrobiano no permite que haya una formación de capa híbrida, se cree que el NaOCl conduce la oxidación de algunos de los componentes de la matriz de la dentina, en especial del colágeno, además el NaOCl libera cloruro de sodio y el oxígeno provoca una fuerte inhibición de la polimerización <sup>27</sup>.

Los cementos de resina autoadhesivos recientemente desarrollados no requieren pretratamiento de la dentina, debido a que estos cementos no utilizan un sistema adhesivo, lo que reduce drásticamente el número de pasos en su aplicación, acortando el tiempo de tratamiento clínico y disminución de la sensibilidad, ya que minimiza los errores en el procedimiento de todas las fases del tratamiento. Los cementos autoadhesivos contienen metacrilatos multifuncionales de ácido fosfórico que tienen fama de reaccionar con la hidroxiapatita del tejido dental duro, sin embargo, algunos estudios sugieren que los cementos autoadhesivos tienen una capacidad limitada para difundir y descalcificar la dentina subyacente. Algunas de las razones para esta limitación son: 1) la alta viscosidad, lo que puede aumentar rápidamente después de reacciones ácido-base, y 2) un efecto de neutralización que puede ocurrir durante su colocación, lo que resulta en la liberación de agua y de agentes de relleno alcalino que eleva el nivel de pH y tamponamiento con componentes de la capa de barrillo dentinario <sup>20, 34</sup>.

En estudios previos se observó con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) que el cemento Rely X Unicem comparado con un cemento de grabado total, no mostró

desmineralización de la dentina y consecuentemente infiltración de la resina, por lo que no se identificaron tags de resina y capa híbrida. Mientras que en los cementos autoadhesivos los túbulos no fueron infiltrados por resina, pero se observó una íntima adaptación y no se observaron manifestaciones morfológicas de interacción con la dentina <sup>34</sup>. En otro estudio se observó una íntima adaptación de los cementos autoadhesivos en la dentina, pero no se observó capa híbrida o tags de resina y recomendaron otros mecanismos (como las interacciones químicas) para que se dé una interacción entre estas dos interfaces <sup>35</sup>.

Otro estudio señaló que no se produjo descalcificación de la dentina subyacente por los cementos autoadhesivos, por lo que la unión iónica también puede verse afectada. Siguiendo el concepto de adhesión / descalcificación, la desmineralización es un fenómeno de superficie controlada que implica interacción con la hidroxiapatita y depende de la adsorción de los aniones ácidos en la hidroxiapatita. La acidez de los cementos y adhesivos, pudiera no ser tan importante como para crear una desmineralización real a la dentina, como previamente se creía <sup>36</sup>.

Se ha observado que el cemento RelyX U100 proporciona una buena cementación con el 80% de continuidad en el conducto radicular tras cementar un poste de fibra de vidrio y que la calidad de la cementación es similar entre las porciones cervical, media y apical de los conductos radiculares de los dientes. En términos prácticos, RelyX U100 ofrece una excelente cementación porque combina una buena unión y una fácil aplicación <sup>20</sup>.

Se ha demostrado que los cementos auto-adhesivos siempre deben ser aplicados con una cierta presión, para asegurar que la viscosidad del cemento tenga una adaptación relativamente alta a la pared de la cavidad, ya que el cemento sólo interactúa superficialmente con la dentina y el esmalte, por lo que hay una mejor efectividad de la adhesión cuando se graba con ácido fosfórico de forma selectiva en el esmalte antes de la cementación <sup>26</sup>.

Hablando específicamente de la irrigación en endodoncia, existe inmensa literatura que soportan diferentes protocolos de irrigación, así como el uso de distintas composiciones

químicas de los irrigantes, sus porcentajes de concentración, el volumen requerido, la temperatura del irrigante, el tiempo que debe permanecer en contacto para que haga su efecto deseado sobre dentina, y todos ellos concluyen prácticamente que el uso combinado de un quelante, como lo es el EDTA y el NaOCl en sus distintas concentraciones es el protocolo ideal para la remoción de tejido pulpar y debris dentinario formado durante la instrumentación endodóntica. Uno de los protocolos previos a la obturación endodóntica, revisados para este trabajo es el que recomienda el uso de EDTA al 17% durante un minuto haciendo recambios del líquido cada 20 segundos, y posteriormente el uso del hipoclorito de sodio al 2.5% con un volumen de 10 ml para cada conducto.

Es por ello que se tomó la decisión de tener como variables el uso de estos irrigantes combinados (EDTA y NaOCl) o de manera aislada, así como el uso de solución fisiológica. Una de las interrogantes que se tenían previo al estudio era el efecto que tendría el uso del EDTA sobre el cemento autoadhesivo, ya que algunas marcas de ellos no recomiendan dicha combinación, porque desfavorece la adhesión, aun así se tomó la decisión firme de experimentar con ambos.

En el grupo C donde se combinó EDTA + Sol. Fisiológica se observó un 60% de presencia de capa híbrida.

Un estudio demostró en dentina coronal un aumento en la resistencia de unión de un sistema adhesivo de auto-grabado con el uso de clorhexidina al 2% seguido del uso de EDTA 17%, y se sugirió que el efecto del EDTA aumenta la resistencia de la unión, sobre todo por el efecto de una reacción química en la superficie de la dentina<sup>27</sup>. Por lo tanto, el EDTA es un poderoso antioxidante, y desmineralizante de la dentina. Por otra parte, tiene la capacidad de eliminar la capa de debris, lo que podría facilitar la penetración de monómeros resinosos en los túbulos dentinarios<sup>37</sup>.

Por lo tanto nuestra hipótesis de investigación se acepta ya que el protocolo de irrigación de EDTA al 17 % por 1 minuto elimina la capa de barrillo dentinario sin erosionar la dentina seguido de solución fisiológica para eliminar los restos de EDTA favoreciendo la

penetración del material cementante y con esto la formación de una capa híbrida. El uso de las demás soluciones irrigantes afecta la adhesión del cemento de resina auto – adhesivo a la dentina radicular.

En el grupo D que corresponde a EDTA + Hipoclorito de sodio + Sol. Fisiológica se observó únicamente un 30 % de presencia de capa híbrida.

El hipoclorito y EDTA debilitan la dentina a través de la disolución de sus componentes orgánicos e inorgánicos, respectivamente. EDTA expone la dentina de la matriz orgánica, lo que podría ser atacado más fácilmente por el hipoclorito <sup>7</sup>.

El grupo C, irrigado con EDTA + Sol. Fisiológica se observó un aumento significativo en la formación de capa híbrida ( $p < 0.05$ ). La falla de las muestras se dio en el grupo A (control) de Sol. Fisiológica y el grupo B, de NaOCl donde se observó el 0.00% de presencia de formación de capa híbrida. Sin embargo se pudo observar una íntima unión del cemento con la dentina, más no la formación de una capa híbrida en sí.

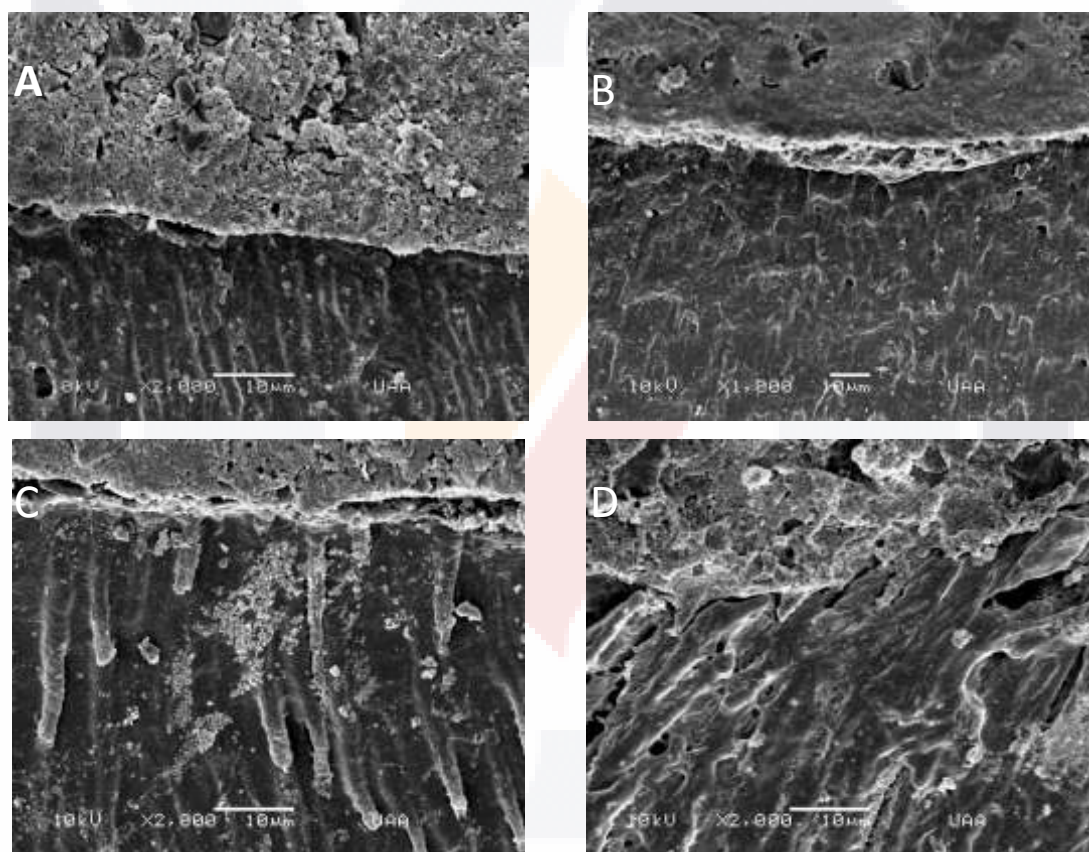
Probablemente los restos residuales de los irrigantes y sus productos se difundan en los túbulos dentinarios, y la acción de ellos continúen un lapso de tiempo superior al previsto, ya que las puntas de papel que se utilizaron para eliminar los irrigantes, no tienen la capacidad de secar los líquidos residuales de los túbulos. Los cementos autoadhesivos contienen monómeros ácidos en su composición que producen permeabilidad en la dentina y pueden aumentar el fluido en los túbulos dentinarios, por lo tanto las sustancias químicas residuales pueden interactuar con el cemento autoadhesivo y afectar la penetración en la dentina desmineralizada al igual que la fuerza de unión.

En otro estudio se obtuvieron valores bajos de fuerza de adhesión en el grupo donde se usó EDTA solo, al parecer puede estar relacionado con el patrón de erosión de la superficie de la dentina que esta solución es capaz de producir <sup>38</sup>. Y es por todos estos efectos producidos por el EDTA, por lo que aquellos grupos donde lo utilizamos, se observó una penetración del cemento autoadhesivo.



Con las limitaciones de este estudio *in vitro*, se puede decir que hubo diferencia estadísticamente significativa en la eficacia de penetración del cemento a los túbulos dentinarios y la formación de una capa híbrida con el protocolo de irrigación EDTA al 17% seguido de solución fisiológica antes de la cementación del poste de fibra de vidrio con el cemento de resina auto – adhesivo RelyX U100. Sería recomendable hacer pruebas de microtracción para medir la fuerza de adhesión bajo este protocolo de irrigación para complementar este estudio.

**Presencia y ausencia de capa híbrida**



**Fig. 20.** Las micrografías electrónicas de barrido de Sol. Fisiológica (A), NaOCl 2.5% (B), EDTA 17% / Sol. Fisiológica (C) y EDTA 17% / NaOCl 2.5% / Sol. Fisiológica (D). Mientras que en grupo Sol. Fisiológica y NaOCl 2.25% fueron usados para irrigar los conductos para que los postes fueran cementados con el cemento auto-adhesivo Relyx U100 no se identificaron tags de resina ni zona híbrida, los túbulos no fueron infiltrados con resina, pero si fue observada una íntima unión a la dentina, y no se distinguió ninguna manifestación de interacción con la dentina. Cuando los conductos fueron irrigados con EDTA 17% / Sol. Fisiológica la dentina fue desmineralizada y consiguientemente infiltrada por la resina. Tags de resina largos y una zona híbrida fueron identificadas, al igual que con EDTA 17% / NaOCl 2.5% / Sol. Fisiológica se observó la formación de tags de resina cortos.

### 5.3. Conclusiones

La reciente introducción de los cementos auto-adhesivos universales, ha supuesto una innovación en la Odontología de tipo adhesivo. La idea de realizar un solo cemento para todos los tipos de restauraciones, el ahorro de tiempo relacionado con su utilización, es una razón que facilita el trabajo de los dentistas. Desde el punto de vista de la eficacia adhesiva, la disminuida sensibilidad al operador, relacionada con la aplicación de estos cementos en una única fase clínica, es su punto más relevante.

Según las instrucciones aportadas por los fabricantes para lograr una perfecta adhesión, los cementos auto-adhesivos, gracias a sus monómeros ácidos, deberían infiltrar el barrillo dentinario, desmineralizar parcialmente la dentina, difundir en los túbulos dentinarios abiertos y polimerizar lo suficientemente rápido. A pesar de sus pH ácidos iniciales, recientemente estudios han demostrado que estos cementos se caracterizan por una escasa capacidad adhesiva a las estructuras dentarias. Muchas investigaciones son necesarias todavía para establecer sus mecanismos de adhesión y hacer que la simplificada tecnología de estos cementos se refleje en una eficacia clínica.

Las conclusiones que se pueden deducir de la presente tesis son:

En base a los resultados obtenidos, los grupos en el que se utilizó solución fisiológica y NaOCl al 2,5 % (Indicado por el fabricante antes de cementar el poste) no se identificaron tags ni zona híbrida por lo que los túbulos no fueron infiltrados con resina, pero si fue observada una íntima unión a la dentina, y no se distinguió ninguna manifestación de interacción con la dentina. El cemento auto-adhesivo fue incapaz de desmineralizar o disolver la capa de barrillo dentinario producida por la fresa con la que se preparó el espacio para el poste, por lo que no se observó descalcificación o infiltración de la dentina.

En los grupos en los que se utilizó EDTA/ Sol. Fisiológica y EDTA / NaOCl, la dentina fue desmineralizada y consiguientemente infiltrada por la resina. Tags de resina largos

fueron observados en el grupo EDTA/ Sol. Fisiológica y una zona híbrida fueron identificadas. Sin embargo se observaron tags de resina cortos en el grupo EDTA / NaOCl.

Por lo que podemos concluir que el protocolo de irrigación con EDTA al 17% utilizado durante 1 minuto es suficientemente efectivo para eliminar el barrillo dentinario y desmineralizar la dentina sin erocionarla, seguido de una irrigación de solución fisiológica durante 60 segundos para eliminar los residuos del EDTA favoreciendo la infiltración de los túbulos con resina formando una capa híbrida.



## GLOSARIO

**Ácido Etil Diamino Tetraacético (EDTA):** Solución quelante que limpia y elimina la capa de barrillo dentinario producto de la debridación, dejando los túbulos dentinarios claros de materia orgánica.

**Activadores:** Son los encargados de desencadenar la reacción en cascada de la polimerización. Básicamente nos encontramos con dos, los fotoactivadores que son las camforquinonas o el PPD y los quimioactivadores como el complejo Aminaperódo. En algunas ocasiones se encuentran asociados ambos tipos de activadores y estamos entonces ante un adhesivo de fraguado dual.

**Adhesión:** Fuerza de atracción entre átomos o moléculas de dos superficies diferentes en íntimo contacto.

**Adhesivo dental:** Material que colocado en capa fina sirve para adherir el material restaurador al diente, tanto a esmalte como a dentina.

**Barrillo dentinario (smear layer):** es una película (0.5 a 3 micrones de espesor) firmemente adherida (no se desprende con una limpieza de aire - agua), compuesta por restos de esmalte y dentina, biofilms (saliva, sangre, fluidos), y bacterias que se forman luego de la instrumentación cavitaria. Oblitera los túbulos dentinarios a través de prolongaciones de hasta 10 micrones ("smear plugs") y al poseer bacterias no puede ser ignorado.

**Capa híbrida:** Mecanismo de unión primaria a la dentina. Interdifusión o enclavamiento micromecánico de resina con el colágeno desmineralizado de la dentina intertubular.

**Cemento de resina auto – adhesivo:** Cemento a base de resina de séptima generación que contienen monómeros multifuncionales hidrófilos con grupos de ácido fosfórico, que

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pueden reaccionar con la hidroxiapatita (HAp) y también penetrar y modificar la capa de smear layer de los tejidos duros resultando en retenciones micromecánicas.

**Cristales de Hidroxiapatita (HAp):** Material inorgánico que consta el 97% del esmalte dental que se compone de dalita, la cual contiene la mayor parte de iones de calcio y fosfato, entremezclados con los iones de flúor, forman grupos paralelos extremadamente largos en el esmalte.

**Difusión tubular:** Capacidad de un material a propagarse por el túbulo dentinario y es proporcional a la longitud del túbulo, a su diámetro y al peso molecular de las sustancias.

**Hipoclorito de sodio (NaOCl):** Solución irrigante con efecto antibacterial, y de disolución de materia orgánica. Se utiliza como solución limpiadora y como lubricante de las limas e instrumentos rotatorios, eliminación de los restos de tejidos de forma mecánica.

**Irrigación:** Lavado de las paredes del conducto radicular con una o más soluciones antisépticas (químicos) y la aspiración de su contenido con rollos de algodón, conos de papel, gasas o aparatos de succión. Con el objetivo de eliminar restos orgánicos e inorgánicos, humedecer o lubricar las paredes dentinaria.

**Microscopio Electrónico de Barrido (MEB):** Es aquel que utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra. También produce imágenes de alta resolución, que significa que características especialmente cercanas en la muestra pueden ser encaminadas a una alta magnificación. La preparación de las muestras es relativamente fácil pues la mayoría de MEB sólo requieren que estas sean conductoras.

**Poste de fibra de vidrio:** Estructura de una sola pieza, para ser alojada definitivamente dentro de la raíz, constituido de fibras de vidrio dispuestas de forma unidireccional en una matriz de resina que utilizan adhesivos dentinarios basados en metacrilato y cementos de resina para ser cementados, sobresaliendo para que se pueda conformar un muñón de

resina, sirviendo así de fijación intermedia para retener una corona que devuelva la anatomía y función a una pieza dental que estaba destruida o debilitada y a la cual se le había practicado previamente una endodoncia.

**Relleno inorgánico:** Este componente no aparece en todos los sistemas adhesivos pero en los que lo hace pretende reforzar a través del nanorelleno la resina, y conseguir así un adhesivo con propiedades mecánicas mejoradas. Con este tipo de adhesivos es más fácil conseguir un adecuado grosor de capa, pues son menos fluidos.

**Resinas hidrófilas:** Estas son las encargadas de conseguir la unión a dentina impregnando la capa híbrida y formando “tags“ aprovechando precisamente la humedad de la dentina. Son resinas como PENTA, HEMA, BPDM, TEGDMA, GPDM O 4-META.

**Resinas hidrófobas:** Son las primeras que formaron parte de los materiales adhesivos y aunque son poco compatibles con el agua su función en los sistemas adhesivos es doble, por un lado conseguir una buena unión a la resina compuesta que también es hidrófobo y por otro conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor suficiente para que nuestra interfase dentina resina soporte el estrés a que se va ver sometido ya que suelen ser más densos que las resinas hidrófilas.

**Solución Fisiológica:** Solución química inactiva, que suele consistir en una solución estéril de cloruro sódico al 0,9% p/v en agua destilada.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen S, Burns R. Vías de la pulpa. ELSEVER 2009; 9a ed.
2. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006; 32: 389 – 98.
3. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. J Endod 2004; 30: 792-5.
4. Calt S, Serper A. Time – dependent effects of EDTA on dentin Structures. J Endod 2002; 28: 17-9.
5. Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strength of bonding agents to pulp chamber lateral walls. J Endod 2004; 30: 362–5.
6. Edermir A, Ari H, Gungunes H, Belli S. Effect of medication for root canal treatment on bonding to root canal dentin. J Endod 2004; 30: 113-6.
7. Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. J Endod 2007; 33: 1325-8.
8. Walton R, Torabinejad M. Endodoncia principios y práctica. Mcgraw-Hill 1996; 2a ed: 227- 31.
9. Jaju S, Jaju P. Newer Root Canal Irrigants in Horizon: A Review. Int J Dent 2011
10. Gomes G, Gomes O, Reis A, Gomes J, Loguercio A, Calixto A. Regional bond strengths root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. Braz Dent J 2011; 22(6): 460 – 467.

11. Cecchin D, Farina AP, Souza MA, Carlini – Júnior B, Ferraz CCR. Effect of root canal sealers on bond strength of fibreglass posts cemented with self-adhesive resin cements. *Int End J* 2011; 44: 314 -320.
12. Cantoro A, Goracci C, Vichi A, Mazzoni A, Fadda G, Ferrari M. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. *Dental Materials* 2011; 27: 197 – 204.
13. Marcé M, Lorente M, González M, Pereira H. Restauración del diente endodonciado mediante poste de fibra de vidrio. *Dentum* 2006;6(2):71-77.
14. Dimitrouli M, Geurtersen W. Push-out strength of fiber posts depending on the type of root canal filling and resin cement. *Clin Oral Invest.* 2011; 15: 273-81.
15. Carrillo Carlos, *Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales. Revista ADM* 2006; Vol. LXIII, No.2: 45-51.
16. Hemostroza Gilberto, 2010. *Adhesión en Odontología Restauradora*, Ripano Editorial Médica, 2ª Edición. Madrid, España. Capítulos, II y IV.
17. Santos J, Effect of Chemical Irrigants on the Bond Strength of a Self-Etching Adhesive to Pulp Chamber Dentin. *J Endod* 2006;32:1088–1090.
18. Nakamura T, Wakabayashi K, Kinuta S, Nishida H, Miyamae M, YAtani Hirofumi Y. Mechanical properties of new self-adhesive resin-based cement. *J Prosthodontic Reserch* 2010; 54 :59-64.
19. Burgess J, Ghuman T, Cakir D. Self-adhesiveresin cements. *J Compilation* 2010; 22(6): 412- 19.



20. Silva RA, Coutinho M, Cardozo PI, Silva LA, Zorzatto JR. Conventional dual-cure versus self-adhesive resin cements in dentin bond integrity. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(4):355-62.

21. Sümer E, Deger Y. Contemporary Permanent Luting Agents Used in Dentistry: A Literature Review. *Int Dent Res* 2011;1:26-31.

22. Burgess JO, Ghuman G. A practical guide to the use of luting cements; a peer-reviewed publication. Originally published as an insert to *Dental Economics*, 2008.

23. Ferracane J, Stansbury J, Burke F. Self-adhesive resin cements – chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Reh* 2011;38:295-314.

24. Jara P, Martínez A, Correa G, Catalán A. In vitro study of push-out resistance of glass-fiber posts cemented with four luting agents. *Avances en odontología.* 2012;26(5): 255-62.

25. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Newmann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci* 2009; 117: 326 – 333.

26. Munck J, Vargas M, Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Meerbeek B. Bonding of an Auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004;20(10):963-71.

27. Farina AP, Cecchin D, Barbizam J. Influence of endodontic irrigants on bond strength of a self-etching adhesive. *Aust Endod J* 2011; 37: 26-30.

28. *Histología Oral.* Segunda edición. Editorial Medica panamericana 1986.

29. Gaspar Karla, Estudio de la microfiltración de adhesivos de quinta y séptima generación evaluada por medio de nanopartículas semiconductoras, Maestría en Ciencias

Biomédicas Área de Rehabilitación Bucal Tesis, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mex., 2010, 8 – 35.

30. Cova JL. Biomateriales Dentales. 2da ed. AMOLCA 2010.

31. Espinosa F, Espinosa D. Difusión de los adhesivos dentinarios en el complejo pulpo dentario, un estudio *in vitro*. Revista ADM. 2005; 62(1): 5-11.

32. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different skating forces. J Adhes Dent. 2006;8(5):327-35.

33. Mumcu E, Erdemir U, Topcu FT. Comparison of micro push-out strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. Dent Mater J. 2010; 29(3):286-96.

34. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli M, Toledano M. Limited decalcification/difusión of self-adhesive cements into dentin. J Dent Res 2008;87(10):974-9.

35. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. Dent Mater 2007;23:71-80.

36. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Yoshioka M, Snauwaert J, Abe Y, et al. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. J Dent Res 2001;80:1565-1569.

37. Miyasak K, Nakabayashi N. Combination of EDTA conditioner and Phenyl – HEMA self-etching primer for bonding to dentin. Dent Mater 1999;15:153-7.

38. Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. Eur J Oral Sci 2005;113:70-6.