

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLIVAR
OFIICINA LA PAZ



ÁREA DE SALUD
“MAESTRÍA EN ODONTOLOGÍA CON ESPECIALIDAD EN
ENDODONCIA”
2007 - 2009

“ANÁLISIS DIFERENCIAL DEL SELLADO MARGINAL DE
LOS CEMENTOS DE OBTURACIÓN, LOS IONÓMEROS DE
VIDRIO MODIFICADOS CON RESINA VERSUS LOS
IONÓMEROS DE VIDRIOS CONVENCIONALES”

POSTULANTE: Dr. JOSÉ MARIO MONJE REGUERIN
TUTOR: Dr. ELMER MOLLINEDO SANDOVAL

LA PAZ – BOLIVIA
2011

AGRADECIMIENTO

- Al Dr. Elmer Mollinedo Sandoval, porque además de un buen director de tesis te has convertido en un buen amigo. Has sido uno de los pilares más importantes para llevar a cabo este proyecto. A tu lado ha sido más fácil. Gracias por tu apoyo, tiempo y paciencia.
- Al Ing. Jaime Rocha, por ser una fuente de sabiduría y estar a mi lado en momentos de duda e indecisión.
- A todo el personal del Instituto de Investigación de Metalurgia y Materiales en especial a su Director Ing. Juan Carlos Montenegro de la Universidad Mayor de San Andrés La Paz - Bolivia.
- A todo el personal del Instituto de Investigación Geológicas y del Medio Ambiente en especial a su Docente Ing. Mario Blanco de la Universidad Mayor de San Andrés La Paz - Bolivia.
- A mi esposa Dr. Ionnve Archondo Lujan, por ser mi compañera en mi vida. Gracias por tu paciencia, por tu fe en mi, por tu apoyo incondicional que siempre me has demostrado y, por el tiempo que no he podido dedicar para poder sacar este proyecto adelante.
- A mi hijo Ing. Mario Monje Archondo, por ser la fuente donde conseguí la guía y el apoyo en este proyecto, es por esto que va especialmente dedicado para ti.

GRACIAS.

RESUMEN.

Los cementos de ionomeros de vidrio modificados con resina (CIVMRs) versus los ionomero de vidrio convencionales (CIVC) ofrecen un avance significativo en los materiales de obturación, para devolver lo perdido por la pieza dental por acción de la caries que la ha deteriorado. Existen muchos estudios de investigación de estos materiales sobre su comportamiento, manipulación y adhesión. Otros estudios comparativos como en el que se ocupa el presente caso, pretenden determinar cuál es el material más adecuado para la realización de un correcto sellado marginal. **Objetivo:** Determinar cuál es el mejor sellador marginal entre los CIVMRs y los CIVC, a través de un estudio comparativo e n “In Vitro”, realizado en piezas dentarias sanas. **Método:** Se colectaron 40 molares humanos extraídos, los cuales se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos(N=10) de 10 muestras, a las cuales se les realizaron cortes y cavidades que fueron restauradas c on CIVC y con CIVMRs y se valoró el sellado marginal por medio de la filtración utilizando la técnica de envejecimiento por el termociclado, 5000 ciclos y sometido a la acción del azul de metileno por 24 horas. A los valores se les aplicó análisis estadíst ico del Software Stata versión 9. Se realizó la prueba de diferencia de promedios de filtración para cada objetivo específico, en los corte 2 y 3 de la muestra observada en el microscopio estereográfico, previa prueba de homogeneidad de varianzas. **Resultados:** No existió diferencia estadísticamente significativa entre CIVC sin grabado acido(siendo el grupo 1 el de control) con el CIVMRs con grabado acido(siendo el grupo 4 el experimental), pero sí existió diferencia estadísticamente significativa con el CIVC con grabado acido (siendo el grupo 2 el de control) con el CIVMRs con grabado acido en el corte 3 del lado izquierdo y derecho, reportando diferencia de promedio de $p=0.029$ y 0.004 , la segunda diferencia estadística entre CIVMRs sin grabado acido (siendo el grupo 3 de control) con el CIVMRs con grabado acido, aplicado al cuarto grupo de estudio corte 3 del lado derecho, reportando diferencia de promedios de $p=$ con el CIVC con grabado acido 0.03 menor al nivel de confianza $p=0.05$ **Conclusión:** El sellado marginal con los CIVMRs con grabado acido son los que dieron, menor filtración dando una fiabilidad para su utilización .

Índice

	Pág
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
2. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.	3
2.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
CAPITULO I	
MARCO TEÓRICO	6
1.1. LA SALUD	6
1.1.1. LA SALUD ORAL	6
1.2. LA ODONTOLOGÍA	7
1.2.1. OPERATORIA DENTAL	7
1.2.2. MATERIALES DENTALES	8
1.2.2.1. CAMBIO DE ESTADO	9
1.3. OBTURAR.....	12
1.3.1. TIPOS DE OBTURACIONES	13
1.4. SELLADO MARGINAL	13
1.4.1. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES DE SELLADO MARGINAL	14
1.4.1.1. IONÓMEROS DE VIDRIO.....	14
1.4.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS IONÓMEROS VIDRIO	16
1.4.1.3. COMPONENTES DE LOS IONÓMEROS VIDRIOS	18
1.4.2. IONÓMEROS DE VIDRIO CONVENCIONALES	21
1.4.3. IONÓMEROS VÍTREOS MODIFICADOS CON RESINA (IVMRS)	23
1.4.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO	25
1.4.4.1. REACCIÓN DE FRAGUADO DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO	25

1.4.4.1. CARACTERISTICAS DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO	27
1.4.4.2. MECANISMO DE FRAGUADO DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO	29
1.4.4.3. FACTORES QUE AFECTAN LA REACCIÓN DE FRAGUADO	30
1.5. LA FUNCIÓN DEL FLÚOR	30
1.6. EL EFECTO DEL ÁCIDO TARTÁRICO	31
1.7. VARIABLES DE ÉXITO EN EL SELLADO	31
1.7.1. LA ADHESIÓN.	31
1.7.1.1. MECANISMO QUÍMICO	33
1.7.1.2. MECANISMO FÍSICO	33
1.7.1.3. SUSTRATOS HISTOLÓGICOS PARA LA ADHESIÓN	34
1.8. ESMALTE DENTAL	34
1.9. DENTINA	35
1.9.1. TÚBULOS DENTINARIOS	36
1.9.2. DENTINA PERITUBULAR	36
1.9.3. DENTINA INTERTUBULAR	37
1.9.4. TIPOS DE DENTINA	38
1.9.4.1. DENTINA SUPERFICIAL	38
1.9.4.2. DENTINA MEDIA	39
1.9.4.3. DENTINA PROFUNDA	39
1.9.4.4. DENTINA ESCLERÓTICA	40
1.9.4.5. DENTINA TERCIARIA REACCIONAL	41
1.9.4.6. DENTINA TERCIARIA REPARATIVA	41
1.9.4.7. DENTINA DEL DIENTE TRATADO ENDODONTICAMENTE	42
1.9.4.8. DENTINA CARIADA	42
1.9.4.9. DENTINA FRACTURADA	43
1.9.4.10. DENTINA ABRASIONADA	43
1.9.4.11. DENTINA ABFRACCIONADA	44
1.9.4.12. DENTINA EROSIONADA	44
1.10. PERCOLACIÓN MARGINAL	46
1.11. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES USADOS	47

1.11.1. CLORAMINA-T (CLORAMICIDA).....	47
1.11.1.1. PREPARACIÓN DE LA DISOLUCIÓN EN LABORATORIO DE LA CLORAMINA T.	49
1.11.2. AZUL DE METILENO	49
1.11.3. TERMOCICLAJE.....	50
1.11.4. KETAC™ MOLAR EASYMIX.	51
1.11.4.1. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	52
1.11.4.2. COMPOSICIÓN	54
1.11.4.3. ADHESIÓN AL ESMALTE Y DENTINA.	55
CAPITULO II	
MARCO METODOLÓGICO	56
2.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	56
2.1.1. OBJETIVO GENERAL.	56
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
2.2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA.	57
2.2.1. DETERMINACIÓN DE VARIABLES	57
2.3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	58
2.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	58
2.3.2. TIPO DE ESTUDIO	58
2.3.3. PRE-EXPERIMENTO.....	58
2.3.3.1. ESTUDIO DEL CASO CON UNA SOLA MEDICIÓN.....	58
2.3.3.2. INSTRUMENTO PARA MEDIR LA VARIABLE DEPENDIENTE	60
2.3.3.3. MEDICIÓN DE LA MICRO FILTRACIÓN	61
2.4. SUJETOS DE INVESTIGACIÓN.	61
2.4.1. UNIVERSO MUESTRAL	61
2.4.2. MUESTRA.....	62
2.5. AMBIENTE.	62
2.6. MATERIALES E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACION	62
2.7. TRABAJO DE CAMPO	63
2.7.1. SELECCIÓN DE LAS PIEZAS	63

2.7.1.1. CONSERVACIÓN DE LA PIEZA	64
2.7.1.2. CONFORMACIÓN DE GRUPOS	64
2.7.2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	64
2.7.3. PREPARACIÓN CAVITARIA DE LA PIEZAS DE ESTUDIO	65
2.7.3.1. TIEMPOS OPERATORIOS	65
2.7.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	70
2.7.4.1. CREACIÓN BASE DE DATOS	70
2.7.4.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS	70
CAPÍTULO III	
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.1. DISCUSIÓN.	78
3.2. CONCLUSIONES	80
3.3. RECOMENDACIONES	80
3.4. ALCANCES Y LIMITACIONES	81
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

ANÁLISIS DIFERENCIAL DEL SELLADO MARGINAL DE LOS CEMENTOS DE OBTURACIÓN DE IONÓMEROS DE VIDRIO MODIFICADO CON RESINA VERSUS IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL

INTRODUCCIÓN.

La salud en general en este siglo XXI puede ser considerada como una de las formas de medir la calidad de vida de los seres humanos. Se presenta en un sin fin de formas, variedades y localizaciones, entre ellas en la cavidad bucal, que hoy en día es fuente de diferentes investigaciones, para determinar la salud bucal y las condiciones de esta respecto de una mejor calidad de vida.

La presente investigación tiene por objetivo principal evaluar el sellado marginal de las obturaciones con cemento de ionómeros de vidrio modificado con resina, sobre los ionómero de vidrio convencional en piezas dentarias que necesitan ser restauradas por alguna alteración generada por agentes externos que rodean a los dientes.

Diversos materiales y técnicas están siendo estudiados para la obtención de un perfecto sellado de la interface diente/restauración eliminando o reduciendo la micro Filtración marginal¹. Este problema puede ser influenciado por factores como: la diferencia del coeficiente de expansión térmica lineal entre las estructuras dentales y el material

¹ VON FRAUNHOFER JA, ADACHI IE, BARNES DM, ROMBERG E. "El efecto de la preparación del diente sobre el comportamiento de la microfiltración". Facultad de Odontología de la Universidad de Maryland, Baltimore, MD 21201, EE.UU. Oper Dent 2000; 526 -533.

LLENA PUY, M^ª CARMEN1; FORNER NAVARRO, LEOPOLDO2. "Relación de la permeabilidad dentinaria con los nuevos sistemas de adhesión dentinaria" Universidad de Valencia. Facultad de Medicina y Odontología. Departamento de Estomatología.

restaurador, contracción de polimerización del material, tipo de adhesión a la dentina y la propia técnica de preparación cavitaria².

En el sellado marginal, al ser un procedimiento de adhesión de un material restaurador a la estructura dentaria, no sólo se rellena la pérdida de tejido producido por la caries sino que se espera integrar el material restaurador en los tejidos duros dentales y así conseguir una estructura unificada.

Siendo que las investigaciones sobre el tema son principalmente desarrolladas fuera de Bolivia y dada la importancia técnica del sellado marginal hace necesario crear un marco de referencia local.

A partir de esta inquietud, surge la necesidad de realizar el estudio científico que testimonie, los resultados obtenidos en el medio local.

Esta tesis pretende, tras el pertinente estudio bibliográfico, buscar cual es el mejor cemento dentario artificial, para remplazar lo perdido por acción del flagelo de la caries, así como, la estrategia para mejorar las fuerzas de adhesión entre el material de restauración y el diente, cuando son sometidos a la acción de un tratamiento la superficie dentaria.

² CORONA SA, BORSATTO M, Dibb RG, RAMOS RP BRUGNERA A, Pecora JD. "Microleakage of class V resin composite restorations after bur, air-abrasion or Er YAG laser preparation". Oper Dent 2001;26(5):491-7.

² GUIRGUIS R, LEE J CONRY J. "Microleakage evaluation of restorations prepared with air abrasion". Pediatr Dent 1999; 21(6):311-5.

1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El ser humano, en su relación personal y social tiene una serie de factores y variables, la salud es una de ellas y está ligada a diferentes esferas, lo físico, mental y social. En este interactuar la salud oral es importante para el equilibrio de la persona ya que de ella depende, en parte, su bienestar emocional y su seguridad para tener un desempeño social proactivo. La salud oral no es un factor aislado, ya que se constituye en una parte integral de la salud en general, para el bienestar de las personas en la parte física en general y psicológica en particular.

La salud oral tiene un gran impacto, en la salud física, ya que es la entrada de los nutrientes; en la cavidad bucal se realiza la conformación del bolo alimenticio que es el primer paso en el proceso de digestión, en un paciente con alteraciones en el contexto del aparato de masticación se verá alterado el metabolismo y la asimilación de nutrientes por ende se verá una baja en la calidad de vida.

La parte funcional de las piezas dentarias, implica la misión que estas piezas tienen en la masticación, hecho que se cumple si estas tienen una estructura estable para dicho fin.

Su impacto en la salud emocional mental, esta también ampliamente demostrada, ya que en la interacción de la relación del paciente con su entorno social, la estética es muy importante debido a que en medio se encuentra el factor autoestima, por lo que un paciente con las piezas dentarias afectadas, tendrá una autoestima disminuida y por tanto limitaciones en el desenvolvimiento social.

La Odontología es una especialidad médica que se desarrolla en diferentes disciplinas dirigidas a conservar o a recuperar la salud de la cavidad bucal. Estas especialidades son: La Operatoria Dental, Rehabilitación Oral, Periodoncia, Endodoncia, Odontopediatria y la Cirugía Oral, entre otras.

Siendo la Operatoria Dental la encargada de tratar la parte de la rehabilitación del órgano dental en sus aspectos funcionales y estéticos, dentro la cual se hace uso de diferentes materiales de uso odontológico para el logro de tal cometido.

Respecto al área de los materiales dentales, es importante remarcar, que la investigación y el desarrollo tecnológico, ha tenido un avance significativo, para que la disciplina de Operatoria Dental sea la encargada de estudiar y aplicar para la rehabilitación del órgano dental los elementos que brinden no solo comodidad sino un rendimiento aceptable que logre el bienestar del paciente.

Frente a algún tratamiento odontológico que sea radical de la pieza dañada, como es la exodoncia, las alternativas terapéuticas dentales son muchas: Los implantes, las prótesis fijas, prótesis removibles, pero pese a estas alternativas existen tratamientos odontológicos que pretenden la conservación de las piezas dentarias en su integridad en el arco dental.

Con la rehabilitación mediante la técnica de obturaciones dentarias las cuales se adhieren a la estructura del órgano dental, no solo se espera que sirvan de relleno a la lesión producida por la caries, sino que además se espera una integración del material a la estructura dentaria y pretende establecer los siguientes beneficios:

- El sellado de la cavidad dental
- Protección del complejo dentino pulpar.
- Protección de la caries dental secundaria.
- Prevención de la tinción por filtración de los márgenes de la restauración.
- La preparación cavitaria conservadora del tejido dentario.

El propósito de esta investigación entonces, es analizar y realizar un estudio comparativo acerca de los cementos de Ionómero de Vidrio Modificados con Resina (CIVMR), sobre los Ionómero de Vidrio Convenciones (CIVC) este estudio es muy importante para el desarrollo de la ciencia odontológica debido a que, de este depende tener como resultado un

sellado marginal ideal mediante la adhesión perfecta en la interface de la superficie dentaria y el material de restauración.

En la práctica odontológica permitirá resolver los problemas de la micro filtración, del pasaje de fluidos, bacterias, moléculas o iones, entre el material de restauración y la pared de la cavidad preparada del diente.

2. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.

La salud dental tanto en el campo de las especialidades odontológicas como en el área investigativa es una preocupación, que tiene una gran repercusión en el ser humano, que después de muchos siglos sigue enfrentándose al problema de tener que sustituir el tejido dental perdido como consecuencia de una enfermedad o accidente por materiales de obturación.

La Odontología es una ciencia que, como otras muchas, ha experimentado procesos de expansión tecnológica y de conocimiento que ha dado lugar a una evolución espectacular en estos últimos años. La conservación de la salud oral implica, tener a todos los componentes individuales indeliblemente relacionados íntimamente entre sí: los dientes, el tejido de recubrimiento de la mucosa, el hueso propiamente dicho y el componente articular.

En esta perspectiva, la Operatoria Dental es la encargada del estudio, la rehabilitación y mantenimiento de la funcionalidad de las piezas dentales, es importante también destacar que el éxito o fracaso en esta tarea depende mucho de los materiales de obturación a ser utilizados.

Dentro de los estudios de los Materiales Dentales son varios los aspectos que deben tomarse en cuenta: en primer lugar, se debe conocer como se presenta el material, en cuantas fases, la composición química de cada una; en un segundo paso, es necesario saber

cómo se manipula el material correctamente, así conocer las distintas fases por las que pasa dicho material durante la reacción de fraguado y posteriormente, es importante saber las propiedades del material fraguado, si son estas las que van a determinar que un material sea adecuado para el uso al que se va a destinar o no y por último, es imprescindible conocer y acotar perfectamente los usos, indicaciones y contraindicaciones de los distintos materiales odontológicos.

La probabilidad de éxito o fracaso está determinada también por la forma y destreza que se tenga para manipular los materiales de obturación de este éxito o fracaso de una obturación de ionómero de vidrio convencional está en una relación del 82% al 94% y en un más alto porcentaje los ionómeros de vidrio modificados con resina.

Respecto de los ionómeros de vidrio convencionales, es muy importante tener en cuenta el problema del equilibrio hídrico en relación con la manipulación de este cemento y su control, el aumento en el tiempo de fraguado con el control de la proporción de fluoruros, que trae consigo también la opacidad y el tamaño de las partículas que a mayor tamaño, mayor velocidad de fraguado.

En los ionómeros de vidrios modificados con resina, además de los componentes de los ionómeros de vidrio, se incorpora en el líquido la resina hidrofílica HEMA (hidroxietil metacrilato), se produce un triple curado.

Se debe considerar también la típica reacción ácido - básica lenta y duradera de todos los ionómeros de vidrio, la cual le otorga a los verdaderos ionómeros sus características principales tales como una liberación sostenida de flúor en el tiempo y la adhesión características de ellos,

Por otro lado la polimerización por luz de los grupos activos poliméricos; este mecanismo empleado en los cementos de obturación ionómeros de vidrio modificados con resina

(Vitrebond), otorga a estos cementos de obturación (Vitremer), un tiempo de trabajo amplio y propiedades físicas óptimas en segundos.

La polimerización de grupos poliméricos activos por un sistema de autopolimerización patentado es un mecanismo relativamente rápido, comienza cuando el ionómero de vidrio es mezclado, sin afectar adversamente el tiempo de trabajo (3 minutos). La acción mecánica del mezclado y el agua del líquido activa el sistema catalizador, dando al material las propiedades físicas de fotopolimerización incluso en áreas donde no llega la luz. Esta nueva tecnología ha creado un verdadero material de ionómero de vidrio con una resistencia a la fractura mayor que la de todos los ionómeros de vidrio. Por lo tanto se puede decir que los cementos de obturación ionómeros de vidrio modificados con resina (Vitremer), constituye un excelente material restaurador, estético con características mejoradas incluso cuando se polimeriza en masa³.

Es así que se hace importante determinar cuál de estos dos materiales es el más apropiado para la realización efectiva de un tratamiento de obturación.

2.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Sobre la base de estos análisis se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál de los cementos de ionómero de vidrio, convencionales o los modificados con resina, tiene mayor capacidad como agente adhesivo a la superficie del sustrato y al material de restauración?

³ MITRA, S.: (1993). "Nueva tecnología para la aplicación en masa y resistencia". Fenestra. 1:3.
DÍAZ; A.: (1994). Evaluación de la resistencia de las uniones adhesivas del Vitremer a la dentina como sustrato variable. Trabajo de Ascenso

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. LA SALUD

“La salud es aquello a conseguir para que todos los habitantes puedan trabajar productivamente y participar activamente en la vida social de la comunidad donde viven”⁴.

Las preocupaciones acerca de la salud son tan antiguas como la misma humanidad, es por ello que este concepto ha sufrido constantes modificaciones a lo largo de su historia. Se trata de un término vivo, dinámico y por ello relativo, cuyo análisis puede ayudar a comprender la valoración y la dinámica en torno a la salud en cada sociedad y época. Considerando que la salud ha llegado a ocupar un lugar de extraordinaria importancia en la vida personal y social de los individuos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Esta definición incluye un componente subjetivo importante que se debe tener en cuenta en las evaluaciones de los riesgos para la salud.

1.1.1. LA SALUD ORAL

La salud oral al igual que la definición de la salud propiamente dicha tiene muchas definiciones, la que en este estudio se va a tomar en cuenta corresponde a la OMS, que define como salud oral: “Al estado en el que la persona se encuentra libre de dolor facial u oral crónico, de carácter oral o faríngeo, inflamaciones orales, defecto de nacimiento como hendidura de paladar y labio, enfermedad periodontal (encías), caries dental y pérdida

⁴ Estas definiciones han sido recopiladas Edgar Lopategui y publicada on-line, sin referencias bibliográficas exactas. Pueden consultarse en la página: <http://www.saludmed.com/Salud/CptSalud/CptSaCon.html>

dental, y otras enfermedades y desordenes que afectan la cavidad oral. Factores de riesgo de enfermedad oral, incluyen una dieta no saludable, uso de tabaco, consumo peligroso de alcohol e higiene oral pobre”⁵.

1.2. LA ODONTOLOGÍA

La Odontología es una ciencia científico-humanista, que nace de las Ciencias Bio-Médicas, que se ocupa de la salud oral. Es el odontólogo, quien dentro del ámbito de sus facultades, debe tratar las enfermedades orales y especialmente las dentales y periodontales, como esta explicitadas en su definición: “ La odontología comprende la evaluación, el diagnóstico, prevención y tratamiento, (quirúrgico, no quirúrgico o de procedimiento relacionados), de enfermedades y desordenes de la cavidad oral, del área máxilo facial o de las estructuras adyacentes asociadas a su impacto en el cuerpo humano, efectuados por un dentista, provisto dentro del ámbito de su educación , entrenamiento y experiencia, en concomitancia con la ley y la ética de su profesión”. (Este concepto se adopto en 1997 por la comisión de delegados de la Asociación Dental Americana).⁶

En la odontología, se reconocen como especialidades a aquellas áreas donde se requiere un conocimiento avanzado y destrezas especiales para mantener o restaurar la salud oral. Una de estas especialidades es la Operatoria Dental.

1.2.1. OPERATORIA DENTAL

Numerosos autores han intentado definir qué es la Operatoria Dental. La Odontología, nacida como una rama de la Medicina en el transcurso del siglo XX ha crecido y sea transformado en una profesión independiente debido a la complejidad de los procesos biológicos y los procedimientos técnicos involucrados en el arte y la ciencia de restaurar las lesiones de la boca y sus tejidos adyacentes.

⁵ Pagina internet OMS <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/index.html>

⁶JADA, <http://www.ada.org/prof/ed/specialties/definitions.asp>

En tal sentido, G.V. Black. En sienta las bases de la Operatoria Dental moderna, la define como “Las operaciones sobre dientes naturales y sus tejidos blandos conectados que son realizadas habitualmente por el dentista, para su conservación o para la curación de sus enfermedades”.⁷ A esta afirmación, otros autores como Blackwell⁸ le agregaron el concepto de prevención “para mantener el mecanismo masticatorio en estado de salud”.

Las exigencias estéticas de la vida moderna han obligado a completar la definición como lo hace Sturdevant⁹ al agregar “la restauración de la forma funcional y estética de los dientes”.

La Operatoria Dental es la base fundamental de la odontología, donde ella ocupa más de la mitad de las horas trabajadas en la consulta en todo el mundo para la atención de pacientes con problemas odontológicos.

La Operatoria Dental se relaciona íntimamente con otras especialidades, como ser la ciencia que estudia los Materiales Dentales a la que está unida por los grandes logros que se dieron por las investigaciones y el desarrollo de los materiales dentales.

1.2.2. MATERIALES DENTALES

Un material restaurador ideal sería aquel que se uniera íntimamente al tejido dentario remanente, que reprodujera sus características físicas y químicas, que tuviera el mismo grado de translucidez, un color aceptable, superficie lisa y durabilidad, y pudiera impedir o prevenir el futuro la aparición de nuevas lesiones capaces de hacer peligrar la estabilidad de la restauración y la biología del diente.¹⁰

⁷ Black. GV. “A workon operaative dentistry Meddico” Dental Pub. Chicaago, 1980.

⁸ Barrancos Mooney J. “Clases teóricas. Clínica 1 y 2 de Operatoria”. Facultad de Odontología. Universidad Maimónides, Buenos Aires, 1992 - 1997.

⁹ Sturdevant CM y col. “The art and Science of Operative Dentistry” 3ª Edición, Mosby St Louis 1995.

¹⁰ Barrancos Mooney J. “Operatoria Dental” Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires 1999.

La ciencia de los materiales dentales, requiere conocimientos básicos de la materia en especial de los sólidos, si se desea comprender las propiedades y reacciones de los materiales. Toda restauración dental, ya sea de cerámica, plástica o de metal está compuesta de átomos. Las reacciones colectivas de los átomos, sean físicas o químicas, determinan la eficiencia del material. Por eso es conveniente hacer una revisión breve de la teoría atómica para partir de conocimientos básicos como ser¹¹:

- Cambios de estado de la materia
- Uniones iónicas
- Uniones covalentes
- Unión metálica.

1.2.2.1. CAMBIO DE ESTADO

La primera cuestionante que surge es la de averiguar cómo se mantienen juntos los átomos, por supuesto existe atracción entre las moléculas de un gas. Cuando el vapor de agua se condensa y se forma líquido, se libera energía en forma de calor, este se llama calor de vaporización. En esta relación se define la cantidad de calor que se genera cuando se condensa 1 g de vapor, al estado líquido.¹²

A la inversa, el calor de vaporización también se enuncia, como la cantidad de calor necesario para cambiar 1 g de líquido en gas.

Se requiere energía para que se produzca un cambio del estado sólido al líquido, por lo que se concluye que la atracción en los átomos en el estado sólido es mayor que en el estado líquido o gaseoso. Si esto no fuera cierto, los átomos se separarían con facilidad; el metal se deformaría con rapidez y se gasificaría a temperatura ambiente.

¹¹ De Skinner, Phillips Ralph W, M. S., D: SC. La ciencia de los materiales dentales editorial Interamericana. McGraw-Hill 9° Edition Mexico 1993.

¹² Idem.

La temperatura a la que un líquido entra en ebullición o se solidifica depende en parte, de la presión del ambiente. Un líquido puede vaporizar (o evaporarse) a cualquier temperatura entre las de congelación y ebullición, siempre que el espacio sobre el líquido no esté saturado o sobre saturado con vapor. Si esto sucede, la fase gaseosa se condensa en estado líquido hasta llegar al equilibrio. La fuerza que se requiere para liberar los átomos de un líquido está en relación con la presión de vapor del líquido.

Con esta breve revisión de la teoría de los cambios de estado, se discutirán las consideraciones sobre la atracción atómica o molecular.

Los materiales que se utilizan en Odontología se presentan en un estado condensado, sólidos o líquidos. Para poder entender y saber las propiedades físico-químicas de estos materiales se necesitan saber cómo están formados y cuáles son las fuerzas que mantienen unidos sus átomos y moléculas.

Las fuerzas de unión que enlazan a los átomos son fuerzas cohesivas. Las uniones interatómicas, que darán lugar a la formación de moléculas, se clasifican como uniones primarias y uniones secundarias. Las primarias son de naturaleza química, mientras que las secundarias se caracterizan por fuerzas físicas.

a) UNIONES INTERATÓMICAS O ENLACES QUÍMICOS.

En los átomos las fuerzas de atracción que los mantienen juntos en los compuestos se denominan enlaces químicos. Cuanto más intenso es el enlace más energía se necesita para romperlo, y esta energía siempre es positiva porque de lo contrario se romperá espontáneamente, para la formación de un enlace químico una de las condiciones es la disminución de energía potencial del sistema.¹³

¹³ TOLEDANO P. Manuel, Osorio R. Raquel. Arte y Ciencia de los Materiales Dentales Odontológicos Editorial Avances Médico Dentales, S.L. 2009. pág. 25

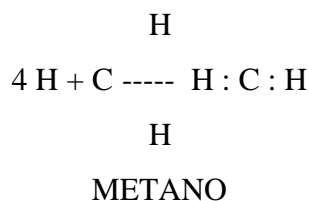
UNIONES IÓNICAS, ENLACE IÓNICO O ELECTROVALENTE

Este tipo de uniones son de tipo químico simple; resultan de atracción mutua de cargas positivas y negativas; el ejemplo es del cloruro de sodio, Na⁺. Cl⁻; ya que el átomo de sodio contiene un electrón monovalente en su capa externa y el cloro tienen siete electrones en su misma capa, la transferencia de la electrovalencias de sodio al átomo del cloro produce un compuesto estable, NaCl. ¹⁴

UNIONES COVALENTES O ENLACE COVALENTE.

En muchos compuestos químicos se comparten electrones divalentes. La molécula de hidrogeno, H₂, es un ejemplo de unión covalente. El electrón univalente de cada átomo de hidrogeno se comparte con el otro átomo, con el que combina, y las capas se estabilizan.

La unión covalente importante es la que ocurre en muchos compuestos orgánicos. El átomo de carbono tiene valencia que se estabiliza mediante combinación con hidrógeno:



Esta combinación es importante para la comprensión de la estructura molecular de las resinas sintéticas y reacción de polimerización. ¹⁵

UNIÓN METÁLICA O ENLACE METÁLICO.

La posibilidad de retirar con facilidad del átomo metálico los electrones con valencia de la cubierta externa, a fin de dejar el mismo número de electrones en relación con el núcleo, y así formar un ion positivo.

¹⁴ Idem. Pág. 26

¹⁵ Idem. Pág. 26

Los electrones de valencia libre se desplazan en la red especial del metal y forman lo que en ocasiones se describe como “nube” o “gas” de electrones. La atracción electrostática entre la nube de electrones u los iones positivos en la red aportan la fuerza que unen a los átomos de metal entre sí como un sólido.¹⁶

b) UNIONES INTERMOLECULARES O FUERZAS DE VAN DER WAALS.

Las fuerzas de interacción intermolecular también conocidas como fuerzas Van Der Waals son más débiles que las otras uniones que describimos anteriormente de las interacciones entre átomos, estas fuerzas intermolecular se manifiestan a distancias mayores que los enlaces covalentes y se basan principalmente en la interacción eléctrica de dipolo. Lo que puede variar en las distintas fuerzas de Van Der Waals.¹⁷

UNIÓN INTERACCIÓN ORIENTACIONAL O DIPOLO -DIPOLO.

Si una sustancia está formada por moléculas polares, por ejemplo molécula de agua, la parte positiva de una molécula estará cerca de la parte negativa de la molécula vecina y así sucesivamente dando lugar a una atracción mutua. La subida de temperatura lo hace más débil.

1.3. OBTURAR

Se utiliza el término obturar en odontología para definir lo que comúnmente se conoce como empastar y que consiste en limpiar la cavidad resultante de una caries para luego rellenarla con algún material, rehabilitando así la anatomía dental para una buena función, masticación y oclusión de los dientes con sus antagonistas y por otro se consiga un buen sellado marginal que impida que vuelva a producirse la lesión cariosa.¹⁸

¹⁶ Toledano P. Manuel. Osorio R. Raquel. Ob. Cit. Pág. 27

¹⁷ Idem. Pág. 28

¹⁸ De Wikipedia, la enciclopedia libre . laodontologia.blogspot.com/2006/06/obturar.html

Por lo tanto obturación o empaste es el resultado de colocar un material que se utiliza con el fin de restaurar o redefinir la forma y los contornos de los dientes dañados de manera parcial por traumatismos, caries, malformaciones y problemas que afectan la estética dental.¹⁹

1.3.1. TIPOS DE OBTURACIONES

Las más comunes en el medio son las resinas compuestas, la amalgama (en desuso), los ionómeros de vidrio, los compómeros y los cementos dentales como el hidróxido de calcio, oxifosfato de zinc y eugenol, pastas de obturación temporarias. Lo que normalmente se conoce como “empaste” hoy en día suele estar realizado con resinas compuestas o, anteriormente, con amalgama de plata, estos últimos han caído en desuso debido principalmente a su falta de estética y a su supuesta toxicidad, la cual no está reconocida por la ADA (Asociación Dental Americana) ni por, prácticamente la totalidad de comunidades dentales del mundo; el resto son para obturaciones temporales, mientras se acaba o desarrolla un tratamiento, generalmente en endodoncia.²⁰

1.4. SELLADO MARGINAL

El sellado marginal, al ser un procedimiento de adhesión de un material restaurador a la estructura dentaria, no sólo se rellena la pérdida de tejido producido por la caries sino que se espera integrar el material restaurador en los tejidos duros dentales y así conseguir una estructura unificada, la cual se denomina obturación o empaste.

¹⁹ Cohen, Stephen. ENDODONCIA. LOS CAMINOS DE LA PULPA. 4a. ed. Ed. Medica Panamericana. Buenos Aires. 1988. Págs.. 243 a 366.

²⁰ De Wikipedia, la enciclopedia libre . [.wikipedia.org/wiki/Obturación](https://es.wikipedia.org/wiki/Obturaci3n) .

1.4.1. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES DE SELLADO MARGINAL

La gama de materiales de sellado marginal abarca desde las resinas compuestas y las modificadas, composites, ionómeros de vidrio y los cementos dentales, para este estudio tomaremos a los ionómeros de vidrio, modificados en base a una resina y los convencionales.

1.4.1.1. IONÓMEROS DE VIDRIO.

La profesión odontológica es consciente del adelanto que ha dado en estos últimos años y esta realidad, que ha experimentado un proceso de expansión y ha evolucionado tanto en la parte técnica y científica, desarrollado nuevas técnicas y materiales dentales que restauren adecuadamente las lesiones existentes y que prevengan el inicio de nuevas alteraciones, llegando a tener también éxitos y fracasos en los materiales de obturación para llegar a sacar de los fracasos conclusiones que puedan dar una evolución en la mejora del tratamiento de la pieza dental, en la parte de sustitución de los tejidos perdidos por la caries dental, llegando no solamente a tener una retención mecánica del material de restauración si no adherirse a la superficie del tejido dentario en su parte de su estructura, teniendo una odontología adhesiva

En esta intensa búsqueda se han introducido desde hace varios años en la profesión los cementos de ionómero de vidrio, considerándose como materiales dentales excepcionales, debido a sus características que los han puesto en una situación muy ventajosa cuando se les compara con otros materiales restauradores.

El término ionómeros etimológicamente provienen del griego: ION (partículas con carga) y MEROS (miembro de una clase especial).

Los ionómeros de vidrio aparecieron en los últimos años de la década de los sesenta, el primero paso lo dio Dennis Smith quien sugirió utilizar ácido poliacrílico en vez del ácido fosfórico en la composición de los cementos dentales, como los silicatos (mezcla de ácido fosfórico con polvo de vidrio). Diversos tipos de ionómero de vidrio han sido descritos: desde los primeros introducidos por Wilson y Kent en Inglaterra en 1972, descubriendo su mecanismo de fraguado, hasta llegar así a los nuevos materiales “modificados con resina” fotocurables²¹.

Los ionómeros de vidrio surgieron gracias a las investigaciones llevadas a cabo por Wilson y Kent en 1969. Más tarde fueron desarrollados y divulgados por McLean y Wilson²².

La idea original era mezclar un vidrio y un ácido poliacrílico en un intento de obtener un material que retuviera las cualidades estéticas del vidrio y las adhesivas del ácido poliacrílico. Además se querían evitar los inconvenientes que tenían otros cementos como:

- Los silicatos, achacados al ácido ortofosfórico (entonces se pensaba que la acidez era el problema)
- Los policarboxilatos (poco estéticos debido al óxido de zinc, que daba opacidad)
- El fosfato de zinc (por su acidez y opacidad).

De esta manera, los cementos de vidrio ionómero, tal y como fueron descritos originalmente están compuestos por un vidrio, poliácidos y agua²³. Dichos componentes producen el cemento mediante una reacción ácido-base inmediata.

²¹ DÍAZ; A.: (1994). Evaluación de la resistencia de las uniones adhesivas del Vitremer a la dentina como substrato variable. Trabajo de Ascenso , <http://www.slideboom.com/presentations/177557/diaposIONOMERO-DE-VIDRIO>

²² De La Macorra García Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

²³ De La Macorra García Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

A través del tiempo los cementos de ionómero de vidrio han experimentado numerosos cambios con el fin de mejorar sus propiedades clínicas. Las investigaciones para obtener un material restaurador que se adhiera directamente, a la dentina, ha comprometido el interés de científicos durante años, ya que si se obtiene una alta adhesión del material al diente se disminuirá considerablemente la necesidad de eliminar tejido dentario sano, lográndose también disminuir la micro Filtración y los problemas asociados a este fenómeno, para mejorar el sellado marginal.

Los cementos de ionómeros vidrio son empleados con diferentes intenciones en la Odontología Restauradora. Desde ya hace mucho tiempo se los emplea como materiales para restauraciones, bases, rellenos cavitarios y cementado de estructuras rígidas.

1.4.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS IONÓMEROS VIDRIO

Existen varias clasificaciones de estos materiales según distintos criterios. Una de las más habituales es referida a su composición es así que existen los siguientes grupos:

IONÓMEROS VIDRIOS CONVENCIONALES (IVC).

Estos cementos están formados por un cristal, la base y copolímeros, el ácido, que una vez mezclados endurece exclusivamente por reacción ácido-base de estos dos componentes.

Otras características importantes es que, su tiempo de maduración es largo, después de un reacción de fraguado inicial que no termina, y también su mecanismo de adhesión a los tejidos dentarios que lo realiza intercambio iónico mediante difusión entre el material y el diente, de manera que forma una interface continua entre ambos. Los antiguos y modernos cementos de ionómero de vidrio de curado químico exclusivo, son los componentes de este grupo. No se activan con luz en ningún momento.

IONÓMEROS VIDRIOS MODIFICADOS CON RESINA (IVMRs).

Los ionómeros de vidrio de este grupo son a los cuya reacción ácido base de fraguado se ve completado con reacción de polimerización acrílica, que comienza por una radiación lumínica. Previamente a esta exposición debe ser mezclada, esta reacción de fraguado puede darse también en la oscuridad en forma lenta.

Existe otra clasificación considerando sus indicaciones de uso y sus propiedades:

Tipo I. Cementado de restauraciones rígidas.

Cemento de una buena capacidad de fluidez y el espesor para formar una película, color adecuado para fijar obturaciones transparentes de resina o porcelana, también en incrustaciones opacas para fraguar en oscuridad.

Tipo IIa. Cementos de restauración.

Cemento con las características principales de una buena translucidez y color adecuado para la restauración, resistencia a la abrasión, erosión y al trauma mecánico.

Tipo IIb. Cermets.

Los cementos de este tipo son los que comprende los materiales de restauración con adición de metales los llamados Cermets.

Tipo III Cementos de base.

Los cementos de este grupo tienen buena resistencia mecánica, radiopacidad, contabilidad con los otros materiales que debe de unirse y un color similar o semejante a la dentina.

Otros usos.

Cemento que comercializan los fabricantes con indicaciones altamente específicas o con indicaciones para dos más indicaciones como ser de base y restauración, y también como selladores de hoyos, surcos, fosas y fisuras, en endodoncia como material de obturación, en partes sensibles radiculares.

1.4.1.3. COMPONENTES DE LOS IONÓMEROS VIDRIOS

a) VIDRIO

El vidrio se presenta en forma de polvo y es capaz de liberar una gran cantidad de iones como ser: Ca^{2+} , Al^{3+} , Sr^{2+} , La^{2+} o Zn^{2+} al ser atacado por el ácido²⁴. De ahí su nombre: Vidrio Ionómero.

La granulometría de este polvo y sus diferentes opacidades y combinaciones de color son trascendentes a la hora de conseguir diferentes grosores de película, colores o translucideces.

Algunos componentes de este vidrio merecen consideraciones especiales. La presencia del flúor demuestra desde un principio que facilitaba enormemente el manejo del material, al retardar la gelación²⁵.

b) POLIÁCIDOS.

El poliácido, en forma de líquido, cuando se formuló inicialmente estaba compuesto por ácido poliacrílico en una solución acuosa. Pero dependiendo del fabricante, puede intercambiarse o combinarse con otros ácidos (tartárico, itánico, maleico, fosfórico). De manera más genérica se puede denominar este ácido como poli-carboxílico, debido a que su cadena contiene gran cantidad de radicales carboxílicos – COOH.

²⁴ De La Macorra García Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto-Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct. Pag.260-262 (1995).

²⁵ Ídem. Pag.260-262

Dependiendo del fabricante la presentación puede ser del tipo denominado anhidro, que consiste en que el poliácido está incorporado al polvo, activándose mediante la adición de agua, por lo que tal denominación es equívoca debido a que, en algún momento, el agua debe ponerse en contacto con el poliácido, formando la fase en la que se desarrolla el intercambio iónico.

El ácido tartárico fue un añadido imprescindible a la hora de hacer prácticas clínicamente la velocidad de reacción, que hasta entonces era muy pequeña.²⁶ Además, debido a sus características posibilita trabajar con cristales con menor cantidad de flúor, haciendo factible la existencia de materiales más traslucidos y estéticos.

c) AGUA.

El líquido es una solución acuosa (al 40 - 45 %) de un copolímero de ácidos poliacrílicos (ó polialquenoicos) más ácido tartárico.²⁷

Es un componente esencial de la fórmula. Su misión fundamental es proporcionar el medio en que se realizan los intercambios iónicos. Su balance adecuado es fundamental, debido a que su falta o exceso producen enormes alteraciones estructurales del material, con tendencia al resquebrajamiento al desecarse. Los cementos de vidrio ionómero primero tenían una molesta tendencia a cuartarse al ser desecados o erosionarse al ser mojados, fundamentalmente antes de que el cemento estuviera maduro.²⁸

d) LA REACCIÓN DE FRAGUADO.

La característica que más ajustadamente define a los cementos de vidrio ionómero ya clásicos, químicos, es la reacción de fraguado. Dicha reacción es una reacción ácido-base típica que se forma una sal: poliacrilato, polifosfato, polimaleinato (policarboxilato,

²⁶ De La Macorra García Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto-Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct. Pag.260-262 (1995).

²⁷ Ídem.

²⁸ Ídem.

hablando en general) y agua. Dicha sal forma el entramado o matriz que retiene los restos o núcleos de las partículas de vidrio sin reaccionar formando así, en sentido estricto, un material compuesto por no homogéneo.

Estos restos sin reaccionar están rodeados por una interface que los separa de la matriz por una capa de lo que se ha dado en llamar “gel silícico hidratado”. Dicha capa es la zona exterior de las partículas que es atacado por el poliácido y de ella procede el intercambio iónico entre el poliácido y el cristal. El nombre de gel silícico hidratado proviene de que los protones (H^+) que provienen de la disociación del poliácido se intercambian con los iones metálicos de la zona externa, quedando la superficie relativamente rica en sílice y protones, con las características físicas de un gel e hidratada, pues el contenido de ion H^+ es relativamente alto.

Se ha especulado recientemente con la existencia de otra reacción concomitante de fraguado, consistente en la formación de una matriz de silicato, responsable de la maduración del cemento, formando por la reacción química de él silicato de vidrio ²⁹.

Debemos recordar ahora dos cosas importantes: que esta reacción es posible gracias a la presencia de agua y que, por su propia naturaleza, es una reacción lenta. Esta lentitud es crucial y se debe a la dificultades que tiene los iones extraídos de los cristales para migrar a través de una matriz progresivamente rígida, en busca de sus lugares de acoplamiento. Es evidente que los iones de mayor valencia y/o peso molecular, principalmente el Al^{+++} tendrán mayor dificultad pero, a la vez, son los que producen mayor grado de entrecruzamiento entre las diferentes moléculas, lo que produce una red más estable resistente. Este fenómeno de lenta maduración de la matriz es una característica inseparable del fraguado de estos materiales, y les confiere sus características de dureza y translucidez finales.³⁰

²⁹ De La Macorra Garcia Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto-Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

³⁰ Idem.

1.4.2. IONÓMEROS DE VIDRIO CONVENCIONALES

Ambos grupos de ionómeros vidrios están compuestos por un polvo y un líquido. El polvo es habitualmente un vidrio que ha sido triturado y filtrado para obtener partículas de un determinado tamaño. El vidrio se obtiene a partir de la fundición de óxidos de silicio y aluminio, con el agregado de fundentes, flúor (FCa ó FSr), y otros óxidos con funciones específicas (sodio, bario, estroncio, cinc). La proporción de estos óxidos en la estructura del polvo determina distintas propiedades del IV. Esto se regula en base a la indicación clínica del cemento.

El agua ioniza esos ácidos, obteniéndose un ión de un polímero, siendo éste un proceso esencial para la reacción de endurecimiento y adhesión del material a las estructuras dentarias. Una vez mezclados los componentes (polvo y líquido), el polvo comienza a incorporar protones (iones H, producto de la ionización del ácido) y desplazar hacia fuera cationes, saliendo primero los bivalentes (calcio, sodio, estroncio), y los de aluminio después. Esos cationes se fijan a los poliácidos, formando cadenas de poliacrilato de Ca^{++} (o Sr^{++}) y Al^{+++} , es decir, una sal de polialquenoato o policarboxilato de $\text{Ca}^{++} / \text{Al}^{+++}$. Queda como núcleo la estructura de sílice del vidrio.

Se forma así la característica estructura nucleada del ionómero vidrio: núcleos de sílice rodeados de un gel silicio, en una matriz formada por los poliácidos y su reacción con los iones que derivan de la disolución parcial del vidrio (sales de polialquenoato de calcio y aluminio).

Junto con la salida de esos cationes (Ca^{++} ó Sr^{++}) salen los fluoruros (empleados en la preparación del vidrio). Quedan libres en la matriz, podrán salir de ella o volver a entrar. Y a partir de ello generar efectos remineralizantes, antibacterianos, etc. sobre los tejidos periféricos.

Con la formación de la matriz o sal de policarboxilato de Ca^{++} , se obtiene un fraguado clínico inicial. Reacción rápida que debe “madurar” con la incorporación de los iones Al^{+++} .

En los Ionómeros de Vidrio este proceso es lento, más en los que poseen alta cantidad de aluminio (en especial los destinados a restauraciones y cementado).

En los destinados a linings o bases este proceso es más rápido, pudiéndose completar de 4 a 7 minutos.

Lo analizado hasta aquí corresponde al mecanismo de endurecimiento de un ionómero vidrio convencional, proceso definido como una reacción ácido-base de fraguado³³. (Ver Figura 1)

FIGURA N° 1

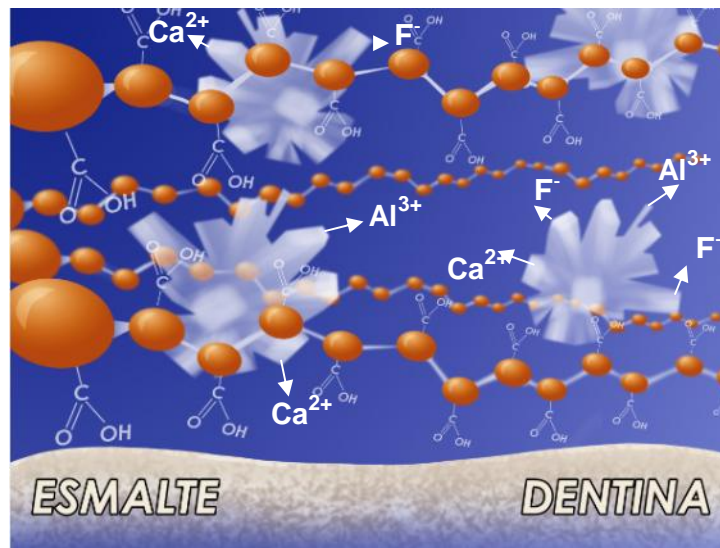


Fig. 1: Esquema que ilustra la estructura de un cemento de ionómero vidrio y su interacción con los tejidos dentarios. Obsérvese (en naranja) las cadenas de ácidos policarboxílicos que a partir de su ionización disuelven parcialmente a las partículas de vidrio, formando una sal, y generan el intercambio de iones con los tejidos del diente, estableciendo el proceso adhesivo.

1.4.3. IONÓMEROS VÍTREOS MODIFICADOS CON RESINA (IVMRS)

Los cementos de ionómero de vidrio modificado con resina son aquellos materiales cuya reacción ácido-base de fraguado se ve complementado con una reacción de polimerización acrílica, que se activa mediante irradiación lumínica. Para que este fenómeno se realice previamente debe de ser mezclado y espatulado, para que actúen sobre las resinas compuestas. Este grupo de material, es en el momento el puntal de los ionómeros de vidrio por su frágil manejo y buena cualidad clínica ³¹.

Si a las moléculas de los ácidos polialquenoicos del líquido se le agregan grupos vinílicos (reemplazando parcialmente a los grupos COO⁻) se puede hacer que polimericen por adición. Esto implica poder unir esas moléculas en forma rápida y aún así, en un tiempo más o menos variable, poder completar la reacción de formación de una sal (fraguado), proceso característico de estos materiales ³².

Se agregan también otras moléculas capaces de polimerizar en agua (hidrofilicas) como el HEMA que probablemente faciliten su adaptación a la dentina. Esta resina podría ser también responsable de mejorar la flexibilidad del conjunto.

El ente emisor de luz debe de estar en íntimo contacto con el material en el momento de la polimerización, que en algunos casos, no es posible, como ser al fondo de las cavidades, se puede decir que no es imprescindible.

Se puede indicar también que en el momento de la polimerización de las resinas que es parte componente de ionómero de vidrio, por la liberación de iones, se produce un microambiente ácido que favorece la absorción del cemento en la dentina,

³¹ De La Macorra Garcia Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

³² Ídem.

interpenetrandola y formándose una capa intermedia fina de polímeros fuertemente unidos al diente.

El acondicionamiento del sustrato, a un no se ponen de acuerdo, o no llegaron a un consenso, pero muchos autores están de acuerdo que una imprimación con un ácido maleico y HEMA o el ácido poliacrílico usado en los ionómeros de vidrio convencionales mejora notablemente la adhesión de los cemento de ionómero de vidrio con resina. Buscándose una mejor humectación de la dentina y una permeabilización y penetración del barro dentinario habiéndose formado un entrecruzamiento mecánico entre los polímeros y la dentina³³.

Se formarán entonces la sal de policarboxilato de Ca^{++} y Al^{+++} y una matriz de poli - HEMA, unidas entre sí. (Ver figura 2).

Se mejorarán algunas propiedades en el material: velocidad de reacción, mayor estabilidad química en el medio bucal y mejores propiedades mecánicas (especialmente una mayor resistencia a la fractura) lo que puede traducirse como ventajas en algunas situaciones clínicas, como por ejemplo en fijación de estructuras rígidas.

Habrá que considerar que la presencia de algún porcentaje sin polimerizar de HEMA (monómero altamente hidrofílico) puede generar absorción acuosa y alterar la estabilidad dimensional de la materia.

³³ De La Macorra Garcia Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

Figura N° 2

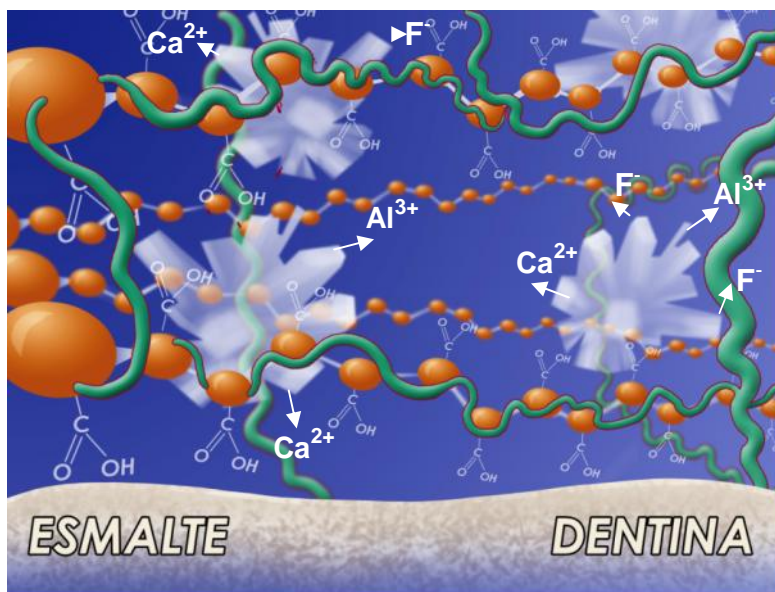


Fig. 2: Situación similar a Fig.1 en un ionómero vidrio modificado con resina. Obsérvese (en verde) la cadenas de poli-HEMA que se unen a las de los ácidos policarboxílicos.

1.4.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO

En términos químicos, los ionómeros de vidrio son materiales que se mezclan juntos a partir de un polvo de vidrio y de ácido policarboxílico y que fraguan en una reacción ácido-base. En la práctica, estos componentes son mezclados en un sistema de polvo-líquido que es estándar para todos los ionómeros de vidrio convencionales. Ketac Molar Easymix está disponible en la versión de mezclado manual. El material de obturación Ketac™ Molar está disponible en el sistema de Cápsula Aplicap™ que puede ser mezclado automáticamente.³⁴

1.4.4.1. REACCIÓN DE FRAGUADO DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO

La reacción de fraguado de los ionómeros de vidrio consiste en un ciclo complejo de reacciones químicas en las que el agua juega un papel central.

³⁴ R.W. PHILIPS SKINNERS - "Science of Dental Materials", W.B.Saunders Company, Philadelphia 1991.

Si el polvo de ionómero de vidrio y la solución acuosa del ácido policarboxílico se juntan, toma lugar una reacción entre el polvo de vidrio alcalino y el ácido no saturado, es una reacción ácido-base típica, en la que se forma una sal: poliacrilato, polifosfonato, polimaleinato, en forma general podemos hablar de los policarboxilatos y agua. Dicha sal forma el entramado o matriz que retiene los restos o núcleos de las partículas de vidrio sin reaccionar (Figura 3) formándose así, en sentido estricto, un material compuesto por no homogéneo. Estos restos sin reaccionar están rodeados por una interfase que los separa de (o une a, según se mire) la matriz por una capa de lo que se ha dado en llamar «gel silícico hidratado». Dicha capa es la zona exterior de las partículas que es atacada por el poliácido y de ella procede el intercambio iónico entre el poliácido y el cristal. El nombre de gel silícico hidratado proviene de que los protones (H^+) que provienen de la disociación del poliácido se intercambian con los iones metálicos de la zona externa (Figura 4), quedando la superficie relativamente rica en sílice y protones, con las características físicas de un gel e hidratada, pues el contenido en ión H^+ es relativamente alto³⁵.

Se ha especulado recientemente con la existencia de otra reacción concomitante de fraguado, consistente en la formación de una matriz de silicato, responsable de la maduración del cemento, formada por la reacción química de él sílice del vidrio.

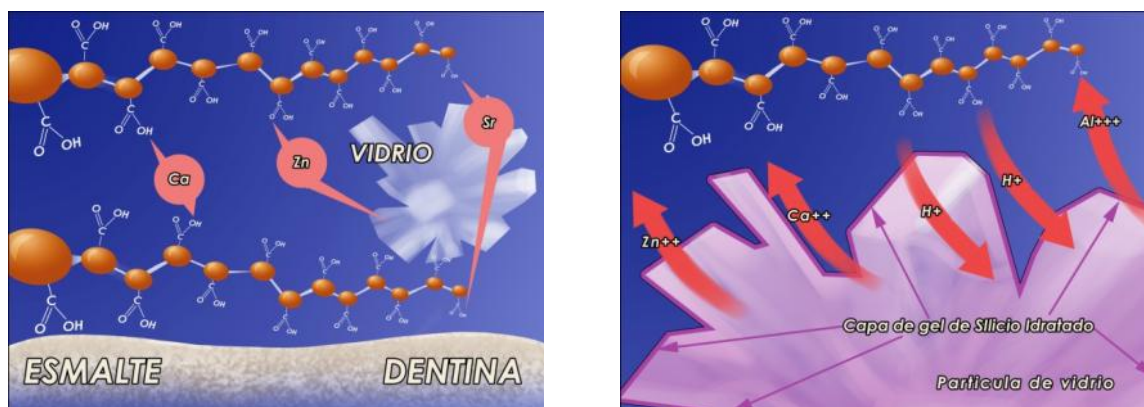
Debemos recordar ahora dos cosas importantes: que esta reacción es posible gracias a la presencia de agua y que, por su propia naturaleza, es una reacción lenta. Esta lentitud es crucial y se debe a las dificultades que tienen los iones extraídos de los cristales para migrar a través de una matriz progresivamente rígida, en busca de sus lugares de acoplamiento.

Es evidente que los iones de mayor valencia y/o peso molecular (principalmente Al^{+++}) tendrán mayores dificultades pero, a la vez, son los que producen mayor grado de entrecruzamiento entre las diferentes moléculas, lo que produce una red más estable y resistente. Este fenómeno de lenta maduración de la matriz es una característica inseparable

³⁵ De La Macorra García José Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto-Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct. Pag.260-262 (1995).

del fraguado de estos materiales, y les confiere sus características de dureza y translucidez finales³⁶.

Figuras 3 y 4



Fuente: Elaboración propia en base a Artículo “Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas”.

1.4.4.1. CARACTERISTICAS DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO

Algunas de ellas son, como es lógico pensar, consecuencia de la reacción de fraguado. Su dureza aumenta con el tiempo, como lo hace la resistencia a la erosión ácida, aún una vez fraguado.

La exotermia es baja, la contracción al fraguar es escasa, pero no nula, la estabilidad dimensional se alcanza en ambiente húmedo, no existe monómero, hay una interacción química muy conveniente entre la matriz y el relleno y una muy poca sensibilidad al desbalance hídrico en las primeras fases del fraguado, soportando muy mal los excesos o defectos de agua.

³⁶ De La Macorra García José Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

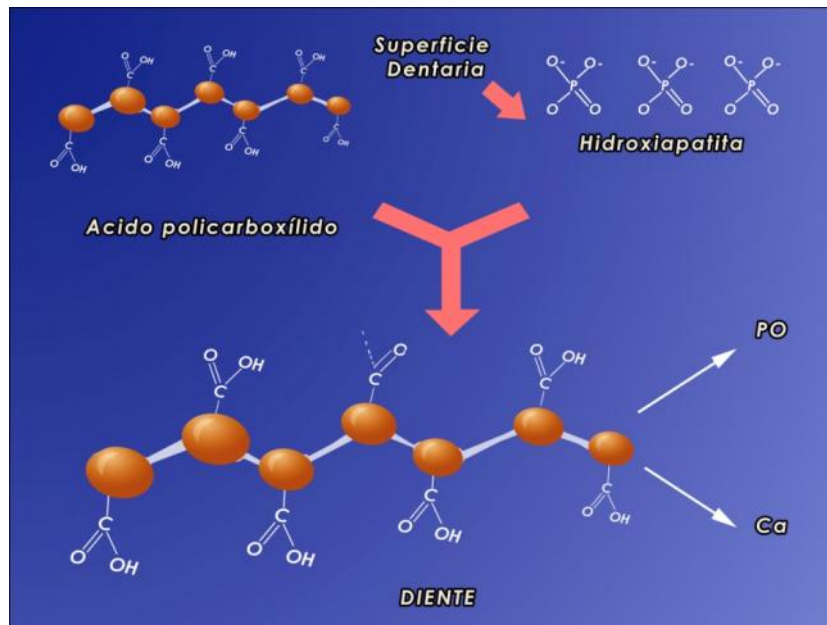
Hay otras peculiaridades muy importantes, no estrictamente debidas a su reacción de fraguado, pero inseparables del material, que son la adhesividad a los tejidos dentarios y la acción cariostática debida a la liberación de flúor.

La capacidad de adherirse a la fase mineral del esmalte o la dentina se cree que pueda ser debida a una unión irreversible de los iones de poliacrilato a la superficie de la hidroxiapatita, tal y como se esquematiza en la Figura 5. En dicha superficie desplazan a los iones fosfato, de manera que en la superficie tisular hay policarboxilato incluido y en la superficie de cemento hay iones calcio y fosfato, desplazados del diente. Se forma así una unión gradual, sin cambios bruscos de fase, mediante una capa intermedia, de transición entre la masa del cemento y la masa tisular. Se cree que esta es una de las diferencias entre los cementos de vidrio ionómero clásicos, químicos, y los nuevos materiales a base de vidrio ionómero. Un concepto ligado específicamente a estos materiales y en relación con su capacidad adhesiva, es el del acondicionamiento de la superficie a la que se va a adherir. WILSON y MCLEAN abogan por el ácido poliacrílico a una concentración de un 30 a un 35%, durante muy poco tiempo: 10sg. Dentro de la enorme cantidad de propuestas de soluciones remineralizantes, microbicidas, etc., lo más razonable parece ser utilizar dicho poliácido debido a que es la parte de la formulación del cemento y contribuye a crear una interfase de unión entre el cemento y el diente. Produce una desmineralización ligera y elimina los restos superficiales. Dichos autores lo proponen como inexcusable en el caso de la aplicación de cementos de vidrio ionómero tipo Cermet debido a que estos elementos tienen peor capacidad de fluir y «mojan» peor la superficie dentaria.

El ácido poliacrílico del imprimador (término más adecuado, en mi opinión, que «primer», de exclusiva aplicación anglosajona) tendría la misión, entonces, de atravesar el barrillo dentinario y asegurarse de que toda la superficie dentinaria será mojada y entrará en contacto con el material de restauración.³⁷

³⁷ De La Macorra García José Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

Figura 5



Fuente: Artículo “ Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas”. José Carlos De La Macorra García Revista Europea de Odonto - Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.261 (1995).

1.4.4.2. MECANISMO DE FRAGUADO DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO

El mecanismo de fraguado puede ser dividido en varias fases de reacción. En una fase inicial, los grupos de ácido carboxílico se presentan en el ácido policarboxílico y se disocian en iones de carboxilato negativamente cargados RCOO^- y en protones cargados positivamente H^+ . Estos iones de hidrógeno H^+ cargados positivamente atacan la superficie del relleno de vidrio. La estructura de vidrio se descompone y los iones metálicos formadores de cemento Al^{+++} y Ca^{++} se liberan.

Los iones metálicos emigran hacia las fases acuosas del material y la fase primaria de curado.

A medida que la reacción continua, los protones atacan persistentemente al vidrio de silicato, y los iones de aluminio Al^{+++} son disueltos. La acumulación de estos iones de aluminio cargados positivamente de manera triple, introduce la reacción de curado secundario. En la matriz preformada, se forman los iones Al^{+++} y se forma un gel de carboxilato de aluminio cálcico tridimensional y soluble en agua. En esta etapa la humedad o la pérdida de agua ya no es un problema³⁸.

1.4.4.3. FACTORES QUE AFECTAN LA REACCIÓN DE FRAGUADO

Muchos factores químicos y físicos afectan la característica de fraguado de los materiales de ionómero de vidrio. Aunque estamos tratando con una reacción ácido-base, esta es muy compleja debido a los diferentes mecanismos de reacción descritos anteriormente. Esto se aplica tanto a la liberación y precipitación de los iones de calcio y de aluminio como a la gelificación causada por los iones de flúor y tartratos. Mientras que algunos factores, tales como la temperatura, el tamaño de las partículas de la relación polvo/líquido aceleran o disminuyen la velocidad de las reacciones, ciertas influencias químicas tienen un mayor efecto y juegan un papel predominante en la modificación de las mismas reacciones. Los factores químicos más importantes que influyen son el flúor y el ácido tartárico.

1.5. LA FUNCIÓN DEL FLÚOR

Durante el desarrollo de los materiales de ionómero de vidrio, Wilson y Kent observaron que el vidrio sin flúor daba como resultado pastas inútiles que eran difíciles de trabajar. Crisp y Wilson, y más tarde Barry y cols., demostraron claramente que las características

³⁸ De La Macorra García José Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odontología Vol VII – No 5 Sep. Oct. Pag.260-262 (1995).

de trabajo se correlacionan con la cantidad del flúor liberado por el vidrio. El efecto del flúor es atribuido a su capacidad de formar complejos con los metales ³⁹.

Esto retrasa la unión de los cationes (Ca^{++} , Al^{+++}) a los sitios cargados negativamente de la cadena de polielectrolitos mediante la cual la gelificación es retrasada. Este mecanismo proporciona al dentista un tiempo suficiente de trabajo .

1.6. EL EFECTO DEL ÁCIDO TARTÁRICO

El ácido tartárico es utilizado como un reactivo que agrupa los iones metálicos disueltos para asegurar un tiempo de trabajo suficientemente largo. La formación de agrupaciones durante la primera fase de fraguado da como resultado que los iones sean retirados temporalmente del entrecruzamiento con los polianiones. Esta reacción es un proceso reversible. En etapas posteriores del fraguado, los iones metálicos previamente agrupados están disponibles para entrecruzarse nuevamente. De esta manera, el proceso de fraguado puede ser optimizado para que el procedimiento cumpla con las necesidades de la operatoria dental. El tiempo de trabajo es extendido, el tiempo de fraguado es acortado (“fraguado rápido”).

1.7. VARIABLES DE ÉXITO EN EL SELLADO

1.7.1. LA ADHESIÓN.

El fenómeno de adhesión es el proceso que más ha revolucionado a la Odontología en las últimas décadas.

En el año 1955 Buonocuore, describe un método simple de unión de la resina acrílica al esmalte, su método consistía en aplicar ácido ortofosforico, al 85 %, sobre el sustrato

³⁹ De La Macorra García José Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto -Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).

seguido de una fase de lavado con agua y secado con aire. Un año más tarde Buonocore y sus colaboradores escriben en un artículo donde describen una resina, monómero de dimetacrilato con grupos reactivos de fosfatos, capaces de unirse químicamente a la estructura de la dentina. Estos conceptos revolucionaron la odontología tradicionalista partiendo de un concepto genuino: la pasividad de retener química y micromecánicamente una restauración.⁴⁰

La adhesión en la práctica dental el uso es frecuente, es necesario indicar con claridad lo que se va a determinar con este término.

La Asociación Americana de Materiales la define desde dos puntos de vista, como un fenómeno y como material; como fenómeno, se trata del estado en que dos superficies se mantiene unidas por fuerzas interfaciales, que pueden ser químicas, mecánicas o ambas. Si se refieren a un material, se define como una sustancia capaz de mantener juntos mediante la unión superficial. El material que une dos superficies se denomina adhesivo y la superficie adherir se denomina adherente o sustrato. El espacio virtual que hay entre las dos superficies se denomina interface.

La unión se llama adhesión cuando se atraen moléculas diferentes y cohesión cuando se atraen moléculas de la misma clase o naturaleza.⁴¹

El concepto de adhesión, es aquel mecanismo que mantiene dos o más sustratos unidos (similares o diferentes), sin que se separen; se logra principalmente a través de dos mecanismos: Químico y Físico.

⁴⁰ Toledano P. Manuel. Osorio R. Raquel. Arte y Ciencia de los Materiales Dentales Odontológicos Editorial Avances Medico Dentales, S.L. 2009.

⁴¹ Idem

1.7.1.1. MECANISMO QUÍMICO

La adhesión química, se produce cuando las partes se mantienen en contacto debido a la fuerza lograda por la aposición de uniones químicas entre ambas formaciones involucradas. Estas uniones pueden ser primarias o fuerte (iónicas o covalentes) y secundarias o débiles (uniones por puentes de hidrógeno, interacciones por dipolo y fuerzas de Van Der Waals), que se explican en los cambios de los materiales dentales.

Mediante la atracción interatómica entre dos o más sustratos, a través de enlaces iónicos, covalentes y enlaces secundarios como podrían ser las fuerzas de Van der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno, quelación y fuerzas de dispersión ⁴².

1.7.1.2. MECANISMO FÍSICO

Este mecanismo de adhesión también se conoce como sistema de traba mecánica, se logra a través de los efectos geométricos y estructurales entre los sustratos adherentes ⁴³

La importancia del sustrato adherente. Según Van Meerbeek & Others (202), el fenómeno de adhesión es esencialmente un proceso de remoción de minerales (calcio, fosfatos) e infiltración de monómeros resinosos in situ, con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, sellar los túbulos dentinales y así mantener la homeostasis del medio interno del complejo dentino – pulpar

Desde el punto de vista estructural, cuando hablamos de adhesión en odontología contemporánea, se hace referencia principalmente al esmalte y la dentina, por ser los sustratos adherente que con mayor frecuencia se encuentran afectados (lesiones cariosas, fracturas, anomalías dentales, etc).

⁴² Abate P, Bertacchini S & Machi R. Adhesion of compomer to dental structures. Quintessence International. 2000; 28 (8): 509 – 512.

⁴³ Idem.

Esta distinción entre los sustratos adherentes es imperante, ya que uno de los factores requeridos para que se logre una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía entre un sustrato y el material de restauración⁴⁴

Es importante mencionar los tejidos que están involucrados en la adhesión, en este caso vamos a describir el esmalte y el complejo dentino pulpar

1.7.1.3. SUSTRATOS HISTOLÓGICOS PARA LA ADHESIÓN

Cuando se aplica una solución ácida (ácido fosfórico), sobre la superficie del esmalte, ésta es capaz de desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de los prismas o varillas adamantinas (Unidad estructural del esmalte), creando poros, surcos y/o grietas micrométricas; además, la sustancia ácida aplicada limpia la superficie y aumenta la energía superficial,⁴⁵ facilitando que los microporos o surcos generados puedan ser mojados y penetrados por una resina de enlace (Tags de resina), la cual quedará retenida físico – mecánicamente en el interior de los mismos⁴⁶.

1.8. ESMALTE DENTAL

Es un tejido derivado del ectodermo, hipermineralizado que recubre y protege el complejo dentinopulpar.

El esmalte maduro, en su estructura está compuesto por cristales de hidroxipatita en un 96%, tiene un 3% de agua y una matriz orgánica que constituye el 1%.

⁴⁴ VAN MEERBEEK B, Perdigo J & Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry*. 1998; 26 (1): 1 – 20

⁴⁵ PERDIGAO J, FRANKERBERGER R, ROSA B & BESCHI L. "New trends in dentin / enamel adhesion. *American Journal of Dentistry*". 2000; 13: 25D – 30D.

⁴⁶ VAN MEERBEEK B, BRAEM M & VANHERLE G. "Morphological characterization of the interface between

El esmalte es un tejido micro cristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cosa física, química y biológica, que es con pérdida de sustancia, cuya magnitud esta en relación directa con la intensidad del agente causal.

El esmalte no posee poder de regeneración, y es afectado por la desmineralización, que puede ser: acida que es producida por la caries, la erocion y el acondicionamiento acido, por el trauma ocusal la abfraccion, también es afectado por sustancias o instrumentos abrasivos, (cepillo dental) la abrasión, y los traumatismos provocando las fracturas.

La forma de defensa que posee es la remineralización pero nunca la reconstrucción. Es un tejido avascular, aneuronal y acelular, de alta mineralización y dureza extrema, que reacciona ante un estimulo nocivo o injuria química, física o biológica con pérdida de sustancia estructural, cuya magnitud está relacionada directamente con la intensidad del agente causal. Estas propiedades determinan que el esmalte no pueda regenerarse, aunque si es capaz de remineralizarse^{47, 48, 49}.

1.9. DENTINA

Es un tejido derivado del ectodermo, es producto de la secreción de los odontoblastos y sus procesos, entre sus funciones está la de proteger la pulpa dentaria, amortiguador de fuerzas externas por ser una estructura elástica.

⁴⁷ MUNESHIKA T y COL. (1984) A comparison of tensile bond strengths of composite resins to longitudinal and transverse sections of enamel prism in human teeth Journal of Dental Research.

⁴⁸ MAHN ARTEAGA G. "Evaluación morfológica de la interacción del adhesivo Adper Prompt –L-Pop con la dentina del conducto radicular" Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Restauradora Asignatura de Operatoria Dental, Santiago – Chile 2005

⁴⁹ RODRIGUEZ I.A."Efecto citotóxico de los sistemas de adhesión dentales. Estudio microscópico y microanalítico" TESIS Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Odontología. Cátedra de Histología B. Universidad de Granada Facultad de Medicina. Facultad de Odontología. Departamento de Histología. Granada 2005.

CARDONA A. PAZ MENDEZ N. CASTANEDA JC "Adhesión en odontología estética y restauradora" TESIS Universidad Mayor de San Simón

Está compuesta por cristales de hidroxiapatita, en un 70%, su componente orgánico es del 18% formado por una red entrecruzada de fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y las prolongaciones de los odontoblastos, el restante 12% formado por agua.

Morfológicamente está formado por: túbulos dentinarios, dentina peritubular y dentina intertubular.

1.9.1. TÚBULOS DENTINARIOS

Se extienden desde el límite amelodentinario hasta la pulpa, en su interior contiene odontoblastos y fluido dentinario, que va variando dependiendo la profundidad con que se examine.

1.9.2. DENTINA PERITUBULAR

Se encuentra rodeando los túbulos dentinarios, con abundante cantidad de cristales de hidroxiapatita y carencia de fibras colágenas.

Esta estructura va a sufrir variaciones con la edad, porque aumenta en espesor, disminuyendo el diámetro de los túbulos dentinarios.

Esta dentina es denominada dentina esclerótica fisiológica, para diferenciarla de la dentina esclerótica reactiva o reaccional que se produce en respuesta a estímulos externos de baja intensidad.^{50,51}

⁵⁰ MAHN ARTEAGA G. "Evaluación morfológica de la interacción del adhesivo Adper Prompt –L-Pop con la dentina del conducto radicular" Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Restauradora Asignatura de Operatoria Dental, Santiago – Chile 2005

⁵¹ RODRIGUEZ I.A. "Efecto citotóxico de los sistemas de adhesión dentales. Estudio microscópico y microanalítico" TESIS Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Odontología. Cátedra de Histología B. Universidad de Granada Facultad de Medicina. Facultad de Odontología. Departamento de Histología. Granada 2005.

Figura 6

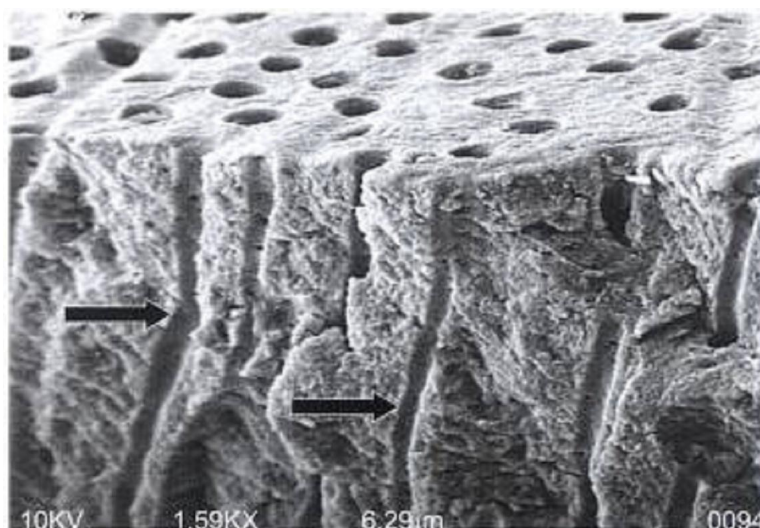


Fig. 6. Alrededor del túbulo la dentina peritubular
Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza

1.9.3. DENTINA INTERTUBULAR

La dentina intertubular está formada por fibras colagenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, factores de crecimiento y proteínas dentinogénicas, que sostienen a los cristales de hidroxiapatita.

En la dentina intertubular, las proteínas participan activamente en los mecanismos de adhesión: el colágeno oponiéndose a las fuerzas de compresión desarrolladas y los glicosaminoglicanos y proteoglicanos oponiéndose a fuerzas de tensión-deformación⁵²

⁵² CARDONA A. PAZ MENDEZ N. CASTANEDA JC “Adhesión en odontología estética y restauradora” TESIS Universidad Mayor de San Simón

Figura 7

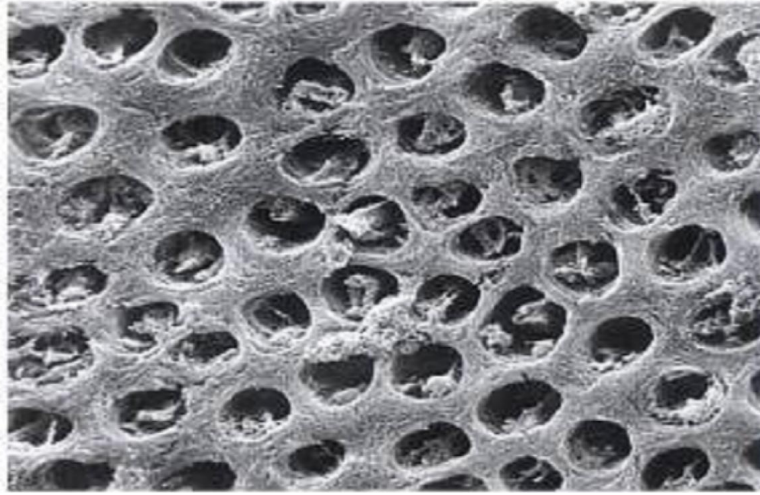


Fig. 7: Dentina intertubular, entre los túbulos
Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

1.9.4. TIPOS DE DENTINA

Las podemos diferenciar de acuerdo a su estructura, desarrollo, localización y las modificaciones que va a tener al paso de los años en respuesta a diferentes estímulos.

1.9.4.1. DENTINA SUPERFICIAL

La dentina superficial es una dentina primaria que se forma antes y durante la erupción activa, caracterizándose por presentar los túbulos sin proceso odontoblástico, en una cantidad de 18.000 túbulos/mm², con un diámetro de 0.9 micras, lo que hace de esta dentina el sustrato adhesivo más eficiente, ya que la dentina intertubular presenta la máxima cantidad de fibras colágenas y de hidroxiapatita, con mínima proporción de agua⁵³.

⁵³ CARDONA A. PAZ MENDEZ N. CASTANEDA JC “Adhesión en odontología estética y restauradora” TESIS Universidad Mayor de San Simón

Figura 8

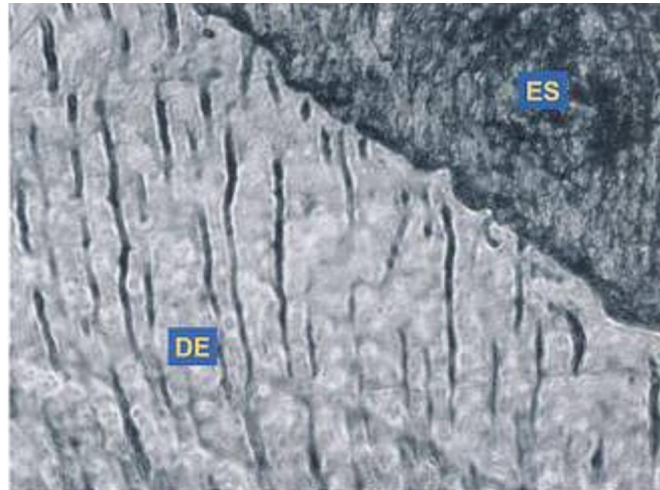


Fig. 8: Dentina (DE). Esmalte (ES). Nótese la poca cantidad de túbulos dentinarios y el aumento de dentina intertubular cerca al límite amelodentinario.

Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza

1.9.4.2. DENTINA MEDIA

También es dentina primaria, con la característica de presentar más túbulos dentinarios con o sin prolongaciones de los odontoblastos, con una cantidad de 25.000 túbulos/mm², y un diámetro de 1.5 a 1.8 micras, por esto este es un sustrato adhesivo efectivo, la dentina intertubular tiene fibras colágenas, hidroxapatita y agua, en una cantidad media que está entre la dentina superficial y la profunda.

1.9.4.3. DENTINA PROFUNDA

La dentina profunda puede ser dentina primaria o secundaria, dependiendo la edad, junto con la predentina protegen a la pulpa, a este nivel dentro los túbulos dentinarios están las prolongaciones de los odontoblastos, con un diámetro de 3.2 a 4.6 micras y una cantidad de 66.000 a 90.000 túbulos/mm². Este es el sustrato más deficiente por del diámetro y cantidad

de túbulos, disminuyendo la superficie de la dentina intertubular, aumentando la cantidad de agua y disminuyendo el colágeno y la hidroxiapatita.

Figura 9

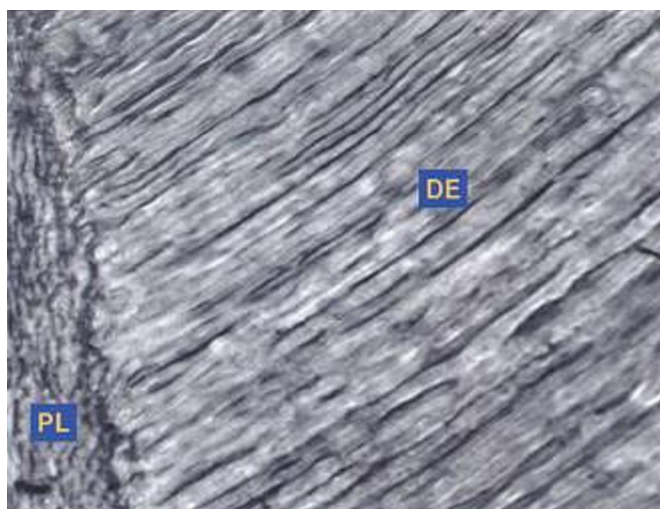


Fig. 9: Pulpa (PL). Dentina (DE). Se observa gran cantidad de túbulos dentinarios y menor área de dentina intertubular

Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza

1.9.4.4. DENTINA ESCLERÓTICA

La dentina esclerótica es dentina hipermineralizada, formada como respuesta a alguna agresión externa leve, como caries de avance lento, abrasiones, atriciones.

Cuando la dentina es expuesta, proteínas del plasma y metabolitos son transportados por el fluido dentinario hacia la zona de dentina intertubular hipermineralizada del túbulo dentinario, aumentando su espesor y reduciendo su luz a través de cristales de alto contenido cálcico. Esta dentina hipermineralizada es adecuada para la adhesión.

Figura 10



Fig. 10: Paciente de 55 años, con dentina esclerótica generado por un proceso lento de abrasión
Fuente: Libro Adhesión en Odontología Restauradora de Gilberto Henostroza

1.9.4.5. DENTINA TERCIARIA REACCIONAL

La dentina terciaria reaccional se forma en respuesta a agresiones externas moderadas, que no destruyen la barrera odontoblastica, como la caries de avance lento, abrasiones, etc., su formación es rápida y desordenada, deformando la cámara pulpar, este es un sustrato débil para la adhesión.

1.9.4.6. DENTINA TERCIARIA REPARATIVA

La dentina terciaria reparativa se forma por severas agresiones patológicas externas, como caries, fracturas, abfracciones, o calor generado por el instrumento rotatorio, que determinan la destrucción de la barrera odontoblástica.

Las células mesenquimáticas indiferenciadas son las encargadas de reemplazar a los odontoblastos perdidos, que no presentan fenómenos de mitosis celular, por células odontoblastoides que cicatrizan la herida a través de un puente dentinario que deforma la

cámara pulpar. La neodentina formada es de estructura irregular y con mínima cantidad de túbulos. Esta dentina desorganizada y anárquica es un sustrato adhesivo inseguro.

1.9.4.7. DENTINA DEL DIENTE TRATADO ENDODONTICAMENTE

Por la disminución de la humedad del tejido, las fibras colágenas tienen distintos grados de desnaturalización y microfroturas, formando un sustrato imperfecto para la adhesión. La adhesión resinosa sería posible si se utiliza una alta concentración de ácido, y esponjan los túbulos dentinarios, para formar tags de resina, previa hidratación del tejido con soluciones acuosas.

1.9.4.8. DENTINA CARIADA

Se divide en dos estratos bien definidos:

A) DENTINA CARIADA EXTERNA

La dentina caria externa, contiene 100.000.000 bacterias/gramo de dentina, tejido infectado, altamente desmineralizado, producto de ácidos débiles y tiempo prolongado, causando desnaturalización y fracturas irreversibles de los componentes orgánicos, que necesariamente debe ser eliminado.

B) DENTINA CARIADA INTERNA O DESMINERALIZADA

La dentina caria interna, es dentina desmineralizada, con menor proporción de microorganismos viables ya que contiene 100.000 bacterias/gramo de dentina con predominio de microorganismos acidógenos, con componentes orgánicos normales o

reversiblemente desnaturalizados que puede ser recuperada luego de una evaluación clínica criteriosa^{54,55}

Uribe Echevarria sostiene que, en preparaciones con lesiones cariosas extensas donde los microorganismos han penetrado profundamente en la dentina (+180.2 micras) la aplicación de soluciones fluoradas de APF o Fluoruro Fosfato Acidulado al 1.23% o NPF Fluoruros Fosfatos Neutros al 1.1% o al 2% permitirían lograr la remineralización de las áreas de dentina desmineralizada actuando también como agente bactericida y bacteriostático⁵⁶.

1.9.4.9. DENTINA FRACTURADA

Causada por un traumatismo, esta dentina expuesta va a variar de acuerdo a la profundidad y la dirección de la fractura, formada por dentina sana, con túbulos dentinarios abiertos.

En fracturas donde la dentina está expuesta superficialmente, el tejido estaría preparado para la adhesión previo acondicionamiento ácido.

En fracturas con dentina expuesta media o profunda, el área más próxima a la pulpa, debería ser protegida con cemento Ionómero de vidrio y aplicar el adhesivo encima y en el resto del sustento dentario, previo acondicionamiento ácido.

1.9.4.10. DENTINA ABRASIONADA

La dentina abrasionada, es causada por los componentes abrasivos de algunas pastas y dentífricos, más la técnica de cepillado vigorosa, caracterizado por su evolución lenta, con bordes de esmalte regulares. La dentina que va estar expuesta es sana, no contiene smear

⁵⁴ CARDONA A. PAZ MENDEZ N. CASTANEDA JC "Adhesión en odontología estética y restauradora" TESIS Universidad Mayor de San Simón

⁵⁵ CONSOLARO A (1996) Cárie Dentária. Histopatología e Correlações Clínico -Radiográficas. Editora Consolaro. Sao Paulo, Brasil.

⁵⁶ Ídem.

layer. Su restauración se la hace con una resina compuesta y el acondicionamiento ácido y adhesivo convencional.

1.9.4.11. DENTINA ABFRACCIONADA

La dentina abfraccionada es originada por esfuerzos masticatorios que ocasionan una deformación adamantina, por intenso stress oclusal, por bruxismo o maloclusión, por esclerosis del tejido, se generan “cracks” en el esmalte y microfracturas en la dentina. Esta lesión se presenta con hipersensibilidad, sin smear layer o barro dentinario y con túbulos dentinarios abiertos⁵⁷.

Su restauración debería hacerse con una resina compuesta usando Ionómero de vidrio en la dentina más profunda, acondicionamiento ácido de alta concentración y un adhesivo autocondicionador u obturar con un ionómero de vidrio híbrido o fotopolimerizable.

1.9.4.12. DENTINA EROSIONADA

Es por el producto de ácidos orgánicos e inorgánicos, débiles o fuertes que empiezan en el esmalte y pasan a la dentina, causados por: trastornos estomacales, jugos ácidos de frutas, gaseosas, etc., formando áreas de bordes irregulares. Los túbulos se encuentran abiertos por la desmineralización ocasionando mucha sensibilidad la técnica adhesiva es la misma que en el tratamiento de dentina fracturada y con abfracción.

Es un tejido conectivo parcialmente mineralizado (70 – 75%), con elevado contenido de materia orgánica (principalmente colágeno tipo I, IV, V) y agua. Esta constituida anatómicamente por túbulos que se extienden desde la pulpa dental hasta la unión amelodentinaria, que contienen el proceso odontoblástico y forman entre sí un substrato microporoso.

⁵⁷ CARDONA A. PAZ MENDEZ N. CASTANEDA JC “Adhesión en odontología estética y restauradora” TESIS Universidad Mayor de San Simón

La matriz dentinal propiamente dicha está compuesta por fibras colágenas, hidroxiapatita, glicosaminoglúcidos, factores de crecimiento, proteínas osteogénicas, entre otros componentes trazas. Esta matriz cuya composición y situación tridimensional varía dependiendo de la profundidad, juega un rol fundamental en los mecanismos de adhesión.

Desde el punto de vista histológico existen varios tipos de dentina, la dentina intratubular, que es un anillo hipermineralizado que rodea los túbulos dentinarios los cuales son llenados de fluido dentinal. Este tipo de dentina se caracteriza por su riqueza de cristales de hidroxiapatita y por su carencia o escasa cantidad de fibras colágenas, a diferencia de la dentina peritubular.

Anatómicamente, este substrato se divide en dentina superficial, que como su nombre indica es la dentina más cercana al límite amelodentinario, está constituida por menor cantidad de agua, menor proporción de túbulos y mayor porcentaje de colágeno, a diferencia, la dentina profunda posee mayor contenido acuoso, mayor número de túbulos y menor porcentaje de colágeno, por lo tanto, se considera que la disposición y organización de la dentina varía de acuerdo a la región del diente y su proximidad al tejido pulpar. En la cercanía a la unión amelodentinaria existen aproximadamente 15.000 túbulos/mm² con 0.9 micrómetros de diámetro, mientras que en la cercanía de la pulpa existen alrededor de 60.000 túbulos/mm² con un diámetro de 3.0 micrómetros. El porcentaje que ocupa la dentina intertubular en la zona amelodentinaria es del 96% y 12% en la cercanía de la pulpa dental, por otro lado, el área ocupada por los túbulos abiertos en la zona o límite esmalte – dentina es del 1 – 3%, mientras que cerca de la pulpa es del 22 - 25%.

Tomando en cuenta la morfología dentinal, se establece que los fenómenos adhesivos se generaran de manera idónea en la dentina superficial y media, porque en la dentina profunda (Dentina hidratada – saturada), el porcentaje agua – fibras colágenas son inversamente proporcionales, es decir, el contenido de agua aumenta a medida que la dentina es más profunda, mientras disminuye el porcentaje de fibras de colágeno (tipo I, IV,

V), lo cual es contraproducente para lograr una adhesión efectiva, porque la unión micromecánica se produce con la red colágeno, previa desmineralización.

Cabe destacar, que en la actualidad la posibilidad de adhesión dental posibilita la reconstrucción anatómica, funcional y estética del diente donde el esmalte, la dentina y/o cemento están involucrados (procesos odontodestructivos, traumatismo, etc.).

La adhesión a esmalte es bien conocida y reproducible con relativa facilidad, se explica mediante la creación o establecimiento de una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental (Macrotags o resin tags), mientras que la adhesión a dentina, es un proceso dinámico, el cual es discutido y objeto de estudio en nuestros días. La heterogeneidad estructural, la presencia de fluido dentinal (humedad relativa), y la baja energía superficial son algunas de las particularidades que hace de este tejido un substrato adherente especial para los diferentes sistemas adhesivos.^{58,59,}

El sellado marginal en estas dos superficies su comportamiento es tan diferente que es necesario estudiarlo más profundamente y comprender los fenómenos que se su citan para que la filtración de los fluidos bucales, no se produzca en el tiempo.

1.10. PERCOLACIÓN MARGINAL

Nelsen demostró, que la filtración a nivel marginal de los materiales de obturación ocurre cuando los dientes están sujetos a cambios alternos de temperaturas frías y calientes. La filtración se debe a la diferencia de coeficientes expansión del diente y del material de obturación⁶⁰.

58 MONCADA J.M. "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE LA ADHESION AUTOGRABANTE, ANTE LA FILTRACION MARGINAL" Universidad de Granada. Facultad de Odontología. Departamento de estomatología. Editor: Editorial Universidad de Granada. D.L.: Gr. 1213-2005 ISBN: 84-338-3525-4

59 . BARAJAS DE LA VEGA L. BARCELO F. "Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalajo entre sistema con y sin grabado acido" Revista Odontológica Mexicana Vol. 11, Núm. 4 Diciembre 2007pp 181-184

⁶⁰ CHAVEZ CEBALLOS A.R. "Estudio comparativo del grado de filtracion marginal utilizando el compuesto: amalgama como sub-base, vitrabond como base y composita como material restaurador estetico en piezas

Esta resultante de la entrada y salida de fluidos es llamada Percolación, como resultado de la percolación, la bacteria puede obtener entrada hacia el diente por medio de la abertura entre los márgenes de la preparación cavitaria y restauración. La temperatura de la restauración dentro de la boca puede variar entre 9 °C (vaso de agua con hielo 5°C) y 52°C (taza de café caliente a 60 °C).

Con ciertos materiales de relleno se puede desarrollar un espacio de aproximadamente 10 micras debido al cambio de temperatura. Un espacio de este tamaño está muy abajo del límite de visibilidad (50 micras) pero es mayor que el diámetro de bacterias encontradas en la cavidad oral.

Roydhouse y Paxon, indicaron que el cambio de la relación de las restauraciones, piso cavitario y márgenes dependen de la frecuencia que en el rango de cambio de la temperatura⁶¹.

Según Qvist, los cambios Térmicos cíclicos no son la causa mayor de percolación marginal, el autor ha encontrado que el estrés masticario tiene una gran influencia en la adaptación marginal de restauraciones⁶².

1.11. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES USADOS

1.11.1. CLORAMINA -T (CLORAMICIDA).

En primer lugar se debe aclarar que la cloramina T, es un órgano clorado sintético en base a aminas, ampliamente usado en la desinfección de agua para bebida humana en USA.⁶³

dentales posteriores extraídas” Tesis. Universidad Francisco Marroquin Facultad de Odontología Guatemala, 1994

⁶¹ CHAVEZ CEBALLOS A.R. “Estudio comparativo del grado de filtración marginal utilizando el compuesto: amalgama como sub-base, vitrabond como base y composita como material restaurador estético en piezas dentales posteriores extraídas” Tesis. Universidad Francisco Marroquin Facultad de Odontología Guatemala, 1994

⁶² Ídem.

⁶³ Durán Victor. “ INFORME CLORAMINA T” Tecnólogo Médico Master © en Gestión Ambiental y RRNN

La cloramina-T es un desinfectante en polvo que libera cloro activo cuando se adiciona al agua. No es irritante ni corrosivo a las dosis de uso y es biodegradable. Se utiliza para el tratamiento de algunas enfermedades en peces, presentando acción bactericida, fungicida, virucida y sobre algunos parásitos⁶⁴

Se inactiva en presencia de materia orgánica, pero su actividad bactericida se mantiene durante más tiempo que en el caso de los hipocloritos. En contacto con el aire pierde cloro y cambia el color a amarillo, disminuyendo su espectro de actividad.⁶⁵

La cloramina-T disuelta en agua libera lentamente ácido hipocloroso (HOCl). La molécula HOCl es la principal responsable del efecto germicida de la cloramina-T, ya que penetra a través de la pared celular del microorganismo e interrumpe la fosforilación oxidativa y otras actividades asociadas a la membrana causando la rápida muerte de la célula⁶⁶

La liberación de ácido hipocloroso desde la cloramina-T es relativamente baja, por lo que proporciona actividad y protección por periodos de tiempo más prolongados que el hipoclorito. La lenta liberación y por lo tanto la baja concentración de ácido hipocloroso, es la razón de que las soluciones acuosas de cloramina-T son mucho menos corrosivas y menos agresivas para la piel que el hipoclorito.⁶⁷

A pH bajo la actividad de la Cloramina T es máxima.⁶⁸

En el presente trabajo se la utilizó como una conservante de tejidos orgánicos en una solución al 1 % en agua destilada.

⁶⁴ Durán Victor. " INFORME CLORAMINA T" Tecnología Médico Master © en Gestión Ambiental y RRNN

⁶⁵ Idem.

⁶⁶ MC DONNELL Y RUSSELL, INFORME CLORAMINA T organoclorados , cloro activo y cloro libre residual Pag. 2 1999

⁶⁷ Idem.

⁶⁸ Idem.

1.11.1.1. PREPARACIÓN DE LA DISOLUCIÓN EN LABORATORIO DE LA CLORAMINA T.

Cloramina T al 1% en disolución en agua destilada. Se utilizo 20 g para dos litro de agua destilada. Polvo pesado en balanza de gramaje. Matraz graduado de 1000 ml. Estufa de calor para disolución. Se almaceno en un recipiente color ámbar por ser un compuesto que se altera con la luz, inactivándose.

1.11.2. AZUL DE METILENO.

Se utiliza el azul de metileno como tinción prácticamente en todos los estudio de investigación, el cual de acuerdo a Matloff⁶⁹ es superior a todos los radioisótopos usados para la evaluación de la filtración del canal radicular, particularmente por su peso molecular de 373, que hace posible que penetre todo el grosor del esmalte humano. Esto nos da una idea, de que tan fácilmente puede penetrar el agua en el esmalte con un peso molecular de 20⁷⁰.

El tiempo de inmersión del diente en tinte, ha variado desde 10 minutos hasta 6 meses, Jacobsen, encontró que una exposición de 72 horas es suficiente para adquirir información adecuada⁷¹.

Sin embargo, dependiendo del pH, el Azul de Metileno puede llegar a incrementar la filtración. El pH de la solución acuosa al 2% ha sido medida como 3.2⁷². Una solución tan acida puede desmineralizar el tejido en la intreface dentina cemento, incrementando así la

⁶⁹ GUILLEN VIGNOLO S. "Comparación del sellado marginal que ofrecen tres diferentes materiales de obturación temporal usado en endodoncia para sellar el acceso" Tesis Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Odontología, Guatemala 1991.

⁷⁰ CHAVEZ CEBALLOS A.R. "Estudio comparativo del grado de filtracion marginal utilizand o el compuesto: amalgama como sub-base, vitrabond como base y composita como material restaurador estetico en piezas dentales posteriores extraidas" Tesis. Universidad Francisco Marroquin Facultad de Odontologia Guatemala,

⁷¹ Ídem.

⁷² Ídem.

filtración. A pesar de esto Zakariasen encontró que el azul de metileno al 2% sin amortiguador no aumenta la filtración apical ⁷³.

La preparación del azul de metileno al 20% se mide en balanza digital 20 gramos de polvo y se mezcla con un 100 ml de agua destilada.

1.11.3. TERMOCICLAJE.

Una revisión de la literatura del termociclado. En las investigaciones sobre los materiales odontológicos con frecuencia se utilizan ensayos de termociclado para discernir los efectos que producen los cambios de temperatura, que estos materiales sufren en el entorno oral, sobre su integridad, induce a creer que es un procedimiento de escasa importancia. Existen diferentes técnicas de termociclado; de tal forma Crim y cols. Compararon cuatro técnicas de termociclado si encontrar diferencias entre ellas.

Los materiales de restauración han sufrido una rápida evolución. Según Versluis ⁷⁴, la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica (C.E.T.) entre el material de restauración y el diente, puede ser responsable de la debilitación estructural del más débil, midieron el coeficiente de expansión térmica de diferentes materiales y de la estructura del diente, del esmalte tiene C.E.T. de 11.4, la dentina de 8.3 de los materiales dentales que más se asemeja en la resina Z-100®.

La diferencia mínima del coeficiente de expansión térmica de los materiales puede debilitar la zona de unión entre el material de obturación y el diente.

⁷³ Idem.

⁷⁴ VERSLUIS A, DOUGLAS WH SAKAGUCHI RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges Dent Mater. 1996; 12:290-4.
ESPAÑA TOST A.J."Estudio comparativo entre las fuerzas de adhesión obtenidas sobre dentina preparadas con instrumentos rotatorios y Lazer de Er,Cr: YSGG TESIS DOCTORAL "Universidad de Barcelona, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología. 1996

En el número de ciclos que se debe de realizar, hay desde 500 ciclos hasta 1000.000. Así, Gale y Darvell estudiaron los procedimientos del termociclado llegando a concluir que 10000 ciclos corresponden a un año, en vivo⁷⁵.

El termociclado es el procedimiento por el cual se evalúa el comportamiento de los materiales dentales.

1.11.4. KETAC™ MOLAR EASYMIX.

Este producto es el que se utilizó en el trabajo de investigación, fue desarrollado para mejorar el mezclado manual de polvo/líquido y ofrecer un alto grado de reproducibilidad en la dosificación.

Además de ofrecer los beneficios ya comprobados del material de obturación Ketac Molar, el nuevo material de obturación de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix ofrece las siguientes características:

Una humectación mejorada del polvo con el líquido para un mezclado más rápido y fácil. Un polvo granulado que fluye para obtener proporciones más precisas. Una reducida formación de polvo al abrir el frasco de polvo, al dosificarlo y al mezclarlo⁷⁶.

El material de obturación de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix fue desarrollado para que el mezclado manual del material Ketac Molar fuera más sencillo y que al mismo tiempo conservara sus propiedades mecánicas. Un mezclado más simple se traduce en:

⁷⁵ CORAL M. CUBIES M. PADULLES E. GINER LL.CORTADA M. "A propósito del termociclado. Breve exposición de los principios físicos en los que se basa" Universidad de Internacional de Catalunya. Área de Prótesis y Biomateriales. DENTUM 2002; 2(1):30 -35..

⁷⁶ N. KRAMER, M.PELKA "Abrasionsbeständigkeit von Kompomeren und stopfbaren Galsionomerzementen", (Abrasion resistant of compomers and packable glas-ionomer cements) Universität Erlangen; lecture at DGZMK annual convention, Leipzig 1995

- a) un mezclado más rápido;
- b) una dosificación más precisa del polvo y del líquido;
- c) una mejor humectación del polvo por el líquido
- d) una menor producción de polvo durante el proceso de mezclado.

Esto se logró mediante la granulación del polvo de tal manera que las excelentes propiedades mecánicas de Ketac Molar y la liberación de iones de flúor no fueran afectadas de manera negativa.⁷⁷

1.11.4.1. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

La característica especial del material de obturación de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix es que el relleno primario del polvo del ionómero de vidrio es procesado para producir gránulos especiales.

Los gránulos son aglomerados de partículas de relleno que son unidas mediante un medio de granulación. Esta estructura en particular permite una absorción enormemente incrementada de líquido por medio de fuerzas capilares.

El polvo granulado Ketac Molar Easymix se distingue de los polvos de ionómero de vidrio convencionales por una humectación significativamente mejorada. Este efecto se aclara en las siguientes fotografías por el diferente ángulo de contacto entre la gota y el polvo . (fig.11)

⁷⁷ R.W. PHILIPS "skimmers - Science of Dental Materials", W.B.Saunders Company, Philadelphia 1991

Figura 11



Fig. 11: Formación de gota de Ketac Molar y Ketac Molar Easymix: (1) Polvo con líquido convencional; (2) polvo con líquido Ketac Molar Easymix.

Una característica adicional del polvo modificado es su fluidez.

Figura 12



Fig. 12: (1) Polvo convencional (2)

(2)Polvo Ketac Molar Easymix.

El polvo convencional del ionómero de vidrio se compacta durante el almacenamiento y cuando se dispensa con cuchara la medida no es constante. (Fig. 12.1).

El polvo granulado de Ketac™ Molar Easymix ofrece una excelente fluidez para una dosificación más exacta y reproducible. (Fig. 12.2)

1.11.4.2. COMPOSICIÓN

El material de obturación de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix e stá disponible en la versión de mezclado manual: El material de ionómero de vidrio en cápsula Ketac Molar Aplicap™ difiere de la versión de mezclado manual en que posee una distribución modificada del ácido policarboxílico entre el polvo y el líquido. Toda s las versiones de la línea de productos Ketac Molar tienen una concentración de ácido comparable en el estado de mezcla.

La tabla N° 1 muestra la relación polvo-líquido y el porcentaje de los componentes ácidos en el polvo y el líquido.

Tabla N° 1:

Producto	Relación polvo/líquido	Ácido en el polvo	Ácido en el líquido
Ketac™Molar Aplicap™	3.4 : 1	25%	75%
Ketac Molar Easymix	4.5 : 1	60%	40%

La relación de polvo-líquido (proporciones por peso) de la versión de mezclado manual es de 4.5:1.

Esto corresponde a una cuchara de medición de polvo y a una gota de líquido.

Para lograr excelentes valores de fuerza y de consistencia de empaque simultáneamente con un buen comportamiento de fraguado, la distribución de las partículas y el pre -tratamiento del vidrio para el ionómero de vidrio Ketac Molar han sido especialmente optimizados.

El polvo de vidrio utilizado en el ionómero de vidrio Ketac Molar es un vidrio muy fino y radiopaco de aluminio-calciolantano de vidrio fluorosilicato. La distribución del tamaño de las partículas demuestra que un 90 por ciento de todas las partículas son más pequeños de 9µm y un 10 % son menores a 1µm.

50 % de las partículas de vidrio en el ionómero de vidrio Ketac Molar miden hasta aproximadamente 2.8µm.

1.11.4.3. ADHESIÓN AL ESMALTE Y DENTINA.

Los ionómeros de vidrio muestran una adhesión inherente a la sustancia dura del diente que puede ser incrementada mediante la aplicación de un acondicionador (líquido Ketac™ Molar Easymix). La adhesión inherente previene la pérdida de la restauración, a un si la restauración no depende de un anclaje macro -mecánico mediante cortes en la cavidad. La resistencia al desgaste del material Ketac Molar Easymix corresponde a la de Ketac Molar – y después de aplicar acondicionador está entre los 2 y 3 MPa en el esmalte y la dentina. Como comparación, la resistencia al desgaste de Fuji IX™ es de 1.6 MPa al esmalte y de 2.0 MPa a la dentina.

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Luego del planteamiento teórico temático referido al análisis diferencial del sellado marginal con los cementos de obturación, los ionómeros de vidrio modificados con resina versus los ionómeros de vidrio convencionales, se plantea, los siguiente objetivos de investigación que guiaron el trabajo de campo y posterior análisis de resultados sobre dicho procedimiento.

2.1.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar cuál es el mejor sellador marginal e ntre los cementos de obturación ionómeros de vidrio modificados con resina y los ionómero de vidrio convencionales, a través de un estudio comparativo en “In Vitro”, realizado en piezas dentarias sanas.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Determinar la diferencia de promedios de filtración entre el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, con grabado acido y el cemento de ionómero de vidrio convencional sin grabado acido (Entre el grupo 4 y grupo 1).

Determinar la diferencia de promedios de filtración entre el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, con grabado acido y el cemento de ionómero de vidrio convencional con grabado acido (Entre el grupo 4 y grupo 2)

Determinar la diferencia de promedios de filtración entre el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, con grabado acido y el cemento de ionómero de vidrio modificado sin grabado acido (Entre el grupo 4 y grupo 3).

2.2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA.

H₀:

El promedio de filtración con el uso de los ionómeros de vidrio modificado con resina con grabado ácido es igual con por lo menos el promedio de filtración de uno de los grupos de control

H₁:

El promedio de filtración con el uso de los ionómeros de vidrio modificado con resina con grabado ácido es diferente con por lo menos el promedio de filtración de uno de los grupos de control

2.2.1. DETERMINACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE

Uso de iómeros de vidrio modificado con resina con grabado ácido

VARIABLE DEPENDIENTE.

Variación del promedio de filtración

Tabla N° 2:

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente	Definición operativa	Tipo de variable	Indicadores
Exposición a CIVMRs, con grabado ácido.	Si, cuando tenga el CIVMRs. con grabado ácido, es decir que pertenezca al grupo 4 No, cuando no tenga IVMCRs con grabado ácido, es decir cuando pertenezca al grupo 1,2 o 3	Cualitativa dicotómica	Si No
Variable Dependiente	Definición operativa	Tipo de variable	Indicadores
Micro Filtración	En micrómetros en el microscopio estereográfico	Cuantitativa continua	micrómetros

2.3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

2.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación experimental, ya que se manipularan las variables de investigación ⁷⁸.

2.3.2. TIPO DE ESTUDIO.

La presente investigación corresponde a un estudio pre clínico aleatorizado in vitro.

Los grupos se asignaron por emparejamiento, teniendo una validación interna en los resultados obtenidos ⁷⁹.

2.3.3. PRE-EXPERIMENTO.

2.3.3.1. ESTUDIO DEL CASO CON UNA SOLA MEDICIÓN.

Se realiza una prueba previa al experimento, con todos los estímulos:

- Pieza dental escogida al azar sin caries dental, sana, un premolar, una vez extraída fue almacenada en Cloramina T.
- Limpieza de la pieza dental, lavado, retiro del tejido periodontal.
- Preparación cavitaria con puntas de diamante convencional, de clase I en la cara oclusal.
- Obturación de la cavidad con ionómero de vidrio convencional sin grabado ácido.
- Envejecimiento artificial con el dispositivo de termociclado por 500 ciclos, (se realiza un estímulo a corto plazo).

⁷⁸ Sampieri Hernandez – Collado F. Baptista L. “Metodología de la investigación” McGraw-Hill Interamericana 4ta.edicion. México 2007 Cap. 7 Pag 159.

⁷⁹ Idem. Pag 161 a 204.

- Almacenaje por 24 horas en cloramina T.
- Sellado del foramen apical con una obturación de resina.
- Colocado de un aislante en toda la superficie de la pieza con resina de esmalte de uñas, excepto la obturación que se realizó en la cara oclusal.
- Se procedió a colocar en azul de metileno por el lapso de 6 horas.
- Paso siguiente se colocó en el fijador para películas de Rx con estímulo de luz actínica, por 24 horas.
- A continuación se colocó la muestra en un bloque de resina de poliéster transparente, para confeccionar un rectángulo de un centímetro por centímetro por cinco centímetros de largo.
- La muestra fue cortada en tres partes en forma transversal de la cara vestibular a palatina o lingual, con un dispositivo de corte cuya hoja es de un grosor de 1 mm y de diámetro 10 cm refrigerada por agua, pasando a pulir en otro dispositivo circular con una sustancia (carburo de silicio) de granulometría 800 mallas, hasta obtener una superficie brillante.
- Pasando luego la muestra en otro dispositivo para retirar, por vibración la sustancia de pulido.
- Se tomaron fotografías digitales de todas las superficies, con una cámara digital (Canon) de 3 megapíxeles.
- Se observó al microscopio estereoscópico (0.45x), teniendo una imagen donde se puede realizar la medición en micras del proceso de filtración; del tinte con el cual se marcó para ver el sellado marginal en la interfase sustrato material de restauración.
- Luego se pasó al microscopio electrónico de barrido para observar a mayor profundidad (2000x) el cual está conectado a una computadora, que tiene un paquete, con un software con el cual se captan las imágenes del microscopio electrónico de barrido.
- Se realizó un corte de 10 mm de extensión de forma circular para colocar la parte de la obturación y el sustrato sobre el tambor de metal que se fija para

colocar en el dispositivo para ser observado al microscopio electrónico de barrido.

- Las imágenes que se obtuvieron son tridimensionales pudiendo realizar el estudio con una visión mucho más amplia del espacio de la interface sustrato, material de restauración. Anexo FOTO 1

2.3.3.2. INSTRUMENTO PARA MEDIR LA VARIABLE DEPENDIENTE.

MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO

El microscopio estereoscópico, no es sino un par de microscopios de baja potencia colocados de forma que convergen en el espécimen.

Estos instrumentos producen una imagen tridimensional.

El diseño de este instrumento se utiliza para ofrecer una imagen estereoscópica (3D) de la muestra. Para ello, y como ocurre en la visión binocular convencional, es necesario que los dos ojos observen la imagen con ángulos ligeramente distintos. Obviamente todos los microscopios estereoscópicos, por definición, deben ser binoculares (con un ocular para cada ojo), por lo que a veces se confunden ambos términos.

El diseño convergente consiste en usar dos microscopios idénticos inclinados un cierto ángulo uno con respecto a otro y acoplados mecánicamente de tal forma que enfocan la imagen en el mismo punto y con el mismo aumento. Aunque es un diseño económico, potente y en el que las aberraciones resultan muy fáciles de corregir, presenta algunas limitaciones en cuanto a modularidad (capacidad de modificar el sistema para poner accesorios) y la observación durante tiempos largos resulta fatigosa.

El microscopio estereoscópico es apropiado para observar objetos de tamaños relativamente grandes, por lo que no es necesario modificar los objetos a ver, (laminar) ni tampoco lo es que la luz pase a través de la muestra. Este tipo de microscopios permite una distancias que van desde un par de centímetros a las decenas de ellos desde la muestra al objetivo, lo que lo hace muy útil en botánica, mineralogía y en la industria (microelectrónica, por ejemplo) como en medicina (microscopios quirúrgicos) e investigación, fundamentalmente en aplicaciones que requieren manipular el objeto visualizado (donde la visión estereoscópica es esencial).

2.3.3.3. MEDICIÓN DE LA MICRO FILTRACIÓN.

Se realiza llevando al microscopio estereoscopio el espécimen, una vez que ha sido preparado para su observación, pasando por las etapas: Tallado cavitario, la colocación del empaste con el cemento de obturación ionómero de vidrio convencional o el ionómero de vidrio modificado con una resina, el sellado apical con resina fotopolimerizable, el aislamiento con esmalte de uñas la parte radicular hasta la unión esmalte comentario para luego ser sumergido en el azul de metileno por 24 horas y luego al fijador de películas radiográficas por 24 horas con la activación de luz actínica, para posterior ser arrobados en resina y luego ser cortados en sentido vertical, teniendo al sustrato preparado para su observación y medición, a un aumento de 65x colocado el micrómetro a 1.5 para luego poder fotografiar y pasar a observar en el sistema digital que está cargado con un Software con el cual se puede medir en micras.

2.4. SUJETOS DE INVESTIGACIÓN.

2.4.1. UNIVERSO MUESTRAL

En la presente investigación se emplearon 100 piezas dentarias, premolares y terceros molares superiores o inferiores extraídas por razones ortodónticas y/o con enfermedad periodontal

2.4.2. MUESTRA

El número de casos por grupo de experimentación se determinó no probabilísticamente sino siguiendo la técnica de emparejamiento⁸⁰.

La muestra final se conformó por: 40 piezas dentarias caídas, sin caries, extraídas por razones ortodóncas y/o periodontales.

2.5. AMBIENTE.

El trabajo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de investigación, de Histología de la Facultad de Odontología de la Universidad Mayor de San Andrés Ubicada en la Av. Saavedra del Barrio de Miraflores en La Ciudad de La Paz Bolivia.

También se utilizaron ambientes correspondientes a la Facultad de Ciencias Geológicas U.M.S.A. Instituto de Investigación Geológicas y del Medio Ambiente ubicado en el Campus Universitario de Cota Cota en la Ciudad de La Paz Bolivia y los predios de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad en su Instituto de Investigación de Metalurgia de Materiales ubicado en la Zona Villa Fátima . Calle Santa Rosa s/n.

2.6. MATERIALES E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACION.

- Cuarenta piezas dentales.
- Block de papel, Aplicadores de cemento y Espátula de plástico.
- Cuarenta fresas de diamante de alta velocidad. Redondas, cilíndricas, pulido, alta velocidad y bloque de sujeción.
- Especímetro.
- Compas y regla milimétrica.

⁸⁰ Sampieri Hernandez – Collado F. Baptista L. “Metodología de la investigación” McGraw-Hill Interamericana 4ta.edición. México 2007 Cap. 7 Pag 183.

- Cloramina T al 1%.
- Tinción, azul de metileno.
- Lámpara para fotocurado L.E.D.60. Condensadores. Adhesivo. Resina fotopolimerizable. Acido grabador.
- Acido poliacrílico
- Moldes para arrobado en resina.
- Esmalte de uñas.
- Ionómero de vidrio convencional de restauración el Ketac Molar 3M
- Ionómero de vidrio modificado con resina; Vitremer 3M
- Dispositivo de termociclado.
- Maquina de corte.(Wolfgang Conzad Clausthal -Zellerfeld® Woco 50p 220v 1,9 Amp. 8000/4000 u 2340/1170UpII.)
- Microscopio estereoscópico.
- Maquina de vibración (Branson® Modelo B12 100v 40W 50 -60Hz)
- Dispositivo Baño de electrones. (Fine Coat® Jeol)
- Dispositivo de pulido (Struers Knuth – Rotor 3®)
- Microscopio electrónico de barrido. (JSM-T100® Scanning Microscope).
- Resina liquida.

2.7. TRABAJO DE CAMPO.

2.7.1. SELECCIÓN DE LAS PIEZAS.

Las piezas fueron obtenidas de pacientes que fueron sometidos a tratamiento de ortodoncia, periodontal y también de pacientes con dientes incluidos o impactados de los terceros molares, libres de caries; sanos Una vez que se obtiene el espécimen se los la va con agua corriente para desechar la sangre y con un bisturí raspar la parte radicular para eliminar el tejido periodontal que puede tener, para luego almacenar en frascos, con tapa herméticamente cerrado y etiquetado con la identificación de la pieza y la fecha .

2.7.1.1. CONSERVACIÓN DE LA PIEZA .

Dichas piezas se conservaron en frascos con solución de “Cloramina T” al 1 %, manteniendo a una temperatura ambiente que oscilaba entre 10° C a 16° C hasta su utilización en el experimento.

2.7.1.2. CONFORMACIÓN DE GRUPOS

El trabajo se realizo en 40 piezas dentales, divididos en 4 grupos, asignados de forma aleatoria.

1° GRUPO CONTROL.- Se utilizo el ionómero de vidrio CONVENCIONAL de RESTAURACIÓN, en 10 piezas dentarias sin grabado.

2° GRUPO CONTROL.- Se utilizo el ionómero de vidrio CONVENCIONAL de RESTAURACIÓN, en 10 piezas dentarias grabadas con acido poliacrilico.

3° GRUPO CONTROL.- Se utilizo el ionmero de vidrio MODIFICADO CON RESINA (fotoactivado), en 10 piezas dentarias sin grabado.

4° GRUPO CON LA INTERVENCION.- Se utilizo el ionómero de vidrio MODIFICADO CON RESINA (fotoactivado), en 10 piezas dentarias grabadas con acido poliacrilico.

2.7.2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.

Las 40 piezas se procesaron grupo por grupo, montándolas en cubos de acrílico, alineándose en series de 5 de tal forma que estén colocadas y tengan una resistencia y estabilidad a la presión (15g) del operador. Un solo operador fue el que realizo la preparación de la cavidad de clase I,

2.7.3. PREPARACIÓN CAVITARIA DE LA PIEZAS DE ESTUDIO

2.7.3.1. TIEMPOS OPERATORIOS.

Se Toman los tiempos operatorios de Zobotinsky⁸¹.

1.- Apertura 2.- Delimitación 3.-Tallado 4.- Limpieza

A cada pieza dentaria se le realizo una cavidad operatoria clase I, de las siguientes características:

PREPARACIÓN CAVITARIA.

Se estandarizo en sus dimensiones, realizando el tallado a 2 mm de profundidad por 3 mm de largo por 2 mm de ancho (Ver anexo 4 foto N° 1)

El tipo de piedra, para el inicio de la preparación cavitaria fue una piedra redonda diamantada nueva con una granulometría de 800 (M.R. KG Sorensen 1014 ISO 806 314 001 524 0140) para realizar el inicio en esmalte y llegar a dentina a 2 mm de profundidad que se midió con una sonda periodontal (Hu -Frie-Dy-Williams).

Pasando a una piedra de diamante trococonica (anillo azul) con punta chata (M.R. KG Sorensen 4130 ISO 806 315 172 524 025) de granulometría 800 para la preparación de 3 mm de largo por 2 de profundidad siguiendo la anatomía oclusal de la pieza.

El pulido de las paredes y el piso de la cavidad con una piedra de diamante cilíndrica (ISO.173/016 DIA-BURS) de grano fino (anillo rojo) no se realizo biselado del borde cavo superficial.

⁸¹ BARRANCOS Mooney J. "Clases teóricas. Clínica 1 y 2 de Operatoria". Facultad de Odontología. Universidad Maimónides, Buenos Aires, 1992 - 1997.

Las piedras de diamante se cambian para cada preparación para evitar los efectos del desgaste, todo este procedimiento de preparación se realiza en un cubo de acrílico (de 3 x 3 x 3 centímetros) como soporte para la pieza en preparación (Anexo 4 Foto N° 2).

Estas cavidades se realizaron con una turbina de alta velocidad impulsada por aire comprimido, refrigerada con agua (spray) a una presión de 30 lbs. como mínimo y un volumen aproximadamente de 37 L por minuto. Y una velocidad que varía entre 250.000 y 500.000 rpm.

La conservación del tejido en estudio se realizara en cloramina T al 1% que tiene la ventaja de que es un buen antiséptico y un conservante de tejidos orgánicos, no altera la estructura del sustrato, hasta la colocación del empaste que son los cementos de obturación ionomero de vidrio convencional y el ionomero de vidrio modificado con resina.

OBTURACIÓN CAVITARIA.

Se procedió con el grupo uno de control (N=10) con el ionómero de vidrio convencional sin acondicionar el esmalte y la dentina (Ver anexo 4 foto N° 3).

Se procedió a colocar los especímenes en los cubos de acrílico que sirvieron como soporte en número de cinco.

El cemento de IVC. Se agito el bote de polvo para homogenizar las partículas y poder sacar una medida al ras del material, colocando en un bloque de papel que trae el avio.

El líquido, una gota dosificada por su mismo gotero, en una relación de 4.5:1(Ketac Molar Easymix).

El proceso de mezclado manual, se realizo en el tiempo de 30 segundos como indica el fabricante.

Para realizar el empaste, se procede a colocar en los dispositivos de aplicación con la pistola de descarga (jeringa centrix); para depositar en la cavidad en el fondo de la misma hasta llenar en su totalidad para ser luego atacada por un instrumental de forma cilíndrica.

Se dejo para el fraguado, el cemento de obturación por espacio de 3:30 minutos, para finalizar colocando un adhesivo fotoactivado.

En el grupo control dos (N=10). La colocación del empaste del cemento de obturación ionómero de vidrio convencional se realizo, de la misma forma que la del grupo uno con la única modificación que es la utilización del acido poliacrilico como grabador del esmalte y la dentina por el tiempo de 15 segundos.

En el grupo control tres (N=10) se procedió a colocar en las cavidades talladas de los especímenes el cemento de obturación ionómero de vidrio modificado con resina (vitremer) sin grabado acido en el esmalte y la dentina.

El lavado de la cavidad y secado con torundas estériles sin llegar a disecar, paso seguido la colocación del primer con aplicadores por 30 segundos en el piso y las paredes de la cavidad fotopolimerizando por 20 segundos.

Para luego realizar la dosificación de polvo y liquido 1:1 para proceso de mezclado manual y colocación en los dispositivos de aplicación con la pistola de descarga colocando en el fondo hasta llenar en su totalidad para ser luego atacada por instrumento de forma cilíndrica, y fotopolimerizar por 40 segundo, finalizando con la colocación en la superficie el glaciador fotopolimerizando por 20 segundos, con una lámpara de polimerización L.E.D. N° 60.

El cuarto grupo de intervención N=10 se procedió del mismo modo con el cemento de obturación ionómero de vidrio modificado con resina con todos los pasos con el grupo anterior, solamente se modificó en la parte inicial con el grabado ácido total utilizando el ácido poliacrílico por el tiempo de 15 segundos.

Terminado el proceso de obturación de los cuatro grupos para continuar con el siguiente paso que es el termociclado, se realizó un tratamiento de envejecimiento de las piezas, sometiéndolas a un procedimiento de termociclado. Procedimiento que se realizó en el laboratorio llegando a tener las condiciones en las que están las piezas dentarias en la cavidad bucal.

TERMOCICLADO.

Los cuatro grupos sometidos al termociclado, fueron colocados en dos canastillas metálicas perforadas; dichas canastillas se encuentran sostenidas por un brazo, unidas al equipo, las cuales trasladan automáticamente cada canastilla de un compartimiento a otro (Ver anexo 4 Foto N° 4).

Las piezas del grupo uno de los ionómeros convencionales sin grabado ácido en la parte inferior de la canastilla la que se divide por una rejilla, para el otro grupo; el dos de los ionómeros de vidrio convencional con grabado ácido en la parte superior. En el otro compartimiento en la canastilla metálica perforada del lado opuesto, en la parte inferior las piezas en estudio del grupo tres obturadas con el cemento ionómero de vidrio modificado con resina sin grabado ácido y el cuarto grupo en la parte superior, las piezas obturadas con ionómero de vidrio modificado con resina con grabado ácido.

Cada canastilla fue sometida a 5.000 ciclos con una duración de 27 horas 1 minuto y 17 segundos, el tiempo de inmersión de cada canastilla en el baño fue de 5 segundos y el traslado es de 20 segundos por ciclo, a una temperatura en el baño de agua caliente de $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y en el de fría de $6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ en una cantidad de 6 litros por baño.

Terminado el proceso de termociclaje los dientes se mantuvieron en suero fisiológico conservándose los grupos.

OBTURACIÓN DEL ÁPICE RADICULAR PARA EVITAR LA FILTRACIÓN RADICULAR.

Luego de este proceso de envejecimiento se paso a realizar la obturación del foramen apical con resina fotopolimerizable para impedir la filtración de la tensión, luego se cubre la o las raíces con esmalte para uñas, para que no exista filtración, ya que estas se sometieron a la acción del azul de metileno por 24 horas que se utilizo como tención, para luego ser sometidas al liquido fijador de películas de Rx por 24 horas activadas por luz actínica también por 24 horas (Ver Anexo 4 Foto N° 5).

ARROBADO EN RESINA.

Luego de estos pasos las piezas fueron arrobadas en reina dándoles la forma rectangular de 1x1x5 cm para ser sometidas al corte longitudinal.

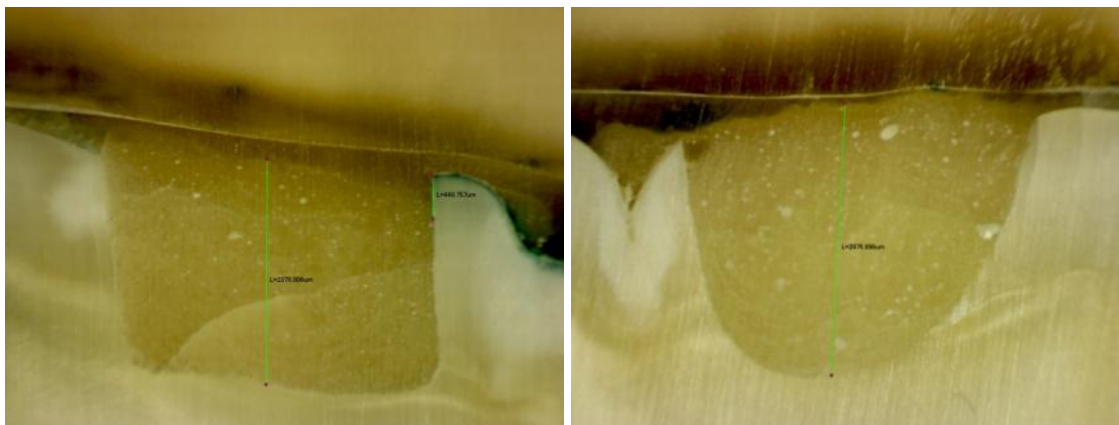
CORTE DE LAS MUESTRAS Y PULIDO.

Se realizaron cortes longitudinales en dos secciones de 3 mm de grosor en una maquina de corte con una hoja de un milímetro espesor diamantada refrigerada por agua, se obtuvieron cuatro caras para ser analizadas en el microscopio estereoscópico (Ver Anexo 4 Foto N° 6 y 7).

OBSERVACIÓN AL MICROSCOPIO ESTEREOGRÁFICO.

Se tomaron fotografías digitales con la cámara incorporada en el microscopio para ver el grado de filtración; al mismo tiempo ser medidas en micras y para luego pasar a realizar un

análisis estadístico y comparativo del tipo de sellado marginal de los cementos de ionómeros de vidrio. (ver anexo 4 fotos de corte con medida Foto N° 8).



Corte, grupo 4-102

Corte, grupo 4-103

2.7.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

2.7.4.1. CREACIÓN BASE DE DATOS.

Se procedió a crear una base de datos en el programa Excel Microsoft para cada grupo. (Ver Anexo Tabla N° 1)

2.7.4.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Se realizó con el programa Stata versión 9. Se realizó la prueba de diferencia de promedios de filtración para cada objetivo específico, en los cortes 2 y 3 de la muestra observada en el microscopio de las muestras previa prueba homogeneidad de varianzas.

RESULTADOS.

En este estudio se dividieron y procesaron cuatro grupos, en cada grupo con 10 piezas dentales, en el grupo 1 de control (N=10) se obturaron en cavidades de clase I con CIVC sin grabado ácido, en el grupo 2 de control (N=10) se obturó con CIVC con grabado ácido, en el grupo 3 de control

(N=10) se obturo con CIVMRs sin grabado acido y el grupo 4 de intervenci3n (N=10) se obturo con CIMRs con grabado acido.

Para el grupo 1,2,3, de control se procedi3 a comparar con el grupo 4 de intervenci3n realizando la varianza y el promedio de filtraci3n para el lado izquierdo y derecho de la fotograf3a re alizada en el microscopio estereogr3fico de los cortes 2 y 3 que son los m3s representativos de las 4 superficies de estudio de las muestras que se obtuvieron.

RESPUESTA A LOS OBJETIVOS ESPEC3FICOS.

En este ac3pите, se presenta un resumen a partir de los resultados obtenidos.

Determinar la diferencia de promedios de filtraci3n entre el cemento de ion3mero de vidrio modificado con resina, con grabado acido y el cemento de ion3mero de vidrio convencional sin grabado acido. (entre los Grupos 4 y 1)

Grupo 4 y 1 corte 2 del lado izquierdo y lado derecho.

PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 2 lado izquierdo
Grupo 4	295.98 μm
Grupo 1	286.67 μm
Total	582.65 μm

(p= 0.94).

- El promedio de micro filtraci3n en el grupo 4, el corte 2 lado izquierdo de la imagen fue de 295.98 micr3metros y el grupo 1 el promedio de micro filtraci3n fue de 286.67 micr3metros, diferencia entre promedios no estad3sticamente significativa (p= 0.94) se toma valor $p < 0.05$ asociaci3n estad3sticamente significativa (Ver Anexo 2).

PROMEDIO DE FILTRACION

	Corte 2 lado derecho
Grupo 4	299.18 μm
Grupo 1	512.63 μm
Total	811.81 μm

($p= 0.53$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 2 lado derecho de la imagen fue de 299.18 micrómetros y el grupo 1 el promedio de micro filtración fue de 512.63 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa ($p= 0.53$) se toma valor $p<0.05$ asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

Grupo 4 y 1 corte 3 lado izquierdo y lado derecho

PROMEDIO DE FILTRACION

	Corte 3 lado izquierdo
Grupo 4	313.59 μm
Grupo 1	387.96 μm
Total	701.55 μm

($p= 0.78$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 3 lado izquierdo de la imagen fue de 313.59 micrómetros y el grupo 1 el promedio de micro filtración fue de 387.96 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa ($p= 0.78$) se toma valor $p<0.05$ asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

PROMEDIO DE FILTRACION

	Corte 3 lado derecho
Grupo 4	71,88 μm
Grupo 1	900.59 μm
Total	972.47 μm

($p= 0.07$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 3 lado derecho de la imagen fue de 71.88 micrómetros y el grupo 1 el promedio de micro filtración fue de 900.59 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa ($p= 0.07$) se toma valor $p<0.05$ asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

Determinar la diferencia de promedios de filtración entre el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, con grabado ácido y el cemento de ionómero de vidrio convencional con grabado ácido.(Entre el 4 y 2)

Grupo 4 y 2 corte 2 del lado izquierdo y dere cho

PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 2 lado izquierdo
Grupo 4	295.98 μm
Grupo 2	969.42 μm
Total	1265.40 μm

($p= 0.06$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 2 lado izquierdo de la imagen fue de 295.98 micrómetros y el grupo 2 el promedio de micro filtración fue de 969.42 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa ($p= 0.06$) se toma valor $p<0.05$ asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 2 lado derecho
Grupo 4	299.18 μm
Grupo 2	705.00 μm
TOTAL	1004.18 μm

($p= 0.10$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 2 lado derecho de la imagen fue de 299.18 micrómetros y el grupo 2 el promedio de micro filtración fue de 705.00

micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa ($p= 0.10$). **se toma valor $p<0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

Grupo 4 y 2 corte 3 del lado izquierdo y derecho.

PROMEDIO DE FILTRACION

	Corte 3 lado izquierdo
Grupo 4	313.59 μm
Grupo 2	640.14 μm
Total	953.73 μm

($p= 0.029$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 3 lado izquierdo de la imagen fue de 313.59 micrómetros y el grupo 2 el promedio de micro filtración fue de 640.14 micrómetros, diferencia **entre promedios estadísticamente significativa ($p= 0.029$)**. **se toma valor $p<0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

PROMEDIO DE FILTRACION

	Corte 3 lado derecho
Grupo 4	71.88 μm
Grupo 2	983.40 μm
Total	1055,28 μm

($p= 0.004$).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 3 lado derecho de la imagen fue de 71.88 micrómetros y el grupo 2 el promedio de micro filtración fue de 983.40 micrómetros, diferencia **entre promedios estadísticamente significativa ($p= 0.004$)**. **se toma valor $p<0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

Determinar la diferencia de promedios de filtración entre el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, con grabado ácido y el cemento de ionómero de vidrio modificado sin grabado ácido (Entre el 4 y 3)

Grupo 4 y 3 corte 2 del lado izquierdo y derecho.

PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 2 lado izquierdo
Grupo 4	295.98 μm
Grupo 3	970.65 μm
Total	1266.63 μm

(p= 0.08).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 2 lado izquierdo de la imagen fue de 295.98 micrómetros y el grupo 3 el promedio de micro filtración fue de 970.65 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa (p= 0.08). **se toma valor $p < 0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 2 lado derecho
Grupo 4	299.18 μm
Grupo 3	571.84 μm
Total	871.02 μm

(p= 0.28).

- El promedio de micro filtración en el grupo 4, el corte 2 lado derecho de la imagen fue de 299.18 micrómetros y el grupo 3 el promedio de micro filtración fue de 571.84 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa (p= 0.28). **se toma valor $p < 0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

Grupo 4 y 3 corte 3 del lado izquierdo y derecho.

PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 3 lado izquierdo
Grupo 4	313.59 μm
Grupo 3	862.74 μm
Total	1176.33

(p= 0.20)

- El promedio de micro Filtración en el grupo 4, el corte 3 lado izquierdo de la imagen fue de 313.59 micrómetros y el grupo 3 el promedio de micro Filtración fue de 862.74 micrómetros, diferencia entre promedios no estadísticamente significativa (p= 0.20). **se toma valor $p < 0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

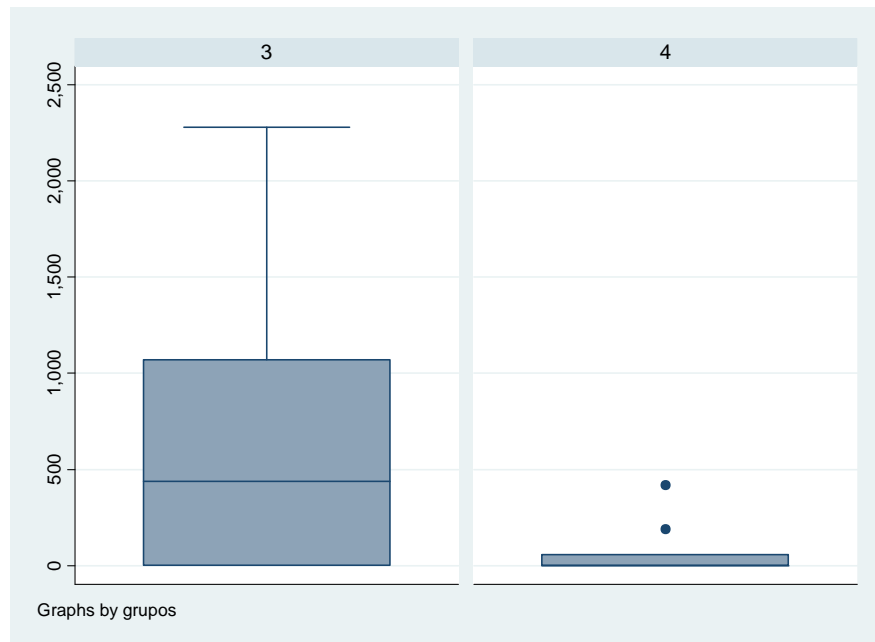
PROMEDIO DE FILTRACION	
	Corte 3 lado derecho
Grupo 4	71.88 μm
Grupo 3	652.78 μm
Total	724.66 μm

(p= 0.03)

- El promedio de micro Filtración en el grupo 4, el corte 3 lado derecho de la imagen fue de 71.88 micrometros y el grupo 3 el promedio de micro Filtración fue de 652.78 micrometros, diferencia **entre promedios estadísticamente significativa** (p= 0.03). **se toma valor $p < 0.05$** asociación estadísticamente significativa (Ver Anexo 2).

GRÁFICO

EXPRESIÓN DE LOS PERCENTILES DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO 3 Y 4



Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 3).

Los resultados obtenidos en el trabajo de campo permiten determinar que la Hipótesis Alternativa es aceptada como valida a partir de la observación realizada en la investigación, esta responde a la siguiente redacción:

“El promedio de filtración con el uso de los ionómeros de vidrio modificado con resina con grabado acido es diferente con por lo menos el promedio de filtración de uno de los grupos de control”

CAPÍTULO III:

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISCUSIÓN.

El órgano dentino pulpar está sometido a diversos irritantes durante la ejecución de los procedimientos restauradores tales como: irritantes físicos, químicos y bacterianos. Por lo que es necesario analizar los mecanismos para prevenir disminuir y controlar el efecto de estos irritantes, en el trabajo realizado in vitro, se efectuó tomando en cuenta estos efectos, controlando los tiempos y las indicaciones de los fabricantes para la manipulación de los cementos de ionomero de vidrio.

Cuando se considera la elección de un tratamiento los beneficios terapéuticos deben ser superiores a la probabilidad de causar una lesión. Generalmente, no se puede evitar completamente una reacción pulpar durante la ejecución de los procedimientos restauradores; inicialmente, se provoca una respuesta inflamatoria transitoria. Por ello, el profesional debe tomar en cuenta los peligros potenciales sobre el órgano dentino pulpar y evitar daños irreversibles. En este sentido con la aplicación de una adecuada técnica durante la ejecución de los procedimientos restauradores el órgano dentino pulpar podrá tolerar bien dichos procedimientos, debido a su capacidad de defensa y preservara la integridad pulpar.

Es así que en este estudio experimental in vitro se evaluó la micro filtración en el margen cabo superficial de cavidades clase I en esmalte y dentina, con la técnica de empastado del CIVC y el CIVMRs.

Se diseño un tamaño de muestra probabilística de 40 piezas dentales , en cada una se trabajo una cajuela, para evaluar la micro filtración, se utilizó el t test de dos grupos uno de intervención (grupo 4) y tres de control (grupos 1,2,3,).

Los resultados de este estudio revelaron que la técnica de empastes con grabado ácido sobre las paredes de las cavidades preparadas de clase I del CIVMRs vs. CIVC con grabado ácido, reporto micro filtración en diferencia de promedios estadísticamente significativa de $p= 0.029$, del corte 3 del lado izquierdo y de $p=0.004$ del corte 3 del lado derecho (mucho más significativo) menor al nivel de confianza de $p=0.05$.

Los resultados de este estudio revelaron que la técnica de empastes con grabado ácido sobre las paredes de las cavidades preparadas de clase I del CIVMRs vs. CIVMRs sin grabado ácido, reporto micro filtración en diferencia de promedios estadísticamente significativa de $p=0.03$, del corte 3 del lado derecho, menor al nivel de confianza de $p=0.05$.

Sacando de esto que los CIVMRs con grabado ácido disminuye la micro filtración marginal en la cavidad de Clase I en esmalte y dentina, concordando con los resultados de Aboubala Kugel y Huley en 1996, estos, concluyeron que el CIVMRs utilizado como base cavitaria, es efectivo en la reducción de la micro filtración. Se explica que el ionómero tiene resina, en su composición la molécula de HEMA, que es una resina hidrofílica, con un foto activado que es la canforoquinoma que actúa inmediatamente a la exposición de la luz de activación para la polimerización.

Otro aspecto importante es la utilización del ácido grabador como agente acondicionador, el ácido poliacrílico al 10%.

Desde el punto de vista clínico, es importante mencionar que los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina, son los que mejor respuesta tuvieron al estudio sometido, reduciendo la micro filtración del sellado marginal, esto se debe a que existe una mejor adhesión del cemento a las paredes de la cavidad dentaria por el tratamiento de la superficie acondicionado por los ácidos grabadores que se utilizan en este proceso, reduciendo así síntomas tales como hipersensibilidad dentinaria, la recidiva de caries, reducción de espacios marginales, etc.

3.2. CONCLUSIONES.

- El sellado marginal con los CIVMRs con grabado ácido son los que mostraron menor filtración dando una fiabilidad para su utilización.
- La micro filtración marginal en diversos materiales restauradores se considera como la causa de hipersensibilidad, crecimiento bacteriano hacia la pulpa, caries y trastornos pulpares, representando así uno de los factores predisponentes esenciales de fallo en un tratamiento de sellado marginal .
- A partir del estudio realizado se puede evidenciar que la micro filtración marginal de los CIVC es mayor que en el caso de un tratamiento adecuado usando los CIVMRs.
- Los materiales de restauración, si son correctamente manipulados y en ausencia de infección son bien tolerados por la pulpa. La irritación química es secundaria a la filtración bacteriana, la respuesta inflamatoria hacia los materiales restauradores pareciera ser leve y transitoria, una reacción pulpar adversa solamente ocurre cuando existe una invasión pulpar por bacterias o toxinas, esto se concluye con el presente estudio.

3.3. RECOMENDACIONES

- El estudio realizado determina que si bien es cierto pareciera más beneficioso para una correcta restauración que implica también una adecuada rehabilitación dental que aporta significativamente a la salud bucal, es también importante considerar un correcto tratamiento de sellado, ya que esta correcta intervención también determina un excelente resultado final .
- Dada la imposibilidad para reproducir las condiciones clínicas tan complejas de la cavidad bucal en un estudio in-vitro, se recomienda la realización de estudios in-vivo.

- Se recomienda seguir estrictamente las instrucciones del fabricante para obtener resultados más confiables debido a las características de los CIVMRs y el CIVC.

3.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

La investigación en el campo odontológico, es posible de realizar en el medio local con mucha dificultad ya que los espacios como laboratorios para ensayos son muy escasos o están muy dispersos y no están acordonados tanto infraestructuralmente como en términos de equipamiento específico para este tipo de procesos, esto debido a que son laboratorios que cumplen otro tipo de actividades, ese es el caso de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería, del Instituto de Investigación de Metalurgia y Materiales o el Instituto de Investigaciones Geológicas y de Medio Ambiente de la Universidad Mayor de San Andrés.

BIBLIOGRAFIA

- ABATE P, Bertacchini S & Machi R. Adhesion of compomer to dental structures. Quintessence International. 2000; 28 (8): 509 – 512.
- BARAJAS DE LA VEGA L. BARCELO F. “Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalojo entre sistema con y sin grabado ácido” Revista Odontológica Mexicana Vol. 11, Núm. 4 Diciembre 2007pp 181 -184
- BARRANCOS Mooney J. “Clases teóricas. Clínica 1 y 2 de Operatoria”. Facultad de Odontología. Universidad Maimónides, Buenos Aires, 1992 - 1997.
- BLACK. GV. “A workon operative dentistry Meddico” Dental Pub. Chicaago, 1980.
- CARDONA A. PAZ MENDEZ N. CASTANEDA JC “Adhesión en odontología estética y restauradora” TESIS Universidad Mayor de San Simón
- COHEN, Stephen. ENDODONCIA. LOS CAMINOS DE LA PULPA. 4a. ed. Ed. Medica Panamericana. Buenos Aires. 1988. Págs.. 243 a 366.
- CONSOLARO A (1996) Cárie Dentária. Histopatología e Correlações Clínico - Radiográficas. Editora Consolaro. Sao Paulo, Brasil.
- CORONA SA, BORSATTO M, Dibb RG, RAMOS RP BRUGNERA A, Pecora JD. “Microleakage of class V resin composite restorations after bur, air -abrasion or Er YAG laser preparation”. Oper Dent 2001;26(5):491 -7.
- CORAL M. CUBIES M. PADULLES E. GINER LL.CORTADA M. “A propósito del termociclado. Breve exposición de los principios físicos en los que se basa” Universidad de Internacional de Catalunya. Área de Prótesis y Biomateriales. DENTUM 2002; 2(1):30-35.
- CHAVEZ CEBALLOS A.R. “Estudio comparativo del grado de filtración marginal utilizando el compuesto: amalgama como sub-base, vitrabond como base y composita como material restaurador estético en piezas dentales posteriores extraídas” Tesis. Universidad Francisco Marroquin Facultad de Odontología Guatemala, 1994

- DE SKINNER, PHILLIPS RALPH W, M. S., D: SC. La ciencia de los materiales dentales editorial Interamericana. McGraw -Hill 9° Edition Mexico 1993.
- DE LA MACORRA Garcia Jose Carlos Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto-Estomatología Vol VII – No 5 Sep. Oct.Pag.260-262 (1995).
- DÍAZ; A.: (1994). Evaluación de la resistencia de las uniones adhesivas del Vitremer a la dentina como sustrato variable. Trabajo de Ascenso
- DURÁN Victor. “ INFORME CLORAMINA T” Tecnólogo Médico Master © en Gestión Ambiental y RRNN
- ESPAÑA TOST A.J.”Estudio comparativo entre las fuerzas de adhesión obtenidas sobre dentina preparadas con instrumentos rotatorios y Lazer de Er,Cr: YSGG TESIS DOCTORAL “Universidad de Barcelona, Facultad de Odontología, Departamento de Odontoestomatología. 1996
- GUIRGUIS R, LEE J CONRY J. “Microleakage evaluation of restorations prepared with air abrasion”. *Pediatr Dent* 1999; 21(6):311-5.
- GUILLEN VIGNOLO S. “Comparación del sellado marginal que ofrecen tres diferentes materiales de obturación temporal usado en endodoncia para sellar el acceso” Tesis Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Odontología, Guatemala 1991.
- *LLENA PUY, Mª CARMENI; FORNER NAVARRO, LEOPOLDO*. “ Relación de la permeabilidad dentinaria con los nuevos sistemas de adhesión dentinaria” Universidad de Valencia. Facultad de Medicina y Od ontología. Departamento de Estomatología.
- N. KRAMER, M.PELKA "Abrasionsbestâandigkeit von Kompomeren und stopfbaren Galsionomerzementn", (Abrasion resistant of compomers and packable glas-ionomer cements) Universitât Erlangen; lecture at DGZMK annual convention, Leipzig 1995
- MAHN ARTEAGA G. “Evaluación morfológica de la interacción del adhesivo Adper Prompt –L-Pop con la dentina del conducto radicular” Universidad de Chile,

Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Restauradora Asignatura de Operatoria Dental, Santiago – Chile 2005

- MC DONNELL Y RUSSELL, INFORME CLORAMINA T organoclorados , cloro activo y cloro libre residual Pag. 2 1999
- MITRA, S.: (1993). “Nueva tecnología para la aplicación en masa y resistencia”. Fenestra. 1:3.
- MONCADA J.M. “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE LA ADHESION AUTOGRABANTE, ANTE LA FILTRACION MARGINAL” Universidad de Granada. Facultad de Odontología. Departamento de estomatología. Editor: Editorial Universidad de Granada. D.L.: Gr. 1213 -2005 ISBN: 84-338-3525-4
- MUNECHIKA T y COL. (1984) A comparison of tensile bond strengths of composite resins to longitudinal and transverse sections of enamel prism in human teeth Journal of Dental Research.
- PERDIGAO J, FRANKERBERGER R, ROSA B & BESCHI L. “New trends in dentin / enamel adhesion. American Journal of Dentistry”. 2000; 13: 25D – 30D.
- R.W. PHILIPS "skimmers - Science of Dental Materials", W.B.Saunders Company, Philadelphia 1991
- RODRIGUEZ I.A.”Efecto citotóxico de los sistemas de adhesión dentales. Estudio microscópico y microanalítico” TESIS Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Odontología. Cátedra de Histología B. Universidad de Granada Facultad de Medicina. Facultad de Odontología. Departamento de Histología. Granada 2005.
- SAMPIERI HERNANDEZ – Collado F. Baptista L. “Metodología de la investigación” McGraw-Hill Interamericana 4ta.edicion. México 2007 Cap. 7 Pag 159.
- STURDEVANT CM y col. “The art and Science of Operative Dentistry” 3ª Edición,Mosby St Louis 1995.
- TOLEDANO P. Manuel. Osorio R. Raquel. Arte y Ciencia de los Materiales Dentales Odontológicos Editorial Avances Medico Dentales, S.L. 2009. pág. 25

- VAN MEERBEEK B, Perdigao J & Vanherle G. The clinical performance of adhesives. Journal of Dentistry. 1998; 26 (1): 1 – 20
- VERSLUIS A, DOUGLAS WH SAKAGUCHI RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges Dent Mater. 1996; 12:290-4.
- VON FRAUNHOFER JA, ADACHI IE, BARNES DM, ROMBERG E. “El efecto de la preparación del diente sobre el comportamiento de la microfiltración”. Facultad de Odontología de la Universidad de Maryland, Baltimore, MD 21201, EE.UU. Oper Dent 2000; 526-533.

FUENTES DE INTERNET.

- Estas definiciones han sido recopiladas Edgar Lopategui y publicada on -line, sin referencias bibliográficas exactas. Pueden consultarse en la página:
<http://www.saludmed.com/Salud/CptSalud/CptSaCon.html>
- Pagina internet OMS
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/index.html>
- JADA, <http://www.ada.org/prof/ed/specialties/definitions.asp>
- De Wikipedia, la enciclopedia libre.
www.laodontologia.blogspot.com/2006/06/obturar.html

ANEXOS

Anexo 1

Tablas de la base de datos

TABLA N° 1
MEDIDAS DEL GRUPO 1 DEL CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO
CONVENCIONAL SIN GRABADO ACIDO
EXPRESADAS EN MICRAS

Muestra	Izquierda	Derecha	Profundidad
1-11	432.516	0	0
1-12	0	587.862	2445.786
1-13	566.157	535.274	2616.768
1-14	0	0	1386.446
1-21	577.369	820.11	3073.961
1-22	642.622	722.027	2665.099
1-23	1167.162	695.506	2899.262
1-24	451.367	717.574	1732.317
1-31	869.81	613.587	2468.099
1-32	643.052	880.019	2564.754
1-41	0	0	546.399
1-42	0	0	2624.331
1-43	294.793	0	2330.633
1-44	0	0	561.279
1-51	403.941	2382.6	534.266
1-52	476.269	0	3114.988
1-53	0	649.869	2758.084
1-54	0	0	1468.29
1-61	0	183.041	2364.038
1-62	278.775	0	2237.662
1-63	0	0	2330.562
1-64	0	0	0
1-71	2216.606	2061.149	2190.004
1-72	0	2936.451	1632.542
1-73	345.701	2902.979	271.341
1-74	0	0	0
1-81	0	871.27	1999.777
1-82	0	0	2616.779
1-83	0	2421.148	2479.264
1-84	0	0	1840.369
1-91	476.139	552.572	2587.099
1-92	826.011	0	2724.564
1-101	1500.089	0	2085.399
1-102	0	0	3352.786
1-103	729.896	0	2992.517
1-104	0	0	0

TABLA Nº 2
MEDIDAS DEL GRUPO 2 DEL CEMENTO DE IONOMERO DE VID RIO
CONVENCIONAL CON GRABADO ACIDO
EXPRESADAS EN MICRAS

Muestra	Izquierda	Derecha	Profundidad
2-11	0	0	3166963
2-12	0	398.95	3490.271
2-13	0	1090.343	3319.289
2-14	0	1966.297	2118.772
2-21	0	0	1219.182
2-22	0	0	2955.099
2-23	342.811	531.531	2691.108
2-24	0	1158.798	1115.125
2-31	319.856	100.977	2096.401
2-32	147.981	576.315	2427.201
2-41	1684.953	877.999	1468.215
2-42	2418.622	896.999	3415.925
2-43	321.665	1275.451	3204.056
2-44	0	930.305	2536.313
2-51	843.464	605.095	2754.32
2-52	1123.574	580.519	2595.427
2-61	683.968	0	594.766
2-62	2839.788	0	3085.334
2-63	565.974	495.4	2865.894
2-64	0	0	1500.389
2-71	523.57	535.3	427.455
2-72	753.452	720.878	2297.133
2-73	510.76	2031.445	2140.995
2-74	730.625	1297.494	2508.986
2-81	0	167.265	647.142
2-82	265.993	645.272	438.669
2-83(1x)	388.552	270.255	3018.209
2-84	0	0	0
2-91	0	0	810.306
2-92(1X)	1416.795	1557.869	2634.024
2-93	1097.013	1674.648	2646.504
2-94	312.803	0	620.784
2-101	838.437	1240.972	2691.118
2-102	728.048	1673.265	2059.272
2-103	1894.387	498.133	2475.226
2-104	618.409	536.408	401.505

TABLA Nº 3
MEDIDAS DEL GRUPO 3 DEL CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO MODIFICA CON
RESINA SIN GRABADO ACIDO
EXPRESADAS EN MICRAS

Muestra	Izquierda	Derecha	Profundidad
3-11	570.932	0	2141.624
3-12	588.238	911.757	2010.897
3-13	2929.812	506.386	2241.601
3-14	1695.099	1603.996	1054.037
3-21	1374.913	1159.71	2553.603
3-22	2024.868	111.758	2735.715
3-23	675.4	1178.852	2724.564
3-24	1837.003	2194.057	1498.288
3-31	0	0	676.504
3-32	80.239	158.136	2598.194
3-33	828.149	0	2144.503
3-34	0	1424.635	2144.503
3-41	219.429	1808.312	1802.749
3-42	0	787.53	2902.979
3-43	150.021	350.109	2601.911
3-44	1930.415	1713.795	642.815
3-51	1525.551	1440.288	1061.898
3-52	0	1398.896	2754.297
3-53	268.372	771.508	2639.08
3-54	0	0	730.246
3-61	1304.005	1234.318	2946.99
3-62	3227.797	0	2352.887
3-63	159.615	1069.521	3133.433
3-64	2440.937	3162.422	2055.531
3-71	0	2417.836	2717.137
3-72	453.9	393.967	3274.696
3-73	0	0	3462.7
3-74	0	0	457.191
3-81	1435.614	2610.615	2772.892
3-82	1821.713	1681.416	2502.245
3-83(1x)	3006.938	2278.912	2896.361
3-84	0	0	640.015
3-91	0	0	717.525
3-92	1108.645	274.983	2459.814
3-93	609.157	372.61	2769.167

TABLA N° 4
MEDIDAS DEL GRUPO 4 DEL CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO MODIFICA CON
RESINA CON GRABADO ACIDO
EXPRESADAS EN MICRAS

Muestra	Izquierda	Derecha	Profundidad
4-11	0	0	0
4-12	184.544	0	3014.524
4-13	0	0	2553.582
4-14	0	0	1153.133
4-21	0	0	2260.046
4-22	468.814	181.563	1890.974
4-23	0	0	2352.967
4-31	478.57	139.672	1226.007
4-32	347.674	190.149	1568.644
4-41	0	0	2762.834
4-42	0	0	2335.581
4-51	1042.935	0	1107.766
4-52	537.103	442.385	1958.873
4-53	205.648	0	2346.09
4-54	338.329	320.137	2869.611
4-61	434.301	21.351	1915.179
4-62	350.149	0	2018.55
4-63	304.545	420.021	2557.566
4-72	0	0	2791.556
4-73	114.505	52.038	2673.89
4-81	188.727	0	1955.156
4-82	265.811	55.755	2141.044
4-83	0	56.616	2475.533
4-84	843.98	1000.432	1018.383
4-91	275.685	278.775	1735.903
4-92	805.801	1672.289	1672.671
4-93	2163.54	0	2461.128
4-101	0	0	639.594
4-102	0	449.757	2378.906
4-103	0	0	2876.896
4-104	542.236	525.269	2077.803

TABLA Nº 5
MEDIDAS GRUPO 1 – 2 CORTE 2 CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO
CONVENCIONAL

MUESTRA	GRUPOS	CORTE	IZQUIERDA	DERECHA	PROFUNDIDAD
1-12	1	2	0	587.862	2445.786
1-22	1	2	642.622	722.027	2665.099
1-32	1	2	643.052	880.019	2,564,754
1-42	1	2	0	0	2624.331
1-52	1	2	476.269	0	3114.988
1-62	1	2	278.775	0	2237.662
1-72	1	2	0	2936.451	1632.542
1-82	1	2	0	0	2616.779
1-92	1	2	826.011	0	2724.564
1-102	1	2	0	0	3352.786
2-12	2	2	0	398.95	3490.271
2-22	2	2	0	0	2955.099
2-32	2	2	147.981	576.315	2427.201
2-42	2	2	2418.622	896.999	3415.925
2-52	2	2	1123.574	580.519	2595.427
2-62	2	2	2839.788	0	3085.334
2-72	2	2	753.452	720.878	2297.133
2-82	2	2	265.993	645.272	438.669
2-92(1X)	2	2	1416.795	1557.869	2634.024
2-102	2	2	728.048	1673.265	2059.272

TABLA Nº 6
MEDIDAS GRUPO 1- 2 CORTE 3 CEMENTO IONMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL

MUESTRA	GRUPOS	CORTE	IZQUIERDA	DERECHA	PROFUNDIDAD
1-13	1	3	566.157	535.274	2616.768
1-23	1	3	1167.162	695.506	2899.262
1-43	1	3	294.793	0	2330.633
1-53	1	3	0	649.869	2758.084
1-63	1	3	0	0	2330.562
1-73	1	3	345.701	2902.979	271.341
1-83	1	3	0	2421.148	2479.264
1-103	1	3	729.896	0	2992.517
2-13	2	3	0	1090.343	3319.289
2-23	2	3	342.811	531.531	2691.108
2-43	2	3	321.665	1275.451	3204.056
2-63	2	3	565.974	495.4	2865.894
2-73	2	3	510.76	2031.445	2140.995
2-83(1x)	2	3	388.552	270.255	3018.209
2-93	2	3	1097.013	1674.648	2646.504
2-103	2	3	1894.387	498.133	2475.226

TABLA Nº 7
MEDIDAS GRUPO 3 – 4 CORTE 2 CEMENTO IONOMERO DE VIDRIO MODIFICADO
CON RESINA

MUESTRA	GRUPOS	CORTE	IZQUIERDA	DERECHA	PROFUNDIDAD
3-12	3	2	588.238	911.757	2010.897
3-22	3	2	2024.868	111.758	2735.715
3-32	3	2	80.239	158.136	2598.194
3-42	3	2	0	787.53	2902.979
3-52	3	2	0	1398.896	2754.297
3-62	3	2	3227.797	0	2352.887
3-72	3	2	453.9	393.967	3274.696
3-82	3	2	1821.713	1681.416	2502.245
3-92	3	2	1108.645	274.983	2459.814
3-102	3	2	401.109	0	2293.69
4-12	4	2	184.544	0	3014.524
4-22	4	2	468.814	181.563	1890.974
4-32	4	2	347.674	190.149	1568.644
4-42	4	2	0	0	2335.581
4-52	4	2	537.103	442.385	1958.873
4-62	4	2	350.149	0	2018.55
4-72	4	2	0	0	2791.556
4-82	4	2	265.811	55.755	2141.044
4-92	4	2	805.801	1672.289	1672.671
4-102	4	2	0	449.757	2378.906

TABLA Nº 8
MEDIDAS GRUPO 3 – 4 CORTE 3 CEMENTO IONMERO DE VIDRIO MODIFICADO
CON RESINA

muestra	grupos	corte	izquierda	derecha	profundidad
3-13	3	3	2929.812	506.386	2241.601
3-23	3	3	675.4	1178.852	2724.564
3-33	3	3	828.149	0	2144.503
3-43	3	3	150.021	350.109	2601.911
3-53	3	3	268.372	771.508	2639.08
3-63	3	3	159.615	1069.521	3133.433
3-73	3	3	0	0	3462.7
3-83(1x)	3	3	3006.938	2278.912	2896.361
3-93	3	3	609.157	372.61	2769.167
3-103	3	3	0	0	2661.375
4-13	4	3	0	0	2553.582
4-23	4	3	0	0	2352.967
4-32	4	3	347.674	190.149	1568.644
4-42	4	3	0	0	2335.581
4-53	4	3	205.648	0	2346.09
4-63	4	3	304.545	420.021	2557.566
4-73	4	3	114.505	52.038	2673.89
4-83	4	3	0	56.616	2475.533
4-93	4	3	2163.54	0	2461.128
4-103	4	3	0	0	2876.896

LADO DERECHO

. sdtest derecha, by (grupos)

Variance ratio test

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	10	512.6359	291.2831	921.1181	-146.2923	1171.564
2	10	705.0067	177.1809	560.2953	304.1956	1105.818
combined	20	608.8213	167.3834	748.5613	258.4838	959.1588

ratio = sd(1) / sd(2) f = 2.7027
 Ho: ratio = 1 degrees of freedom = 9, 9

Ha: ratio < 1 Ha: ratio != 1 Ha: ratio > 1
 Pr(F < f) = 0.9226 2*Pr(F > f) = 0.1547 Pr(F > f) = 0.0774
 Varianzas iguales

. ttest derecha, by (grupos)

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	10	512.6359	291.2831	921.1181	-146.2923	1171.564
2	10	705.0067	177.1809	560.2953	304.1956	1105.818
combined	20	608.8213	167.3834	748.5613	258.4838	959.1588
diff		-192.3708	340.9383		-908.6556	523.914

diff = mean(1) - mean(2) t = -0.5642
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 18

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.2898 Pr(|T| > |t|) = 0.5796 Pr(T > t) = 0.7102
 Promedios iguales p > 0.05

CORTE 3 GRUPO 1 Y 2

LADO IZQUIERDO

```
. sdtest izquierda, by ( grupos)
```

Variance ratio test

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	8	387.9636	147.4688	417.1048	39.25528	736.672
2	8	640.1452	209.8901	593.6587	143.8341	1136.456
combined	16	514.0544	128.1151	512.4602	240.9837	787.1252

ratio = sd(1) / sd(2) f = 0.4936
 Ho: ratio = 1 degrees of freedom = 7, 7

Ha: ratio < 1 Ha: ratio != 1 Ha: ratio > 1
 Pr(F < f) = 0.1861 2*Pr(F < f) = 0.3722 Pr(F > f) = 0.8139
Varianzas iguales

```
. ttest izquierda, by ( grupos)
```

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	8	387.9636	147.4688	417.1048	39.25528	736.672
2	8	640.1452	209.8901	593.6587	143.8341	1136.456
combined	16	514.0544	128.1151	512.4602	240.9837	787.1252
diff		-252.1816	256.5168		-802.3555	297.9923

diff = mean(1) - mean(2) t = -0.9831
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 14

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.1711 Pr(|T| > |t|) = 0.3422 Pr(T > t) = 0.8289
Promedios iguales p > 0.05

LADO DERECHO

```
. sdtest derecha, by ( grupos)
```

Variance ratio test

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	8	900.597	400.7409	1133.466	-47.00458	1848.199
2	8	983.4007	225.9639	639.1224	449.0811	1517.72
combined	16	941.9989	222.4859	889.9434	467.7815	1416.216

ratio = sd(1) / sd(2) f = 3.1452
 Ho: ratio = 1 degrees of freedom = 7, 7

Ha: ratio < 1 Ha: ratio != 1 Ha: ratio > 1
 Pr(F < f) = 0.9232 2*Pr(F > f) = 0.1536 Pr(F > f) = 0.0768
Varianzas iguales

LADO DERECHO

```
. sdtest derecha, by ( grupos)
```

Variance ratio test

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
3	10	571.8443	189.5561	599.4291	143.0385	1000.65
4	10	299.1898	162.331	513.3356	-68.02839	666.408
combined	20	435.5171	125.4168	560.8809	173.0167	698.0174

```
ratio = sd(3) / sd(4)                                f = 1.3636
Ho: ratio = 1                                       degrees of freedom = 9, 9
```

```
Ha: ratio < 1                                Ha: ratio != 1                                Ha: ratio > 1
Pr(F < f) = 0.6742                          2*Pr(F > f) = 0.6516                          Pr(F > f) = 0.3258
                                             VARIANZAS IGUALES
```

```
. ttest derecha, by ( grupos)
```

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
3	10	571.8443	189.5561	599.4291	143.0385	1000.65
4	10	299.1898	162.331	513.3356	-68.02839	666.408
combined	20	435.5171	125.4168	560.8809	173.0167	698.0174
diff		272.6545	249.5654		-251.6629	796.9719

```
diff = mean(3) - mean(4)                                t = 1.0925
Ho: diff = 0                                       degrees of freedom = 18
```

```
Ha: diff < 0                                Ha: diff != 0                                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.8555                          Pr(|T| > |t|) = 0.2890                          Pr(T > t) = 0.1445
                                             PROMEDIOS IGUALES
```

CORTE 3 GRUPO 3 Y 4

LADO IZQUIERDO

```
. sdtest izquierda, by ( grupos)
```

Variance ratio test

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
3	10	862.7464	362.3264	1145.777	43.1072	1682.386
4	10	313.5912	209.9349	663.8723	-161.3145	788.4969
combined	20	588.1688	213.305	953.929	141.7163	1034.621

```
ratio = sd(3) / sd(4)                                f = 2.9787
Ho: ratio = 1                                       degrees of freedom = 9, 9
```

```
Ha: ratio < 1                                Ha: ratio != 1                                Ha: ratio > 1
Pr(F < f) = 0.9402                          2*Pr(F > f) = 0.1196                          Pr(F > f) = 0.0598
                                             Varianzas iguales
```

```
. ttest izquierda, by ( grupos)
```


Anexo 3

Tabla de resultados para el gráfico de percentiles

```
. sum derecha if grupos ==3, detail
```

derecha				

	Percentiles	Smallest		
1%	0	0		
5%	0	0		
10%	0	0	Obs	10
25%	0	350.109	Sum of Wgt.	10
50%	439.498		Mean	652.7898
		Largest	Std. Dev.	713.2654
75%	1069.521	771.508		
90%	1728.882	1069.521	Variance	508747.6
95%	2278.912	1178.852	Skewness	1.17232
99%	2278.912	2278.912	Kurtosis	3.653234

```
. sum derecha if grupos ==4, detail
```

derecha				

	Percentiles	Smallest		
1%	0	0		
5%	0	0		
10%	0	0	Obs	10
25%	0	0	Sum of Wgt.	10
50%	0		Mean	71.8824
		Largest	Std. Dev.	136.144
75%	56.616	52.038		
90%	305.085	56.616	Variance	18535.2
95%	420.021	190.149	Skewness	1.931195
99%	420.021	420.021	Kurtosis	5.406668

Anexo 4

FOTOGRAFIAS REALIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

FOTO Nº 1
PREPARACIÓN CAVITARIA



FOTO Nº 2
FRESAS DE DIAMANTE



FOTO Nº 3
OBTURACIÓN CAVITARIA

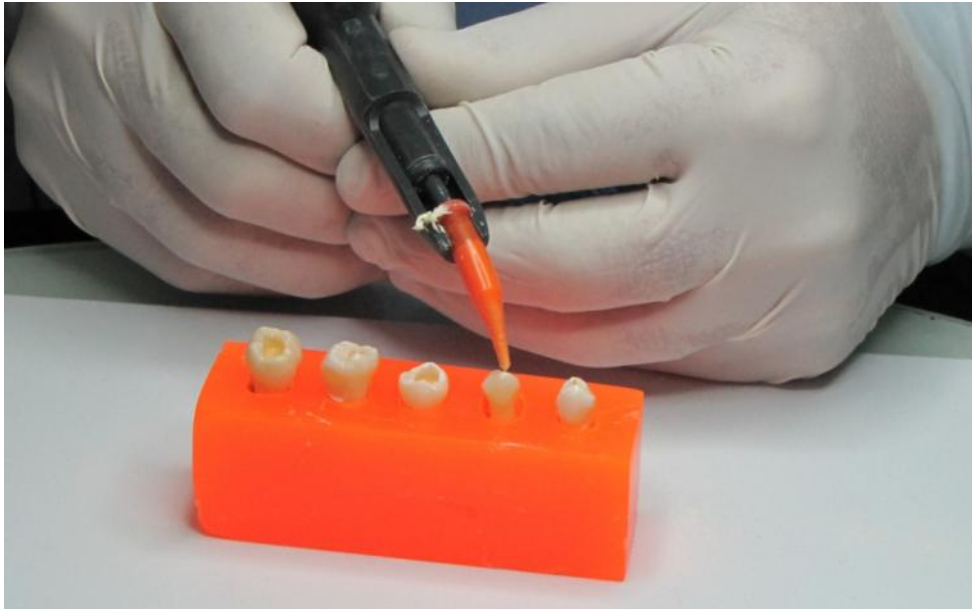


FOTO Nº 4
TERMOCICLADO



FOTO Nº 5
OBTURACIÓN DEL ÁPICE RADICULAR



FOTO Nº 6
CORTE DE LAS PIEZAS



FOTO N° 6 "A"
MAXIIMIZACIÓN DEL CORTE DE LAS PIEZAS

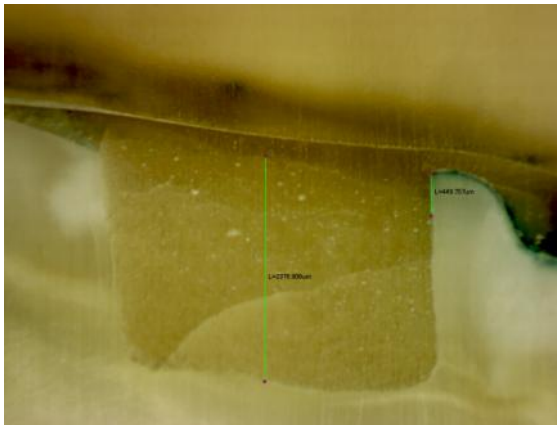


FOTO N° 7
PULIDO DE LA PIEZA

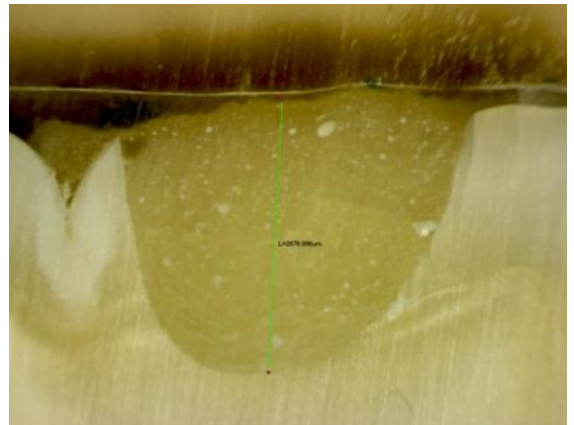


FOTO Nº 8

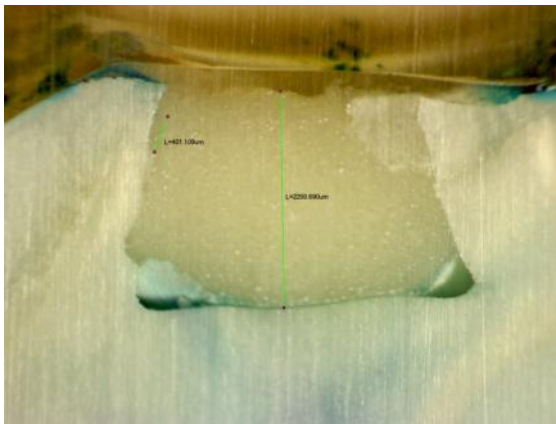
OBSERVACIÓN AL MICROSCOPIO ESTEREOGRÁFICO



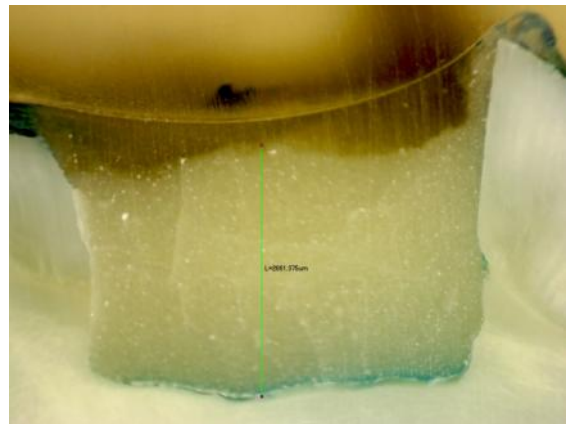
Corte, grupo 4-102



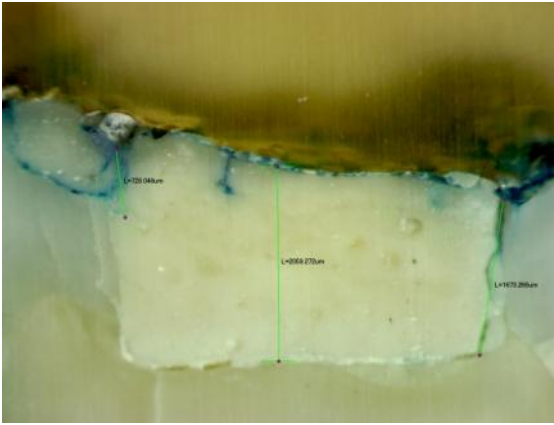
Corte, grupo 4-103



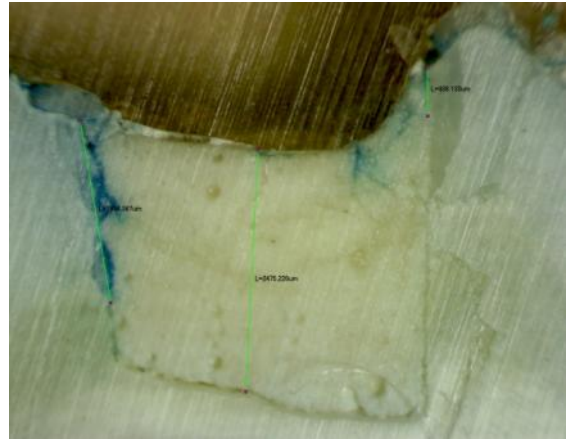
Corte, grupo 3-102



Corte, grupo 3-103



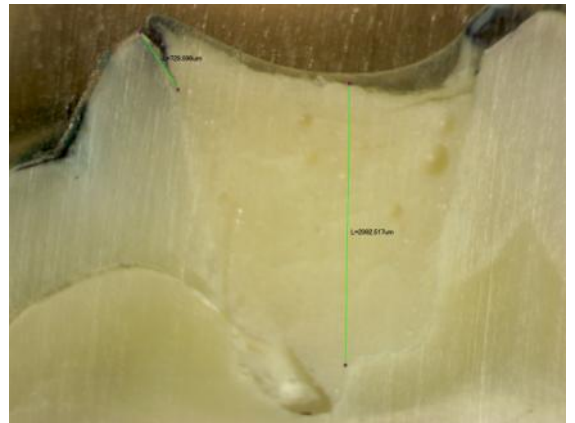
Corte, grupo 2-102



Corte, grupo 2-103



Corte, grupo1-102



Corte, grupo 1-103