

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**SENSIBILIDAD DENTINARIA POSTOPERATORIA AL
TRATAMIENTO RESTAURADOR CON RESINAS
COMPUESTAS DIRECTAS EN EL SECTOR POSTERIOR**

Trabajo especial presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela por el
Odontólogo Eduardo Augusto Aizpurua Ríos
para optar al título de Especialista en
Odontología Operatoria y Estética.

Caracas, abril de 2006

Hoja de Prueba I

Aprobado en nombre de la Universidad
Central de Venezuela por el siguiente
jurado examinador:

Nombre y Apellido
C.I

FIRMA

Nombre y Apellido
C.I

FIRMA

Nombre y Apellido
C.I

FIRMA

Observaciones: -----

Caracas, abril de 2006

DEDICATORIA

A Dios y a mi mamá, por ser mis fuentes de energía inagotables para todo lo que he podido alcanzar en la vida, porque se encargaron de entregarme el amor verdadero y los deseos más grandes de formación en mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien ha permanecido a mi lado levantándome en todos los tropiezos del camino y alentándome a seguir.

A mi mamá por entregar su alma sin pedir nada a cambio y por forzar todas las puertas en búsqueda de los recursos económicos para poder realizar el postgrado.

A mi abuela por rezar por mi bienestar durante toda mi vida.

A Claudia por permanecer como una luz incandescente en todo el camino que recorrí.

A Ale y Luis Ernesto por ser amigos de mi familia desde hace más de 30 años y ofrecerme el cielo si lo necesitaba.

A Heidi, Ana Fabiola, Leslie, Doryhenn, Lisbeth, Samanta, Maria Alejandra y Mena, por los días y noches de compañía para crecer junto a ellas en el postgrado.

A Carlos por insistir en que todo se puede vencer y no dejarme caer en la soberbia.

A la familia Torrealba por permitirme sentir calor familiar en todo momento en que permanecí en su hogar.

A mi tutor Prof. Jesús A. Diaz Siohl por su valiosa guía en la realización de este trabajo especial de grado.

LISTA DE CONTENIDOS

	Página
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
LISTA DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN...	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
1. Sensibilidad dentinaria. Definición.....	3
2. Diferencia entre dolor dentinario y dolor pulpar.....	5
3. Sensibilidad dentinaria postoperatoria. Generalidades...	7
3.1 Definición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.....	7
3.2 Síntomas de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.....	9
4. Factores que predisponen a la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria inherentes a la técnicas clínicas.....	10
4.1 Técnica adhesiva.....	10
4.1.1 Grabado total.....	10
4.1.2 Imprimadores autoacondicionantes.....	14

4.1.3 Espesor de la capa.....	16
4.2 Colocación del material.....	19
4.2.1 Monobloque y factor C.....	19
4.2.2 Incremental y factor C.....	22
4.3 Fotopolimerización. Modos de curado.....	25
4.3.1 Modo de curado continuo.....	25
4.3.1.1 Curado continuo uniforme de mediana intensidad.....	26
4.3.1.2 Curado continuo de baja-alta intensidad: curado en rampa y curado escalonado.....	26
4.3.1.3 Curado continuo de alta intensidad o pulso de alta energía.....	27
4.3.2 Modo de curado discontinuo.....	28
4.3.2.1 Curado discontinuo de alta intensidad.....	29
4.3.2.2 Curado discontinuo de intensidad baja/alta o curado pulsado.....	29
5. Factores que predisponen a la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria inherentes al material.....	30
5.1. Tipos de resina compuesta y sus propiedades relacionadas con la sensibilidad dentinaria postoperatoria..	30
5.1.1 Empacable.....	30
5.1.1.1 Contracción de polimerización.....	34

5.1.1.2 Módulo elástico.....	43
5.1.2 Microhíbrida.....	46
5.1.2.1 Contracción de polimerización.....	48
5.1.2.2 Módulo elástico.....	48
6. Factores que predisponen a la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria inherentes al paciente.....	49
6.1 Edad.....	49
6.2 Sexo.....	50
6.3 Estatus socioeconómico.....	51
6.4 Percepción del dolor.....	54
7. Formación de brechas y su relación con la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.....	55
8. Otros factores causantes de la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria que son consecuencia de la colocación de resinas compuestas como material de restauración en el sector posterior.....	56
III. DISCUSIÓN.....	61
IV. CONCLUSIÓN.....	65
V. REFERENCIAS.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Remoción de dentina cariada con instrumento rotatorio.

Gráfico 2 Movimiento de los fluidos dentinarios y sus estímulos.

Gráfico 3 Grabado total de esmalte y dentina con ácido fosfórico.

Gráfico 4 Grabado en esmalte y posterior en dentina con ácido fosfórico.

Gráfico 5 Capa gruesa de agente adhesivo.

Gráfico 6 Factor de configuración cavitaria o factor C.

Gráfico 7 Técnica incremental.

Gráfico 8 Contracción de polimerización.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Adhesivos de autograbado.

Tabla 2 Adhesivos de grabado independiente.

Tabla 3 Resinas compuestas híbridas y microhíbridas.

RESUMEN

Por las altas exigencias estéticas de la sociedad actual y el avance de las resinas compuestas directas en el sector posterior, los clínicos están en la necesidad de restaurar cavidades más amplias, a través del uso de resinas compuestas, por lo cual se hace más difícil la colocación de las restauraciones. Por consecuencia, es posible la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria. Así mismo, existen diversos factores de los que depende el éxito de una restauración con resina compuesta, tales como, los inherentes a la técnica clínica, al material y al paciente. Dentro de este marco, resaltan la técnica de inserción o edificación de la restauración, el tipo de resina compuesta y la edad del paciente. Visto así, todos los factores involucrados actúan en conjunto para desencadenar la sensibilidad. Evidentemente seguir cada paso del protocolo, resulta en una herramienta útil para evitar la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria. Sin embargo, hay fallas que se pueden presentar en la restauración sin mostrar el factor desencadenante. Se necesitan más investigaciones precisas para dilucidar la influencia de cada factor por separado.

I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Existe una alta demanda estética en el sector posterior por parte de los pacientes, lo cual incide en la selección del material restaurador; los pacientes cada vez más se rehusan a ser tratados con restauraciones de amalgama e incrustaciones de oro, a pesar de las excelentes propiedades de estos materiales. De esta manera, el éxito del uso de las resinas compuestas en el sector posterior, se debe a los avances recientes de las características estéticas en los materiales restauradores.^(4,9,56)

Sin embargo, la sensibilidad dentinaria postoperatoria cuando se utilizan resinas compuestas, continúa siendo un reto para los clínicos, que intentan manejar variables como: la irrigación suficiente de las piezas de mano, la eliminación de la lesión cariosa, la preparación cavitaria, la configuración cavitaria, el control del campo operatorio, el grabado ácido, la técnica adhesiva, la aplicación incremental de resina y el sellado de la interfase.^(3,4,6-8)

Es por ello, que el objetivo de este trabajo es analizar las diferentes variables que intervienen en la aparición de la

sensibilidad dentinaria postoperatoria, al restaurar con resinas compuestas directas en el sector posterior.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. Sensibilidad dentinaria. Definición

En el momento en que se realiza un corte en el tejido dentinario (Gráfico 1) durante un procedimiento clínico, la perfección del sistema de movimientos de fluidos dentinarios en el interior de los túbulos de la dentina se altera reversible o irreversiblemente. Así, el corte, el calentamiento por parte del instrumento y los sistemas restauradores en general, modifican la permeabilidad de la dentina hasta un punto crítico en donde es posible ocasionar daños a la pulpa.⁽¹⁻⁷⁾

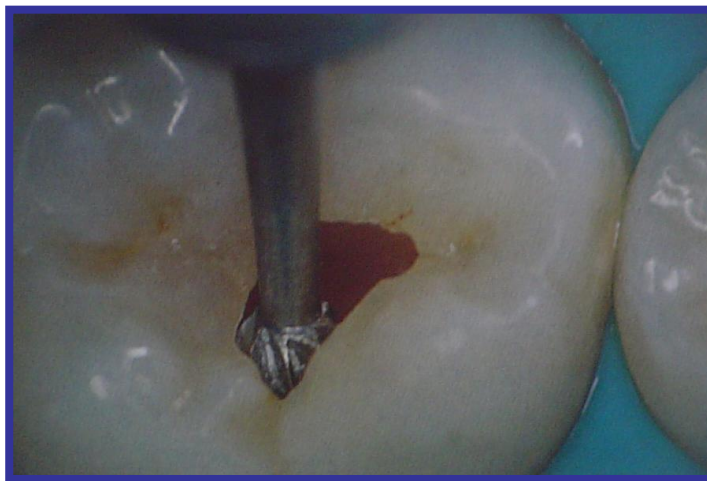


Gráfico 1. Remoción de dentina cariada con instrumento rotatorio. Tomado de Chain, 2001.

La sensibilidad dentinaria ha sido un tema controversial durante muchos años. Sin embargo, hay varias

teorías que tratan de explicar su origen, pero la más aceptada es la teoría hidrodinámica de Bränström y Åström², que se basa justamente en el movimiento de los fluidos dentinarios. Los autores explican que los movimientos de los fluidos a través de los túbulos dentinarios pueden ser inducidos por estímulos químicos, térmicos y eléctricos causando cambios en la presión hidrostática (Gráfico 2); estos cambios serán de mayor o menor intensidad según la permeabilidad de los túbulos dentinarios, la cual aumenta a medida que se aproxima a la pulpa, ya que se presentan mayor número de túbulos por área y mayor volumen de fluidos dentinarios.⁽¹⁻⁷⁾

En este orden de ideas, la respuesta del órgano dentinopulpar es mediada por el fenómeno complejo explicado anteriormente, donde hay cambios en la presión hidrostática. Ahora bien, en el caso de la colocación de las resinas compuestas en el sector posterior, especialmente en un tejido dentinario permeable en niveles diferentes dependientes del tejido removido, existe el riesgo de la posible aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.

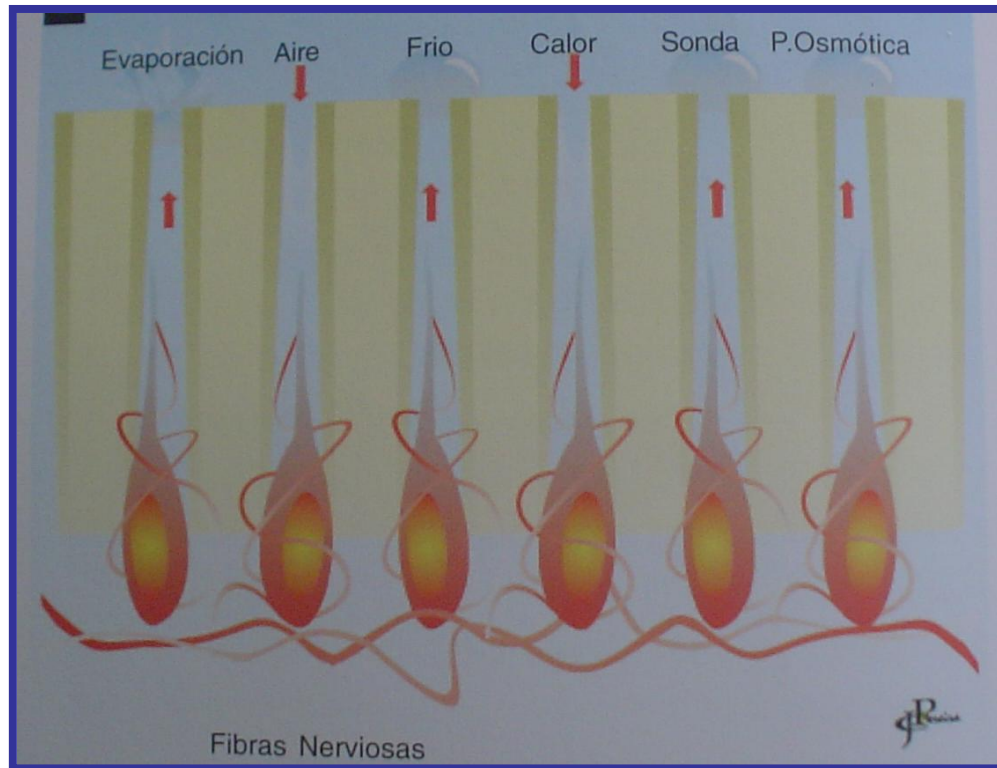


Gráfico 2. Movimiento de los fluidos dentinarios y sus estímulos. Tomado de Henostroza, 2004.

2. Diferencia entre dolor dentinario y dolor pulpar

La dentina y la pulpa están unidas por un lazo muy fuerte debido a su igual formación embrionaria en el diente, por lo cual, la totalidad de los estímulos que reciben son compartidos durante el proceso de vida del órgano dentario.⁽¹⁻⁷⁾

Ante cualquier estímulo que esté en su camino, el complejo dentinopulpar reacciona formando dentina

reparadora, no obstante, dependiendo del grado del estímulo él responderá hasta alcanzar el dolor. Evidentemente la rapidez de la respuesta dolorosa dependerá de la permeabilidad dentinaria, influenciada por el espesor remanente de tejido dentinario y los movimientos de los fluidos dentinarios, como se explicó anteriormente en la teoría hidrodinámica de Bränström y Åström². De allí pues, que este mecanismo no tiene necesariamente una relación directa con fenómenos patológicos que puedan ocurrir en la pulpa, ya que existe la posibilidad de que el origen del dolor sea el producto de un estímulo superficial en la dentina, que afecta el complejo dentinopulpar.⁽¹⁻⁷⁾

El dolor dentinario se manifiesta clínicamente como un dolor agudo de corta duración y que desaparece cuando cesa el estímulo, el dolor de origen dentinario frecuentemente está ligado al corte de dentina sana, la deshidratación de la misma y el efecto de los sistemas restauradores. En segundo lugar tenemos el dolor de origen pulpar, que es referido como difuso de progresión lenta, pulsátil y tiende a incrementarse al aumentar la presión venosa. De este modo como referencia podemos decir que la diferencia entre el dolor de origen dentinario y el dolor de

origen pulpar está en, si es provocado o espontáneo y el intervalo que se mantiene entre ellos. Se plantea entonces el problema que el paciente refiere un dolor que se presenta solo cuando existe algún estímulo y que inmediatamente que se retira el mismo, desaparece el dolor; en este momento el paciente presenta un dolor dentinario que puede ser producto de varios estímulos, como por ejemplo, la variedad de posibilidades de generar movimiento de fluido dentinario después de la colocación de una resina compuesta, así, en este caso se está en la presencia de la sensibilidad dentinaria postoperatoria. ⁽¹⁾

3. Sensibilidad dentinaria postoperatoria. Generalidades

3.1 Definición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria

La sensibilidad dentinaria postoperatoria es un fenómeno complejo que se manifiesta como el dolor dentinario resultante de todos los procedimientos restauradores que incluyen fenómenos tales como, la desecación por falta de irrigación de las piezas de mano, la eliminación de la lesión cariosa, la preparación cavitaria, la configuración cavitaria, el control del campo operatorio, el grabado ácido, la colocación de la capa de adhesivo, la aplicación de la resina compuesta, el sellado de la interfase

y otros como el ajuste de la oclusión y los hábitos dietéticos posteriores al proceso de restauración; este fenómeno ocurre posterior al primer día de estos procedimientos.⁽¹⁻⁹⁾

La razón de esto, como ya se mencionó, es que este conjunto de acontecimientos puede producir cambios en la presión hidrostática de los fluidos dentinarios dentro de los túbulos de la dentina, por lo cual, se presenta una respuesta de mayor o menor intensidad según el estímulo, la profundidad de la preparación cavitaria y la permeabilidad dentinaria que aumenta a medida que se está más cerca de la pulpa, ya que se encuentran mayor número de túbulos por área y mayor volumen de fluidos dentinarios.⁽¹⁻⁹⁾

Pashley⁷ refiere que la permeabilidad dentinaria también puede modificarse por la remoción o no de la capa de desecho; otros autores afirman en sus estudios que los tratamientos restauradores inducen en la dentina primaria formación de dentina terciaria, que en el caso del reemplazo de restauraciones, la formación de dentina terciaria, la cual modifica la permeabilidad dentinaria, ya ocurrió.⁽¹⁻⁹⁾

Chain y Baratieri⁵, refieren que los pacientes presentan sensibilidad dentinaria postoperatoria entre 0% y 50% y la misma disminuye las primeras semanas o puede persistir por periodos más largos. Ahora bien, un paciente puede presentar sensibilidad dentinaria postoperatoria al día siguiente de realizada la restauración con resina compuesta, pero puede desaparecer el mismo día, todo dependerá de los factores que engloban la colocación de la restauración y las condiciones del tejido dentinario remanente que nos modifica la permeabilidad y esto a su vez la respuesta ante el dolor.

Es por ello, que Gordan y Mjör³ refieren que no se puede establecer una relación directa entre la duración de la sensibilidad dentinaria postoperatoria, el grado de dolor y la causa que la inició.⁽¹⁻⁹⁾

3.2 Síntomas de la sensibilidad dentinaria postoperatoria

El síntoma más frecuente que experimenta un paciente, posterior a una restauración con resina compuesta es el dolor al ingerir bebidas frías y calientes o intercalar las mismas, también durante la ingesta de alimentos y al ocluir. Esto puede mantenerse en el tiempo o disminuir.^(3,6,10)

También los pacientes refieren muchas veces que no les molesta al ingerir algún tipo de bebidas anteriormente nombradas, sino que es en el momento en que se producen los cambios bruscos de temperatura cuando se desencadena la sensación dolorosa, que desaparece pocos segundos después. ^(3,6,10)

4. Factores que predisponen a la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria inherentes a las técnicas clínicas

4.1 Técnica adhesiva

4.1.1 Grabado total

Unemori *et al*⁶ refieren que el grabado total de esmalte y dentina con ácido fosfórico en concentración cercana al 40% (Gráfico 3), se relacionó con un grabado excesivo de estos tejidos y de este modo, podría aparecer la sensibilidad dentinaria postoperatoria. ^(6,8,11-13)

Sucede que la dentina y el esmalte son de diferente composición, por lo que se indicó grabar en primer lugar el esmalte seguido de la dentina ya que de lo contrario, resultaría un sustrato no apto para la adhesión (Gráfico 4). ^(6,8,11-13)

Dicho de otro modo el esmalte contiene un alto porcentaje de componente inorgánico cercano al 97% con 1% de agua, mientras que la dentina contiene un porcentaje menor de este componente cercano al 75% con 5% de agua. Por consiguiente, el ácido fosfórico, ataca el calcio que está en el componente inorgánico desalojándolo de su lugar para lograr el grabado, de modo que en el esmalte el grabado es mas favorable aunque pueda requerir mayor tiempo que en la dentina.^(6,8,11-13)

En segundo lugar, Van Meerbeek¹³ afirma que los sistemas adhesivos de varios pasos pueden presentar una desmineralización excesiva por parte del grabado ácido, lo cual evita una impregnación completa del monómero dentro de la dentina desmineralizada, por esto Nakabayashi y otros autores afirman que se deja una banda de dentina sin protección que permite la degradación de los péptidos expuestos.^(3,13-15)



Gráfico 3. Grabado total de esmalte y dentina con ácido fosfórico.
Fotografía tomada por el Autor.

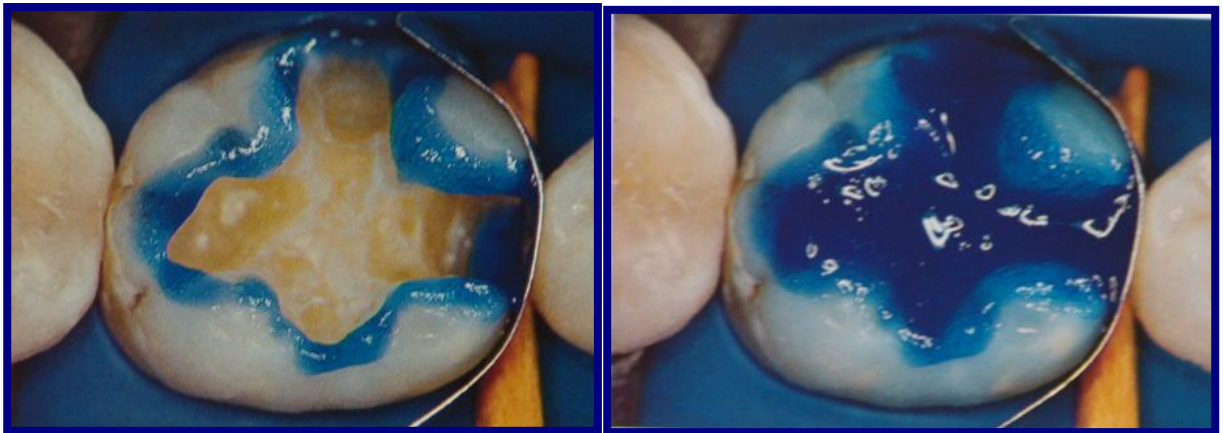


Gráfico 4. Grabado de esmalte y posterior en dentina con ácido fosfórico.
Tomado de Chain, 2001.

Adhesivos de autograbado	
<i>Multienfase</i>	<i>Monoenvase</i>
AdheSE (Vivadent)	Prompt L - Pop (3M Espe)
Clearfil Liner Bond 2 V (Kuraray)	Etch & Prime 3.0 (Degussa)
Clearfil SE Bond (Kuraray)	Optibond Solo SE (Kerr)
GC Uni Fil Bond (GC)	One - Up Bond F (Tokuyama)

Tabla 1. Adhesivos de autograbado.
Tomado de Abate, 2003.

Adhesivos de grabado independiente		
<i>Multienfase</i>		<i>Monoenvase</i>
Scotch Bond Multipropósito Plus (3M Espe)	Syntac (Vivadent)	Single Bond (3M Espe)
All Bond 2 (Bisco)	ART Bond (Coltène)	One Coat (Coltène)
		Excite (Vivadent)
		PQ 1 (Ultradent)
Tres pasos	Auto- acondicionante	Optibond Solo Plus (Kerr)

Tabla 2. Adhesivos de grabado independiente.
Tomado de Abate, 2003.

4.1.2 Imprimadores autoacondicionantes

Los imprimadores autoacondicionantes (Tabla 1) tienen la ventaja de desmineralizar la superficie dentinaria y al mismo tiempo permiten la entrada del monómero a la dentina. Los autores reportan que este tipo de imprimadores forman empalmes de agente adhesivo de 2 μm lo cual es suficiente para formar una capa híbrida estable.^(3,13-15)

Es evidente que estos imprimadores reducen el tiempo de trabajo, ya que presentan una técnica más simplificada, donde sólo se necesita la colocación de ellos, secar ligeramente con aire para evaporar el solvente, que puede ser agua, etanol o acetona y que pueden interferir en la polimerización, inactivando las aminas terciarias del agente adhesivo. Luego se coloca el agente adhesivo sin necesidad de enjuagar el ácido como en los sistemas tradicionales (Tabla 2).^(3,14,15)

Los imprimadores autoacondicionantes, también son capaces de mejorar la humectabilidad para promover la mayor entrada de monómero dentro del sustrato dentinario, a su vez modifican la capa de desecho disolviéndola y haciéndola parte del monómero infiltrado y en consecuencia

de la capa híbrida, sellando así la dentina pudiendo esto evitar la sensibilidad dentinaria postoperatoria.^(3,14,15)

Dentro de este marco, Gordan y Mjör³ realizaron un estudio para evaluar la sensibilidad dentinaria postoperatoria a largo plazo mediante el uso de imprimadores autoacondicionantes. Dos operadores realizaron 46 restauraciones (28 clase I y 18 clase II) en 25 pacientes con edades comprendidas entre los 21 años a 62 años (edad media 38). Debían presentar todos los dientes superiores sin espacios edentulos ni interferencias oclusales. Además restauraciones clase I o clase II, nuevas o reemplazo de alguna en 1 ó 3 molares o premolares. Se evaluó la higiene bucal ya que se utilizó el criterio clínico que lo toma como parámetro (USPHS United States Public Health Service).

Se prepararon 20 cavidades que se restauraron con resina compuesta siguiendo las instrucciones del fabricante, se utilizó aislamiento absoluto, se colocó la resina de forma incremental y se fotopolimerizó con una unidad de curado de luz halógena.

Se contactaron los pacientes el 2 y el 7 día, posterior a la colocación de las restauraciones y se le preguntó la presencia de sensibilidad dentinaria postoperatoria. En general se evaluaron todos los pacientes a los 6, 12 y 24 meses después de colocada la restauración.

Los resultados indicaron 6 restauraciones con sensibilidad en el día 2; 2 restauraciones en el día 7; ninguna en el día 14. No hubo sensibilidad dentinaria postoperatoria a los 24 meses.

Este estudio sugiere la posibilidad del uso de estos imprimadores autoacondicionantes como una alternativa para ahorrar tiempo de trabajo con posibilidades de éxito, minimizando las posibilidades de agresiones al complejo dentinopulpar, si se toma como indicador posible de éstas a la sensibilidad dentinaria postoperatoria.

4.1.3 Espesor de la capa

Choi *et al*¹⁶ refieren que el aumento del espesor de la capa del agente adhesivo (Gráfico 5), es un procedimiento clínico diario que está ganando mucha popularidad, con el fin de reducir o evitar la sensibilidad dentinaria

postoperatoria, ya que al buscar alternativas para eliminar este dolor tan complejo en los pacientes, esto parece ser una solución, debido a que una capa mas gruesa de adhesivo con un módulo de elasticidad relativamente bajo, puede absorber las tensiones generadas en la resina compuesta por la contracción de polimerización.^(8,10,16,17)



Gráfico 5. Capa gruesa de agente adhesivo.
Tomada por el Autor.

Choi *et al*¹⁶ realizaron un estudio de tensiones generadas por contracción de polimerización, donde se utilizaron 30 especímenes (discos de vidrio de 5 mm por 5 mm de diámetro), con diferentes espesores de capa de adhesivo entre 20 μm a 300 μm , colocando resina compuesta posteriormente y controlando el factor $C= 2$.

Cada capa de adhesivo se fotopolimerizó durante 10 segundos y la resina compuesta por 60 segundos.

Los resultados demostraron, que las tensiones generadas por la contracción disminuyeron a medida que se aumentaba el espesor de la capa del agente adhesivo hasta un 24% menos y la diferencia entre colocar una capa y otra no fue importante, sino el espesor de la capa que estaba por encima de los 100µm, ya que entre 2 capas y 3 capas no hubo diferencia significativa.

Choi *et al*¹⁶ en el mismo estudio realizaron una prueba de microfiltración en márgenes gingivales tomando en cuenta factor C= 2 y factor C=3, donde el aumento de espesor de la capa de adhesivo entre 1 y 2 capas disminuyó la microfiltración 4 y 5 veces, pero no hubo diferencia significativa entre el patrón de los diferentes factores C.

Finalmente, los autores opinan que la reducción de las tensiones generadas por la contracción de polimerización en su estudio, entre una capa y otra capa probablemente se debe a la gran cantidad de agente adhesivo de cada una de éstas y no al simple hecho de colocar varias capas.

4.2 Colocación del material

4.2.1 Monobloque y factor C

Existen opiniones encontradas para dilucidar que produce menores tensiones por la contracción de polimerización si la técnica de monobloque o la incremental, aunque algunos autores han demostrado las ventajas y desventajas de cada técnica en particular y reflejan que ésta depende del caso a restaurar.^(3,14,18-21)

Feilzer, de Gee y Davidson¹⁸ desarrollaron el concepto de factor de configuración cavitaria o Factor C (Gráfico 6), que se basa en el radio entre el área de superficies adheridas y no adheridas; esto nos indica que en cavidades Clase I encontramos un factor $C=5$ y en cavidades clase IV un factor $C=1$, lo cual está directamente relacionado con las tensiones por la contracción de polimerización que serán mayores en un factor $C=5$ y menores en un factor $C=1$.^(3,14,18-21,29,38,43)

La técnica de monobloque se basa en la restauración de una cavidad a partir de un fragmento único de resina compuesta, colocado en un solo paso y su posterior

polimerización, esto permite un trabajo más simple al operador. (3,14,18-21,38,43)

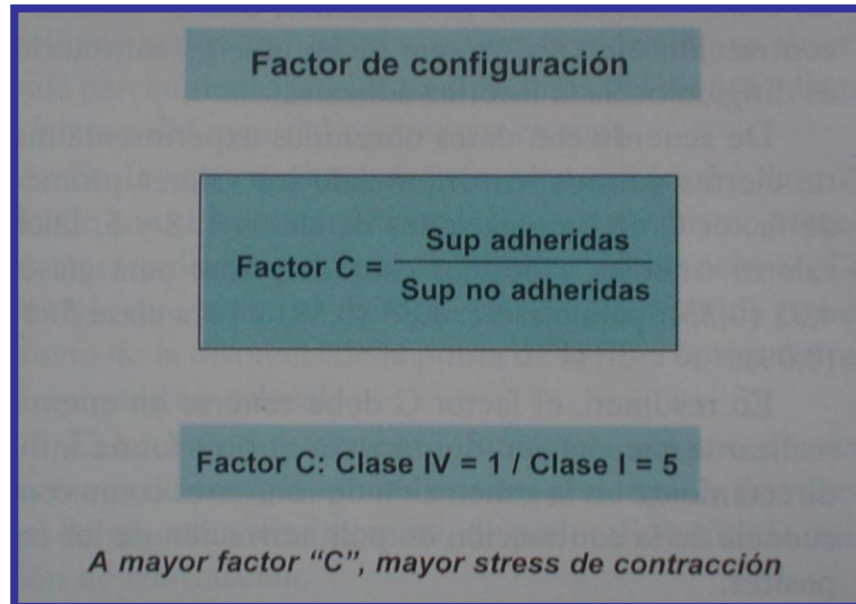


Gráfico 6. Factor de configuración cavitaria o factor C.
Tomado de Abate, 2003.

Hay una competencia entre las tensiones por contracción de polimerización y la adhesión de la resina compuesta a la dentina, que se traduce en tensiones que pueden ser tan grandes, como para formar una brecha en el margen cavosuperficial, vacíos en el margen gingival o separación del bloque restaurador del fondo cavitario. (3,14,18-21,38,43)

Versluis *et al*²¹ realizaron un estudio para demostrar el efecto de la técnica incremental en el desarrollo de tensiones causadas por la contracción de polimerización, que está basada en un cambio volumétrico.

En un modelo computarizado de un premolar con una cavidad MOD se realizó el estudio de elementos finitos en 4 grupos diferentes de técnica incremental que se colocaron de 4 formas diferentes cada uno (incremental vestibulo-lingual, incremental gingivo-oclusal, incremental oblicua e incremental en combinación oblicua y en forma de U), y compararon éstas con la técnica de monobloque.

Cada incremento o capa fue fotopolimerizada completamente antes de la siguiente capa y esto fue repetido en otro modelo computarizado que no pudiese ser deformado, para la comparación de la contracción de polimerización. Se requirió de 3 propiedades mecánicas a evaluar: coeficiente de contracción lineal, radio de Poisson y el módulo de elasticidad.

Los resultados indican que la cantidad total de resina compuesta para restaurar una cavidad, es menor en la

técnica incremental, que en la técnica de monobloque en el mismo contorno oclusal, es decir, la fracción de volumen a utilizar; esto produce una mayor cantidad de tensiones residuales al utilizar la técnica incremental. La contracción de polimerización de cada fragmento causa la deformación de la cavidad forzando las paredes a unirse disminuyendo así el volumen de la cavidad; esto disminuye el volumen de resina compuesta en cada incremento adicional.

Si bien es cierto que el volumen de resina compuesta disminuye, la polimerización es mayor, es decir, existe mayor grado de conversión de monómero a polímero en la técnica incremental que en la monobloque, algo deseable para cualquier restauración de resina compuesta, esto será explicado más a fondo en el siguiente aparte, como una herramienta para prevenir la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.

4.2.2 Incremental y factor C

El uso de la técnica incremental (Gráfico 7), se basa en una alternativa para cavidades profundas, para lograr mayor grado de polimerización al colocar fragmentos de resina compuesta no mayores de 2 mm de espesor y que no

estén en contacto con más de 2 paredes cavitarias, fotopolimerizando cada fragmento por separado.^(1,3,17,19-27,38)

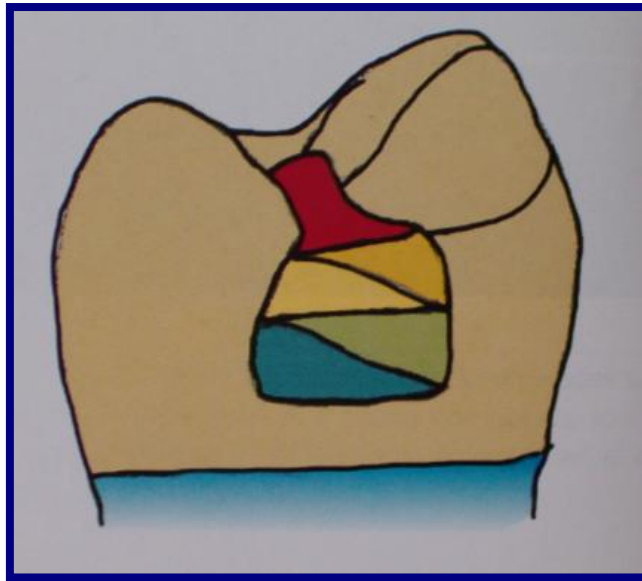


Gráfico 7. Técnica incremental.
Tomado de Chain, 2001.

En conjunto permite un mejor modelado de la restauración, mayor grado de polimerización, reducción del factor C por fragmento y menor generación de tensiones entre los ellos, ya que cada fragmento polimerizado liberó sus tensiones antes de estar en contacto con el siguiente.^(3,17,19-27,29,38,43)

Versluis *et al*²¹ refieren que la amplia aceptación de la

disminución de la tensión por contracción de polimerización de la técnica incremental, se debe al mínimo contacto de las paredes cavitarias con volúmenes reducidos de material, aunque esto es válido para cada fragmento en particular, las tensiones y la contracción final son mayores debido a la sumatoria de todos los fragmentos.

Tjan *et al*²⁷ realizaron un estudio de 4 técnicas de colocación de resina compuesta, 3 incrementales (incremental ocluso-gingival, incremental oblicua, incremental vestíbulo-lingual) y 2 en monobloque (fotocurado continuo por 90 segundos y fotocurado por vestibular, lingual y oclusal por 30 segundos cada uno).

Tomando como especímenes 25 dientes humanos extraídos realizaron cavidades ocluso-mesiales, luego dividieron los especímenes mesiodistalmente en 5 partes para obtener 5 puntos de medición de formación de brechas.

Los resultados indican menor formación de brechas en la técnica incremental, pero no hubo diferencias significativas entre los grupos, con la excepción de la

técnica de monobloque fotopolimerizada en 3 sitios diferentes que mostró la mayor formación de brechas.

En resumidas cuentas, la técnica incremental no elimina por completo la formación de brechas ni las tensiones generadas por la contracción de polimerización de la resina compuesta, pero si asegura un mayor grado de polimerización de la misma, permitiendo edificar cada restauración tomando en cuenta el factor C de la preparación para tratar de minimizar las tensiones.

4.3 Fotopolimerización. Modos de curado

Históricamente los Odontólogos han utilizado las unidades de curado convencionales para fotopolimerizar las resinas compuestas por un periodo de 40 segundos por cada capa en la mayoría de los casos. En los últimos años los fabricantes han desarrollado nuevas lámparas de curado y nuevas resinas compuestas que logran mayor grado de conversión de monómero a polímero, con el fin de minimizar el tiempo de trabajo.^(1,28-34)

4.3.1 Modo de curado continuo

Este curado se basa en una secuencia donde se aplica

la luz de forma continua. Se derivan cuatro tipos de curado continuo dependiendo de la intensidad de la luz que son: el curado de alta intensidad o pulso de alta energía, curado de mediana intensidad o continuo uniforme y curado de baja-alta intensidad, dentro de los que se encuentran el curado escalonado o de comienzo lento y el curado en rampa.^(1,28-32,38,43)

4.3.1.1 Curado continuo uniforme de mediana intensidad

Este modo de curado es el más familiar para los Odontólogos en la actualidad. Se basa en la administración de una luz de intensidad constante que se aplica a la resina compuesta por un periodo de tiempo específico.^(1,28-32,38,43)

4.3.1.2 Curado continuo de baja-alta intensidad: curado en rampa y curado escalonado

Estos curados se caracterizan por su inicio a baja intensidad con la finalidad de inducir en la resina compuesta la posibilidad de fluir en el estado de pre-gel durante la primera aplicación de luz, en teoría esto minimiza la tensión por contracción de polimerización general en los márgenes de la restauración, pero puede resultar en menor grado de polimerización por los niveles bajos de energía que se

producen. Dentro de este curado se encuentran el curado rampa y el escalonado.^(1,28-32,38,43)

En el curado escalonado, la resina compuesta se cura primero administrándole una intensidad de luz baja, durante un periodo de tiempo específico. Luego se aumenta el poder de la intensidad en forma de escalón hacia niveles más altos de energía posterior a la primera aplicación de luz y se sigue hasta culminar el tiempo de exposición.^(1,28-32,38,43)

En el curado en rampa se aplica la luz a baja intensidad en su inicio y luego se aumenta gradualmente en el tiempo hasta culminar el tiempo de exposición. Esto permite a la resina compuesta curar lentamente así reduciendo las tensiones de la misma porque puede fluir durante la polimerización. El curado en rampa trata de polimerizar la resina a través de las diferentes intensidades con la esperanza de optimizar el grado de conversión de monómero a polímero.^(1,28-32,38,43)

4.3.1.3 Curado continuo de alta intensidad o pulso de alta energía

Este curado se aplica en su inicio con una muy breve pulsación de aproximadamente de 10 segundos, pero a una intensidad extremadamente alta entre 1000 y 2800 mW/cm², lo cual es de 3 a 6 veces la energía utilizada en el curado continuo uniforme. Este curado puede resultar en un debilitamiento de la restauración de resina compuesta debido a la formación de cadenas de polímeros muy cortas, también es posible que por su rápida aplicación de energía se pueda reducir las propiedades mecánicas obteniendo restauraciones más frágiles y comprometiendo la longevidad de las mismas.^(1,28-32,38,43)

4.3.2 Modo de curado discontinuo

En esta técnica también llamada de curado blando, se aplica una luz de baja intensidad en primer lugar para iniciar la polimerización que permite a la resina compuesta fluir desde las superficies libres no adheridas hacia las adheridas en la estructura dentaria, luego se culmina el ciclo de curado aumentando la intensidad para lograr una óptima polimerización. Esto reduce las tensiones en los márgenes e intenta reducir así la posible formación de brechas.^(1,28-32)

4.3.2.1 Curado discontinuo de alta intensidad

El uso de este curado está confinado a procedimientos de laboratorio, por lo que no está dentro de los objetivos de esta revisión.^(28,29,43)

4.3.2.2 Curado discontinuo de intensidad baja/alta o curado pulsado

Este curado también llamado curado de pulso retardado, esta basado en la aplicación de la luz a la resina compuesta en un pulso simple seguido de una pausa, luego se realiza un segundo pulso de curado de mayor intensidad y mayor duración. Se piensa que es un técnica de curado escalonado interrumpido.^(1,28-34,38)

La baja intensidad de la luz permite una baja tasa de polimerización, lo cual permite que la contracción ocurra antes de que el material este rígido, ocasionando menos problemas marginales; el segundo pulso de curado de mayor intensidad lleva a la resina compuesta a su estado final de polimerización.^(1,28-34,38)

Para culminar este aparte existe la posibilidad de recurrir a los diferentes modos de curado, como alternativa

coadyuvante en la disminución de las tensiones generadas por contracción de polimerización y así reducir la posible aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.^(1,28-34,38)

5. Factores que predisponen a la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria inherentes al material

5.1. Tipos de resina compuesta y sus propiedades relacionadas con la sensibilidad dentinaria postoperatoria

5.1.1 Empacable

Las resinas empacables, de alta viscosidad o condensables aunque la mayoría de los autores apoyan el no llamarlas “condensables”, ya que el único material que puede ser condensado es la amalgama dental, son un tipo de resina con características compartidas con las resinas híbridas; las resinas empacables se introdujeron en el mercado a finales de los años 90, con la finalidad de mejorar el manejo por parte del clínico de las resinas compuestas en el sector posterior, buscando una alternativa a las resinas convencionales y cuyo manejo clínico fuese semejante a la amalgama dental.^(1,20,23,29,37,38,40,43,47,49-52)

Según los fabricantes estas resinas poseen características diferentes como el aumento de la carga de relleno en un porcentaje de peso entre 80 % a 85 % y en volumen entre 60 % y 70 %, el tamaño de la partícula está entre 0,04 μm y 20 μm , un incremento de su viscosidad y la distribución diferente del tamaño de la partícula. Estas partículas de relleno son alargadas, fibrosas, texturizadas y están integradas a la matriz e interconectadas por diferentes conexiones industriales. Esta particularidad le provee la posibilidad de obtener resultados favorables en su comportamiento en el sector posterior. (1,20,23,29,37,38,40,43,47,49-52)

Aunque para los Odontólogos clínicos es más fácil manejar este tipo de resinas por ser menos pegajosas y más viscosas lo cual hace factible lograr mejores resultados al realizar restauraciones Clase II en el sector posterior, muchas de las limitaciones de las resinas compuestas aun se mantienen en ellas como la contracción de polimerización y la posibilidad de formación de brechas; también son de superficie más rugosa ya que por el tamaño de la partícula es más difícil lograr un pulido exitoso y no poseen gran

variedad de matices por lo que las restauraciones son más monocromáticas. (1,20,23,29,37,38,40,43,47,49-52)

A pesar de las opiniones positivas de los fabricantes las resinas empacables no son la alternativa más idónea en el sector posterior, por lo antes nombrado y porque no satisfacen la necesidad general, ni se pueden condensar como las amalgamas. (1,20,23,29,37,38,40,43,47,49-52)

Ahora bien un estudio in vivo reciente comparativo entre resinas empacable y microhíbridas, de Barbosa de Souza *et al*⁵¹, fue realizado en 18 pacientes para un total de 60 restauraciones las cuales llevaron a cabo 2 operadores calibrados previamente. Los pacientes tenían entre 21 y 44 años de edad y no presentaban más de 3 restauraciones bien sea en premolares o molares a realizar.

Los pacientes debían tener todos los dientes en función oclusal con al menos un contacto en una cúspide, también se hizo una evaluación radiográfica para evaluar profundidad de la lesión.

Antes de colocar las restauraciones los pacientes fueron instruidos sobre el riesgo a caries y el uso correcto de la técnica de cepillado y el uso del hilo dental. Se realizó aislamiento absoluto con dique de goma, eliminación de la lesión cariosa, grabado ácido por 15 segundos y lavado con chorro de aire y agua por 20 segundos seguido del secado con bolitas de algodón húmedas.

Se aplicó el sistema adhesivo siguiendo las instrucciones del fabricante, se colocó la restauración de resina compuesta utilizando 2 resinas empacables y 1 microhíbrida en grupos iguales de especímenes, se realizó el ajuste oclusal con papel de articular y se pulió 24 horas después. Se aplicó el protocolo de aceptación clínica del USPHS (United States Public Health Service) el primer día de la colocación de la resina compuesta, a los 15 días, al mes y después de un año.

Los resultados indican que de las 60 restauraciones pudieron ser evaluadas solo el 60% (36) un año después, a los 15 días no se reportó sensibilidad pero si al mes 2 casos de sensibilidad provocada. Al año no hubo caries secundaria ni diferencias entre los materiales utilizados y

sensibilidad dentinaria postoperatoria dentro del 5% que los autores la relacionan con el seguimiento de la técnica clínica. Todos los resultados estaban en A (alfa) y B (bravo).

Según los resultados en base al método utilizado de inspección visual y el uso del explorador como herramientas de diagnóstico, se encontraron altos porcentajes de restauraciones en iguales condiciones, inherentes al tipo de resina compuesta, por lo cual los autores enfatizan que las resinas empacables pueden ser una opción de restauración en el sector posterior.

5.1.1.1 Contracción de polimerización

La contracción de polimerización es una limitación crítica de las resinas compuestas, por lo cual sigue siendo su principal desventaja y que estará ligada a ella siempre por su reacción química de polimerización, hasta que se pueda cambiar la plataforma tecnológica.

La contracción produce tensiones entre el diente y la resina compuesta si se mantiene la adhesión. Estas tensiones pueden producir problemas clínicos como

sensibilidad dentinaria postoperatoria, fractura del diente, brechas marginales, microfiltración y caries secundaria. Todo esto también pueden causar o aumentar la sensibilidad dentinaria postoperatoria. (3,8,14,16,17,21,24,26,35-43-46)

La contracción ocurre durante el proceso de la polimerización, como resultado de dobles enlaces covalentes que conforman los monómeros, que al reaccionar se obtiene una red de enlaces ya no dobles sino simples, que forman una cadena final de polímero. La mayoría de la contracción se da en la etapa inicial de la reacción de polimerización, ya que en algún punto de ésta es alcanzado el punto gel, después del cual el material desarrolla su modulo elástico que será explicado en el siguiente punto.(Gráfico 8) (3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

La polimerización se da en 3 etapas o fases (pre-gel, punto gel y post-gel). La etapa pre-gel es aquella en donde la resina inició la polimerización y la matriz puede moverse o adoptar nuevas posiciones dentro de la cavidad ya que está en estado de pasta visco-plástico, le permite al fragmento de resina compuesta la posibilidad de adaptarse. (3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

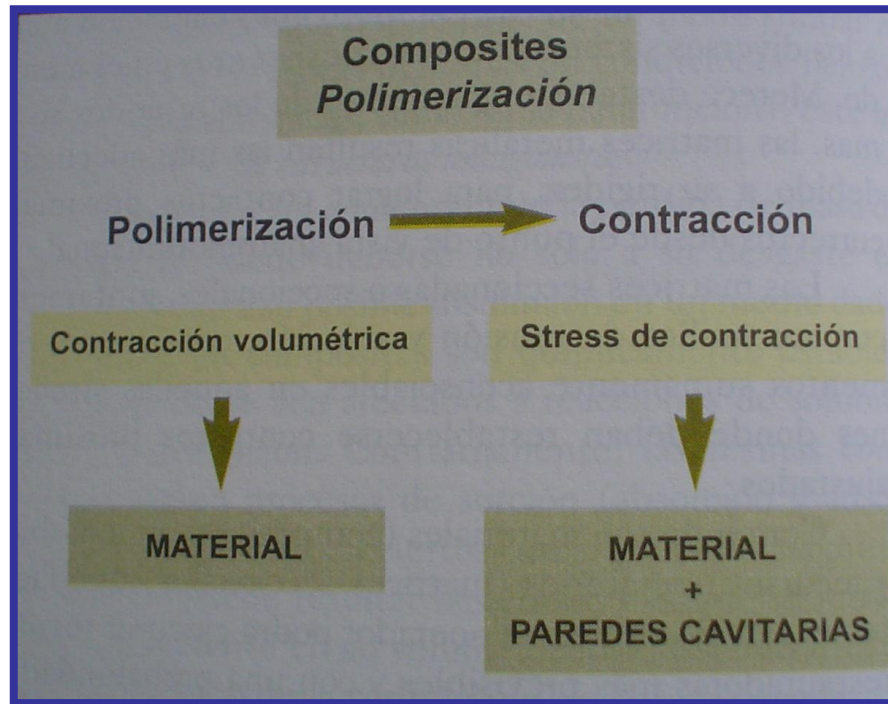


Gráfico 8. Contracción de polimerización.
Tomada de Abate, 2003.

El punto gel es donde la reacción de polimerización ha avanzado lo suficiente para formar más macromoléculas que logran transformar el material en un sólido rígido, en este momento no será posible el movimiento o difusión de moléculas dentro de la matriz orgánica, adoptando así una posición estable en la pared cavitaria hacia la cual se desarrollarán las tensiones si la adhesión se mantiene. (3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

La etapa o fase post-gel es aquella donde el material ha alcanzado un grado de rigidez elevado. No obstante, como la polimerización sigue avanzando el material continúa contrayéndose. En el momento que esta contracción se encuentra con el obstáculo de la pared cavitaria comienza a generarse las tensiones en ellas, siempre y cuando la adhesión siga estable. ^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

La contracción está en relación directa con el grado de conversión de monómero a polímero, de manera tal, que a mayor curado mayor contracción. Esto no es deseable desde el punto de vista de la posibilidad de generar mayor tensiones en la cavidad, pero el mayor curado provee mayor resistencia al material de restauración y menor toxicidad por cantidad de monómero libre residual. ^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

También existen otras variables que acompañan la mayor o menor formación de esta contracción, como son el tamaño de la molécula de monómero donde las moléculas más largas presentan menos contracción, la fracción volumétrica del relleno de la resina compuesta, la naturaleza de la resina compuesta y su mecanismo de polimerización, el factor C, ya que a medida que éste

aumenta, menores posibilidades existirán para la liberación de tensiones y el modo de colocación de la resina compuesta.^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

Las tensiones de la contracción engloban una contracción de polimerización volumétrica que se acompaña del desarrollo del módulo elástico. Las tensiones generadas son transmitidas a la estructura dentaria que restringe sus cambios volumétricos, de modo que, estas condiciones frecuentemente resultan en una ruptura de la adhesión, del substrato o de la resina compuesta.^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

Los autores refieren que la dirección de los vectores de la contracción se creía que estaban hacia la luz, o por lo menos de la capa más superficial que esta más cerca de la punta de la lámpara.^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

No obstante estudios posteriores como el de Versluis, Tantbirojn y Douglas³⁹, usando un análisis de elementos finitos demostraron que estos vectores dependen de la configuración cavitaria, el grado de conversión de monómero a polímero y las regiones a las que se limita.^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

De este modo, en cuanto a la configuración cavitaria depende de la cantidad de paredes en contacto con el fragmento de resina compuesta y así modificará la dirección de los vectores los cuales pueden dirigirse organizados de dos direcciones hacia una dirección que será siempre la superficie en contacto; en cuanto al grado de conversión, dependiendo del ángulo en que incida la luz de la unidad de curado, los vectores adoptaran varias posiciones siempre dirigiéndose a la superficie a adherirse.^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

En este orden de ideas, se entiende que los vectores no mantienen un patrón unidireccional al principio sino al organizarse dependiendo de todos los factores nombrados siempre se dirigen a las superficies a adherirse.^(3,8,14,16,17,21,24,26,35-43)

La magnitud de la contracción se da en forma lineal y volumétrica, pero al clínico le importa los porcentajes en contracción volumétrica ya que ésta es la que refleja las condiciones clínicas. Las medidas de contracción lineal de las resinas compuestas esta entre 0,2% y 2%, y las medidas de contracción volumétrica entre 1,7% y 5,7%. Las tensiones

generadas se encuentran entre 17 y 23 MPa. (3,8,14,16,17,21,24,26,29,35-43)

Numerosos estudios como el de Feilzer, de Gee y Davidson¹⁸ han demostrado que las cúspides de premolares y molares han sufrido deflexiones hacia el interior después de colocada una restauración de resina compuesta en una cavidad Clase II. La cantidad de deformación reportada está entre 18 μm y 45 μm . La mayor deformación ocurrió en los primeros 15 minutos después de la colocación de la resina compuesta. (3,8,14,16-18,21,24,26,35-43)

La contracción de polimerización es compensada en parte por la fluidez de la resina compuesta en la etapa inicial de polimerización, donde la masa se puede transportar dentro del fragmento de resina compuesta ya que está todavía en un medio viscoso. (3,8,14,16-18,21,24,26,35-43)

Kuijs *et al*¹⁷ refieren en su estudio en un modelo tridimensional de premolares, en un programa computarizado que especifica la geometría interna de la dentina, la pulpa, el esmalte y el reemplazo de cúspides, todo esto en cavidades MOD a ser restauradas con resina

compuesta donde calcularon las tensiones dentro de la interfase diente restauración, tomando como variables parámetros de polimerización como contracción de polimerización, módulo elástico, radio de Poisson y creep.⁽¹⁷⁾

Realizaron 2 técnicas de aplicación de la resina compuesta, en monobloque autocurada e incremental fotocurada. La restauración de la cúspide se reconstruyó de forma incremental del centro a la periferia y de forma incremental de la periferia al centro.⁽¹⁷⁾

Se utilizaron capas incrementales de 2 mm, luego se calculaban las tensiones generadas por capa; para la polimerización química en monobloque se estableció un tiempo de 15 minutos de trabajo y para la fotopolimerización de 30 segundos con un intervalo de 1 minuto entre cada capa. El factor C fue descartado ya que las tensiones generadas en una cavidad MOD al reconstruir a partir de la cúspide son mayores, pero en este modelo no hubo diferencias al reconstruir a partir de la periferia o del centro del mismo. Los resultados demostraron que las tensiones generadas fueron similares en todas las restauraciones.⁽¹⁷⁾

Este estudio enfatiza la generación de tensiones que se da per se por el material utilizado, pero señala que en la interfase diente restauración es donde existen los mayores problemas y que la diferencia en contracción entre las técnicas de aplicación fueron menores a lo esperado.⁽¹⁷⁾

En cuanto a las resinas empacables, al contener un alto porcentaje de relleno generan un elevado módulo elástico necesario para resistir las fuerzas masticatorias en el sector posterior que será explicado más adelante, pero también generan mayores tensiones por la contracción de polimerización debido al gran tamaño de sus partículas ya que entre una partícula y otra se encuentra un porcentaje de matriz de la resina mucho más alto que en las resinas microhíbridas las cuales se explicaran mas adelante.^(3,5,8,14,16-18,21,24,26,35-43)

Aunque se pueda disminuir la generación de tensiones por la contracción de polimerización éstas siguen apareciendo al utilizar restauraciones de resina compuesta y de este modo las tensiones pueden ayudar a que siga presentándose casos de sensibilidad dentinaria postoperatoria.⁽¹⁷⁾

Ahora bien, la técnica incremental genera mayores tensiones ya que la polimerización es mayor y por supuesto la contracción es mayor, pero la gran ventaja de esta técnica es que se puede asegurar un mayor grado de conversión de monómero a polímero por cada fragmento el cual estará adherido máximo a 2 paredes cavitarias para controlar también el factor C, obteniendo así restauraciones con uniones adhesivas más estables y exitosas.

5.1.1.2 Módulo elástico

El módulo elástico o módulo de Young es una medida de la rigidez de un material y puede ser descrito como el ratio entre la deformación uniaxial, de una estructura o material, a niveles pequeños de deformación. ^(14,29,37,38,43,47,48)

La contracción volumétrica no es equivalente a tensión de contracción. La tensión de contracción puede calcularse de acuerdo a la Ley de Hooke. Esta ley refiere que el módulo de elasticidad de un material es igual al cociente entre la tensión inducida y la deformación producida por él. ^(14,29,37,38,43,47,48)

Relacionando esta ley con lo que sucede en una restauración de resina compuesta, puede inferirse que la tensión de contracción es igual al producto entre la contracción volumétrica o deformación y el módulo de elasticidad de la resina compuesta.^(14,29,37,38,43,47,48)

Después de 30 minutos de la fotopolimerización una resina compuesta sólo alcanza el 50% o 60% de su módulo elástico. Incluso luego de terminada, una restauración sigue experimentando contracción aunque en menor magnitud ante un valor de rigidez elevado. Esto enfatiza la relación existente entre la rigidez y el desarrollo de tensiones.^(14,29,37,38,43,47,48)

El relleno de las resinas compuestas está en relación directa con el desarrollo del modulo elástico. Éste aumenta cuando el porcentaje de relleno incrementa, pero al obtener un módulo elástico mayor, la restauración es menos flexible cuando se somete a tensión.^(14,29,37,38,43,47,48)

De acuerdo a lo antes expuesto sería mejor escoger resinas compuestas de bajo módulo de elasticidad, pero éstas sólo pueden ser colocadas en zonas de poca

exigencias oclusales, al contrario en el sector posterior que aumentan la fuerzas oclusales no daría resultado.^(14,29,37,38,43,47,48)

En general para evitar que las tensiones producidas por la contracción, atenten contra la integridad de una restauración de resina compuesta en la interfase adhesiva, la disipación de las tensiones debe garantizarse. Esta relajación de tensiones no deberá producirse a partir de una brecha marginal ni la deformación o fractura del remanente dentario, sino a través del mismo material correctamente insertado en la cavidad y fotopolimerizado.^(14,29,37,38,43,47,48)

En cuanto a las resinas empacables es cierto que ellas desarrollan un módulo elástico elevado (Filtek P-60= 12 GPa) (3M Dental Products St Paul MN, USA) suficiente para resistir las fuerzas masticatorias en el sector posterior, pero contienen un tamaño de partícula mayor y una distancia entre las partículas aún mayor, por esto la matriz resinosa donde se produce la contracción de polimerización y el desarrollo del módulo elástico puede ser mejorado por otro tipo de resina compuesta que puede generar un módulo elástico igual o mayor y a la vez mejores propiedades en

general como son las resinas microhíbridas las cuales serán explicadas mas adelante.^(14,29,37,38,43,47,48)

5.1.2 Microhíbrida

Las resinas compuestas microhíbridas (Tabla 3) están dentro de las híbridas, las cuales se diferencian de la de micropartículas ya que se presentan con la combinación de partículas medianas y pequeñas (siempre de alto contenido cerámico), y de las híbridas ya que contienen un tamaño promedio de partícula de refuerzo que oscila entre 0,4 μm y 0,7 μm .^(1,29,38,51)

Las resinas compuestas híbridas pueden utilizarse tanto en el sector anterior como en el posterior. Su empleo en molares y premolares es posible gracias a su alto contenido de relleno.^(1,29,38,51)

En el sector anterior es factible su uso ya que el tamaño medio de partícula oscila entre 0,6 μm y 0,9 μm y el ojo humano puede percibir longitudes de onda entre 400 y 700 nm y así apreciar mejor las características estéticas como textura, matices, opalescencia y translucencia.^(1,29,38,51)

Mientras más cercano esté el tamaño de la partícula a 0,4 μm mejores posibilidades de un pulido y mantenimiento del brillo de la superficie habrá y los clínicos podrán percibir esto como una superficie más lisa y más brillante.^(1,29,38,51)

En este orden de ideas, las resinas microhíbridas pueden utilizarse tanto en el sector anterior como posterior, logrando altas características estéticas y la posibilidad de mejores propiedades mecánicas para el sector posterior, aun así la generación de tensiones a la estructura dentaria se da y esto puede acarrear la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.^(1,29,38,51)

Cuadro 11-7. Composites híbridos universales y microhíbridos	
Composites híbridos	
Tetric Ceram	Vivadent
Filtek Z250	3M Espe
TPH Spectrum	Dentsply
Amelogen	Ultradent
Admira	Voco
Synergy Duo Shade	Coltène
Composites microhíbridos	
Vit-I-scence	Ultradent
Esthet X	Dentsply
Point 4	Kerr
Miris	Coltène
4 Seasons	Vivadent

Tabla 3. Resinas compuestas híbridas y microhíbridas.
Tomada de Abate, 2003.

5.1.2.1 Contracción de polimerización

Las resinas microhíbridas no escapan de la contracción de polimerización ya explicada anteriormente, por esto se debe destacar, como esta propiedad afecta al comportamiento del material. Debido a la incorporación de partículas menores a 1 μm , este tipo de resina compuesta se comporta de manera diferente a las empacables ya que su tamaño promedio de partícula se encuentra entre 0,6 μm y 0,9 μm , disminuyendo así la distancia entre las partículas y también posee un porcentaje de peso que alcanza el 80% y todo esto en conjunto permite el alivio de tensiones en la matriz resinosa, le provee mayor dureza y un aumento sustancial de la fuerza cohesiva logrando una menor generación de tensiones en general que no serán transmitidas a tejido dentinario.^(5,29,38,51)

5.1.2.2 Módulo Elástico

En relación al módulo elástico explicado anteriormente las resinas microhíbridas (Filtek Z-250= 11 GPa) (3M Dental Products St Paul MN, USA) son capaces de generar un módulo igual o mayor a las resinas empacables por la mayor incorporación de relleno submicrométrico y su porcentaje en peso dentro de la matriz resinosa, esto a su

vez genera entonces un módulo elástico muy elevado donde la generación de tensiones será alto pero con menores posibilidades de deformación al momento de entrar en funcionamiento.^(5,29,38,51)

6. Factores que predisponen a la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria inherentes al paciente

6.1 Edad

Al momento de realizar restauraciones de resina compuesta juega un papel muy importante la edad, ya que al envejecer los pacientes, se da un cambio en la morfología estructural de la dentina.^(3,4,6,9,53)

Con el paso de los años, el fluido de los túbulos dentinarios se hace menor, debido a los procesos reparativos y degenerativos de la dentina por lo que se calcifican estos túbulos por depósito de tejido dentinario.^(3,4,6,9,53)

La dentina al tratar de defenderse ante las agresiones modifica su permeabilidad. Es así como, los pacientes jóvenes presentan cámaras pulpares más amplias y túbulos

dentenarios de mayor diámetro y por eso sus dientes tienen una mayor respuesta a los estímulos, comparados con los dientes de los pacientes de mayor edad. En estos pacientes la difusión de las sustancias a la pulpa, a través de una dentina más mineralizada con una obliteración tubular parcial o completa, se hace más difícil, por lo cual, la sensibilidad dentinaria postoperatoria puede modificar su aparición debido a la mayor protección de los pacientes de mayor edad, pero esto no siempre es así.^(3,4,6,9,53)

6.2 Sexo

Hay factores dentro de los orígenes de las culturas de los individuos que se diferencian notablemente, éste es el caso de la presencia de una sensación dolorosa, que será explicada más adelante, que cambia bruscamente de una cultura a otra. Dependiendo de las tareas de cada individuo dentro de sus costumbres las mujeres experimentaran sensaciones diferentes a los hombres, es decir, hay diferencias en el sexo a la hora de enfrentar el dolor, no obstante, la sensación dolorosa es la misma pero de acuerdo a las experiencias vividas existirá un cambio.⁽⁵⁴⁾

En efecto la sensación dolorosa es igual en todos los individuos, pero entonces al aparecer la sensibilidad dentinaria postoperatoria un individuo puede acudir al Odontólogo en 2 días posteriores a la aparición del dolor y otro individuo acudirá en 2 semanas.⁽⁵⁴⁾

Evidentemente todos los individuos percibirán la misma sensación dolorosa tanto hombres como mujeres, pero por lo antes dicho, el dolor esta modificado por las experiencias vividas, por ello es difícil diagnosticar cuánto tiempo ha estado presente la sensibilidad dentinaria postoperatoria y si ésta será pasajera o necesita un tratamiento de inmediato independientemente del sexo.⁽⁵⁴⁾

6.3 Estatus socioeconómico

Existen amplias diferencias en cuanto a los trabajos que puede realizar el hombre y de esto depende su estatus socioeconómico y como su forma de vida puede afectar su desempeño, de manera que, en los soldados se exhibe menos dolor que en los civiles con presencia de heridas comparables, de igual modo el patrón de dolor es diferente entre los obreros y los oficinistas, más aún, la gente con

bajo nivel educacional presentan sus quejas ante el dolor de una manera diferente a los intelectuales.⁽⁵⁴⁾

Así mismo, una persona que trabaje en una gran empresa puede acudir a su Odontólogo en el momento de la aparición del dolor para evitar que esto le repercuta en el desempeño de sus labores cotidianas y que pueda sacrificarse su empleo o su porcentaje de éxito.⁽⁵⁴⁾

Para una interpretación exacta, la sociedad espera cierta conducta del individuo ante el dolor según la naturaleza e intensidad del mismo, pero en este punto se unen la posición del individuo e inclusive cualquier otro criterio social. A esto se le suma la importancia que tiene la presión grupal y lo que otros puedan pensar del individuo, motivándolo a seguir las normas culturales.⁽⁵⁴⁾

En efecto, la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria sigue presentándose en todos los individuos, aunque este punto se relaciona mucho con el anterior, ya que según los criterios culturales se le hace difícil el diagnóstico a los clínicos y poder tomar una decisión y que

éste sea el tratamiento correcto o más acertado independientemente de su status socioeconómico.⁽⁵⁴⁾

6.4 Percepción del dolor

La capacidad de percibir dolor depende de la integridad de conexiones nerviosas relativamente simples. La reacción al dolor, por otro lado, se modifica por las funciones cognitivas más altas y depende en parte de lo que la sensación significa para el individuo de acuerdo con la experiencia vivida. Esta distinción simple entre percepción del dolor y reacción a la experiencia no fue apreciada en seguida por los investigadores, por ello había confusión respecto de la naturaleza del dolor.^(54,55)

El hombre tardó en examinar y definir el dolor. Cuando Aristóteles expuso su Doctrina de los 5 sentidos, incluyó visión, oído, gusto, olfato, y tacto pero no dolor. Lo consideró como una “pasión del alma”. Dos mil años después de Aristóteles, Erasmo Darwin, padre de Carlos Darwin, sugirió que el dolor representaba la exageración de cualquier sensación cutánea y señaló que la excitación intensa de la piel con calor, frío o presión daba como resultado dolor.^(54,55)

Luego, estudios posteriores separaron el dolor de la sensación del tacto, donde la piel humana demostraba que contenía puntos diminutos específicos donde el estímulo mediante cualquier método, producía sólo la sensación característica de ese punto, de frío, calor, presión o dolor.^(54,55)

La sensación de dolor entonces se percibe como una reacción de ansiedad y desagrado donde los estados anímicos pueden predominar en la experiencia dolorosa, tornándose para el que sufre, en su primera preocupación, por lo cual la percepción sensorial y el estado anímico están en relación directa con la experiencia dolorosa.^(54,55)

Las personas sanas tienen la capacidad de percibir el mismo dolor, donde en condiciones normales el umbral doloroso varía muy poco de un individuo a otro, éste es el estímulo más débil considerado como patrón, necesario para producir una sensación de dolor reconocible. Este umbral varía en las diferentes partes del cuerpo, pero dependiendo de las experiencias previas del individuo la percepción del dolor será diferente y puede ser modificada por la experiencia o no con analgésicos en las sensaciones

dolorosas pasadas ya que esto modifica la respuesta ante el dolor.^(54,55)

7. Formación de brechas y su relación con la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria

Manhart *et al*⁵⁷ afirman que el factor determinante para el estudio de longevidad de las resinas compuestas es la formación de brechas, éste es el principal fracaso a largo plazo. Esta formación de brechas se produce por la generación de tensiones debido a la contracción de polimerización que vence la adhesión. Las tensiones han podido reducirse pero son inevitables y pueden presentarse tanto en la interfase diente-adhesivo o resina-adhesivo, lo que permite una vía de acceso para producir microfiltración y el fracaso de la restauración.^(3,8,14,16,19,20,27,29,47,55,57)

Con poca importancia sobre el lugar donde se presente la brecha, ésta permite la microfiltración, la colonización de bacterias, la producción de caries secundaria, irritación pulpar y decoloración marginal.^(3,8,14,16,19,20,27,29,47,55,57)

Durante la contracción de polimerización se alcanza un punto en donde la resistencia adhesiva puede ser superada

en cualquier parte de las 2 interfases, producto de la lucha entre las tensiones de la contracción y la resistencia de unión de las interfases, esto puede resultar en la formación de brechas. (3,8,14,16,19,20,27,29,47,55,57)

El síntoma frecuente que el paciente refiere es la sensibilidad dentinaria postoperatoria como factor principal del fracaso posterior de la restauración. (3,8,14,16,19,20,27,29,47,55,57)

8. Otros factores causantes de la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria que son consecuencia de la colocación de resinas compuestas como material de restauración en el sector posterior

La mayoría de los estudios de microfiltración asumen que las moléculas marcadoras difunden dentro de los canales existentes entre las restauraciones y la pared cavitaria. (58-65)

Ahora bien, los estudios generalmente son realizados bajo el esquema de la visión macroscópica en vez de la microscópica; otros estudios se han enfocado a nivel

microscópico sin encontrar la relación entre la brecha marginal y la extensión de la microfiltración.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

Es por ello, que la existencia de microfiltración se ha estudiado más a fondo, ya que ésta produce que las moléculas que pasan entre la interfase diente-restauración puedan ganar acceso hasta la pulpa, llevando en su recorrido productos bacterianos de pH ácidos y básicos, e inclusive agua que logran disminuir la longevidad de la restauración.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

Por esto, los intentos por resolver el problema de la microfiltración se han basado en el uso de los adhesivos de últimas generaciones, que crean una capa híbrida estable (3 a 6µm) con el diente y la restauración de resina compuesta. Pero esto no ha sido suficiente, ya que existen casos donde la microfiltración continúa apareciendo sin la presencia de una brecha marginal.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

En este orden de ideas, Sano *et al*⁵⁸ en un estudio realizado con diferentes adhesivos, los sumergió en una solución de nitrato de plata, para observar posteriormente el depósito de esta solución bajo el microscopio electrónico de

barrido. Así sugiere que existe una vía de acceso para la filtración que se encuentra en una zona porosa en la interfase de la capa híbrida, en la cual no existe una brecha marginal.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

El autor del estudio observó que existían espacios submicroscópicos en los que había penetrado la solución y que se encontraban por debajo de la superficie de dentina adherida. La hipótesis se basó en que existe una permeabilidad lateral que forma espacios submicroscópicos en la capa híbrida debido a que no fueron correctamente embebidos por el adhesivo o por la falta de polimerización en presencia de fluidos dentinarios o bucales.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

Cabe considerar que la dificultad que se presenta al tratar de formar una capa híbrida estable depende de muchos factores, como el embebido completo del adhesivo en la profundidad desmineralizada por el ácido utilizado en los tejidos dentarios, la presencia del agua alrededor de las fibras colágenas, la afinidad de los monómeros por este tejido y además que estos monómeros se presentan distribuidos en forma desordenada.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

Esto a su vez, no permite que la polimerización se dé correctamente ya que se hace imposible la misma en presencia de fluidos dentinarios o bucales, debido a que la reacción de polimerización necesita formar radicales libres sin presencia de oxígeno que está dentro de la molécula del agua, para poder desencadenar y mantener el proceso de polimerización, sino los radicales libres se forman igual pero reaccionan con el oxígeno formando un radical peróxido que inhibe el proceso anteriormente nombrado permitiendo que se mantengan monómeros puros sin polimerizar.⁽²⁹⁾

Para distinguir esta filtración de la típica microfiltración se sugiere llamarla nanofiltración, ya que la misma no puede ser observada por el ojo humano ni con magnificación de 10 ó 20x, sino con el microscopio electrónico de barrido.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

Pero éste a su vez da una imagen difusa de la localización exacta de los iones de nitrato de plata, debido a que la onda de los electrones interactúa demasiado con los iones de plata, de modo que emite imágenes secundarias, por lo cual se necesita la ayuda del microscopio electrónico de transmisión, ya que éste utiliza los mismos especímenes

pero un poco más grandes de un tamaño semi-ultrafino a diferencia del ultrafino, utilizado en el otro microscopio y además los especímenes son embebidos en resina epóxica para sellar alguna filtración previa al seccionamiento de los mismos.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

Okuda *et al*⁶¹, Okuda *et al*⁶², Sano *et al*⁶³ y Hashimoto *et al*⁶⁴ sugieren que esta nanofiltración produce con el tiempo la degradación de la capa híbrida por la entrada de fluidos y bacterias logrando también el detrimento de la resistencia adhesiva entre 12 y 24 meses aproximadamente y la posibilidad de la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.⁽⁶¹⁻⁶⁴⁾

Finalmente la nanofiltración sugiere un aspecto adicional a tomar en cuenta para la relación de los factores que pueden incidir en la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria ya que de ser ciertas las sugerencias de los investigadores nombrados hay mucho más porque preocuparse que la formación o no de una brecha marginal en el borde cavosuperficial.⁽⁵⁸⁻⁶⁵⁾

DISCUSIÓN

La sensibilidad dentinaria postoperatoria se ha descrito como un dolor, por lo general, provocado, posterior al primer día de la colocación de la restauración con resina compuesta. Todos los estímulos que provocan este dolor, parecieran estar mediados por el mecanismo del movimiento de los fluidos dentinarios donde hay un cambio de la presión hidrostática, explicado a través de la teoría hidrodinámica de Bränström.^(3,8,14,16,19,20,27,29,47,55,57)

Según lo expuesto anteriormente, hay unos estímulos que provocan el dolor, como son bebidas frías y calientes, la ingesta de alimentos o al ocluir. Ahora bien, todo esto tiene un porqué, que parte de muchos factores ligados entre sí. Éstos son la eliminación de la lesión cariosa, la preparación cavitaria, el control del campo operatorio, la contracción de polimerización, el factor C, el tipo de resina compuesta, la técnica de edificación de la restauración (estratificación o de monobloque) y las condiciones físicas del paciente, como los más importantes.^(3,8,14,16,19,20,27,29,47,55,57)

La contracción de polimerización es imposible de eliminar debido a la química, en la que se basan las resinas compuestas, es por esto que siempre se generan tensiones residuales en mayor o menor grado, pero mientras continúen apareciendo éstas, aumentan las posibilidades de formación de brechas y la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.^(3,8,14,16,43)

Dentro del aspecto del factor C o factor de configuración cavitaria, cada día se restauran más molares y premolares, enfrentándose los clínicos así a factores C muy elevados. Al presentarse esta realidad, la diferencia de superficies adheridas y no adheridas es más difícil de disminuir, por lo cual se debe recurrir a otras herramientas como las técnicas de edificación incremental de la resina compuesta para minimizar la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.^(3,8,14,16,43)

Entre la técnica incremental y la de monobloque los investigadores siguen en una amplia controversia, debido a que afirman que en la técnica de monobloque, se produce una mayor formación de brechas, porque existe la posibilidad entre otras de que sólo se fotopolimerice la

superficie más externa, quedando sin reaccionar la parte mas profunda y que esto no pasa en la técnica incremental donde el fragmento es curado por completo.^(3,14,17-21,43)

Para culminar con la edad del paciente, aquí los investigadores están de acuerdo, en que dependiendo del sustrato en base a la edad, se modifica la permeabilidad dentinaria. Evidentemente en los pacientes jóvenes se presenta menor obliteración tubular, debido a que han estado expuestos a procesos reparativos en menor tiempo y los pacientes de mayor edad, presentan un mayor depósito de tejido dentinario, por lo que la luz de los túbulos se encuentran más cerrada e hipermineralizada, disminuyendo la difusión de las sustancias a través de ellos.^(3,4,6,9,53)

El profesional de la Odontología que practica a diario procedimientos de Operatoria Dental, debe seguir las indicaciones, dependiendo del caso, en el momento de decidir colocar una resina compuesta, conocer el material con que cuenta y cuál sería el más indicado para ese paciente, discernir que todos los casos no son para una restauración de resina compuesta, al mismo tiempo ser explícito con el paciente sobre las ventajas y desventajas,

exponiendo todos los escenarios posibles por los que puede pasar en presencia de una sensibilidad dentinaria postoperatoria, de manera que el mismo paciente pueda estar enterado sobre que esperar en el momento de que esto ocurra y qué es una posibilidad inherente al tratamiento restaurador.^(3,4,6,9,29)

IV.- CONCLUSIONES

1.- La sensibilidad dentinaria postoperatoria es un dolor provocado, que se puede presentar por ingerir bebidas frías y calientes, alimentos o al ocluir.

2.- La sensibilidad dentinaria postoperatoria se puede explicar a través del mecanismo de la teoría hidrodinámica de Bränström, que explica que los fluidos dentinarios dentro de los túbulos de la dentina se modifican por lo cambios de la presión hidrostática al presentarse agresiones en el tejido dentinario y este responde con dolor.

3.- Existe una gran cantidad de factores que pueden influir en la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria, entre ellos tenemos, el paciente, el material y la técnica a utilizar, todos se interrelacionan y habría que investigar su influencia por separado, en la aparición de la misma.

4.- El grabado total y los imprimadores autoacondicionantes, se pueden utilizar indistintamente, ya que ambos dan buenos resultados. Los autores entran en conflicto en cuanto a con cuál técnica se obtiene mejor sellado y por ende menor sensibilidad dentinaria postoperatoria. Los que

defienden los imprimadores autoacondicionantes afirman que el sellado es más efectivo logrando evitar la sensibilidad dentinaria postoperatoria.

5.- La técnica de edificación de la restauración debemos relacionarla al factor C. Podemos disminuirlo mediante el uso de una buena técnica incremental. Si éste no disminuye con la edificación de la restauración se permite la producción de mayores tensiones por contracción de polimerización.

6.- Hay diferentes modos de curado que permiten tratar de disminuir las tensiones por contracción de polimerización aplicando los principios de una polimerización blanda. El correcto uso de ella en base a la unidad de curado disponible en el consultorio proveerá una herramienta adicional en el control de la aparición de la sensibilidad dentinaria postoperatoria.

7.- La contracción de polimerización que se encuentra dentro de los factores relacionados con el material, por ahora, no ha podido ser erradicada, por lo que se debe diseñar un protocolo de edificación y fotopolimerización

individualizado para cada restauración que permita minimizar las tensiones producidas y así evitar la formación de brechas.

8.- La sensibilidad dentinaria postoperatoria se relaciona con la permeabilidad dentinaria y ésta a su vez, con la edad del paciente. Existe menor riesgo de sensibilidad en pacientes de más edad.

9.- La sensibilidad dentinaria postoperatoria en restauraciones de resina compuesta en el sector posterior es un fenómeno complejo, el cual está lejos de ser eliminado. No obstante, se puede minimizar, pero se necesitan más investigaciones acerca de todos los factores inherentes a ello y su relación entre sí.

V.- REFERENCIAS

- 1.- Pereira JC. Sensibilidad post restauración adhesiva: causas y tratamiento. En: Henostroza G, editor. Adhesión en odontología restauradora. Curitiba-Parana-Brasil: Editora Maio; 2003.p.53-70.
- 2.- Bränström M, Åström A. The hidrodynamics of the dentin: Its possible relationship to dentinal pain. International Dental Journal 1972;22:219-227.
- 3.- Gordan VV, Mjör IA. Short and long-term clinical evaluation of post-operative sensitive of a new resin-based restorative material and self-etching primer. Journal of Operative Dentistry. 2002;27:543-548.
- 4.- Hayashi M, Wilson NHF. Failure risk of posterior composites with post-operative sensitivity. Journal of Operative Dentistry. 2003;28-6:681-688.
- 5.- Chain M, Baratieri N. Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores. En: Artes médicas latinoamérica. Sensibilidad posoperatoria 2001;4:86.
- 6.- Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, Goto Y, Akamine A. Composite resin restoration and postoperative sensitivity:clinical follow- up in an undergraduate program. Journal of Dentistry 2001;29:7-13.
- 7.- Pashley D.H, Carvalho R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. Journal of Dentistry 1997;25:355-372.
- 8.- Opdam N.J.M, Roeters F.J.M, Feilzer A.J, Verdonschot E.H. Marginal integrity and postoperative sensitivity in class 2 resin composite restorations in vivo. Journal of Dentistry 1998;26:555-562.
- 9.- Barnes D.M, Blank L.W, Holston A.M, Gingell J.C. A 5 and -year clinical evaluation of a posterior composite resin. Quintessence International,1991;22:143-151.
- 10.- Christensen GJ. Preventing sensitivity in class II composite resin restorations,JADA. 1998;129:1469-1470.

- 11.- Pimenta LAF, Amaral CM, Bedran de Castro AKB, Ritter AV. Stability of dentin bond strengths using different bonding techniques after 12 months: total-etch, deproteinization and self-etching. Operative Dentistry 2004;29:592-598.
- 12.- Paul SJ, Welter DA, Glazi M, Pashley D, Nanoleakeage at the dentin adhesive interface vs μ -tensile bond strength. Operative Dentistry 1999;24:181-188.
- 13.- Van Meerbeek B, Mohrbacher H, Celis JP, Ross JR, Braem M, Lambrechis P, Vanherle G. Journal of Dental Research 1993;72:1423-1428.
- 14.- Mallman A, Maxnuck F, Placido E, Ferrari M, Cardel P. Microtensile dentin bond strength of self-etching and single-bottle adhesives systems in different cavity configurations. Journal of Adhesive Dentistry 2003;5:121-127.
- 15.- Yamada M, Miyazaki M, Moore BK. Influence of interchanging adhesives resins and self-etching primers on the mechanical properties of adhesive resins. Operative Dentistry 2004;29:532-537.
- 16.- Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesives thickness of polymerization contraction stress of composite. Journal of Dental Research 2000;79:812-817.
- 17.- Kuijs RH, Fennis WMM, Kreulun CM, Barink M, Verdonshot N. Does layering minimize shrinkage stress in composite restorations?. Journal of Dental Research 2003;82:967-971.
- 18.- Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. Journal of Dental Research 1987;66:1636-1639.
- 19.- Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. Journal of Dental Research. 1999; 78:898-905.
- 20.- Nash S, Lowe R, Leinfelder L. Using packable of composite for direct placement. JADA 2001;132:1099-1104.

- 21.- Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stress?. Journal of Dental Research 1996;75:871-878.
- 22.- Winkler MM, Ratona TR, Paydar NH. Finite element stress analysis of three filling techniques for class V light-cured composite restorations. Journal of Dental Research 1996;75:1477-1483.
- 23.- Cobb D, Macgregor K, Vargas M, Denehy G. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites: a comparison. JADA 2000;131:1610-1615.
- 24.- Aguiar FHB, Santos AJS, Groppo FC, Lovadino JR. Quantitive evaluation of marginal leakage of two filling techniques. Operative Dentistry 2002;27:475-479.
- 25.-Hebling J, Giro EMA, Costa CAS. Human pulp response after an adhesive system application in deep cavities. Journal of Dentistry 1999;27:557-564.
- 26.- Brunton PA, Kassir A, Dashti M, Setcos JC. Effect of diferente application and polymerization techniques of the microleakage of proximal resin composite restoration in vitro. Operative Dentistry 2004;29:54-59.
- 27.- Tjan A, Bergh B, Lidner C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. Journal of Prosthetic Dentistry 1992;67:62-66.
- 28.- Albers HF, editor. Resin polymerization. Adept report 2000;6:1-16.
- 29.- Díaz JA. Formación de brechas en restauraciones de resinas compuestas fotopolimerizadas usando modos de curado diferentes (Trabajo de ascenso) Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2005.
- 30.- Tate WH, Porter KH, Dosch RO. Sucessful photocuring: don't restore without it. Operative Dentistry 1999;24:109-114.

- 31.- Loney RW, Price RBT. Temperature transmission of high-output light-curing units through dentin. Operative Dentistry 2001;26:516-520.
- 32.- Halvorson RH, Erickson RI, Davidson CL. Polymerization efficiency of curing lamps: a universal energy conversion relationship predictive of conversion of resin-based composite. Operative Dentistry 2004;29:105-111.
- 33.- Aguiar FHB, Ajudarte RF, Lovadino JR. Effect of light curing modes and filling techniques on microleakage of posterior composite restorations. Operative Dentistry 2002;27:557-562.
- 34.- Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. Journal of Dental Research 2001;80:1570-1573.
- 35.- Suliman AH, Boyer D, Lakes R. Polymerization shrinkage of composite resin: comparison with tooth deformation. Journal of Prosthetic Dentistry 1994;71:7-12.
- 36.- Obici AC, Sinhorette MAC, de Goes MF, Consani S, Sobrinho LC. Effect of the photoactivation method of polymerization shrinkage of restorative composites Operative Dentistry 2002;27:192-198.
- 37.- Fabianelli A, Goracci C, Ferrari M. Sealing ability of packable resin composites in class II restorations. Journal of Adhesive Dentistry 2003;5:217-223.
- 38.- Abate PF. Resinas restauradoras. Adhesion. En: Lanata EJ, editor. Operatoria dental estetica y adhesión. Buenos Aires. Grupo Guia S.A;2003.p.89-116.
- 39.- Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light?. Journal of Dental Research 1998;77:1435-1445.
- 40.- Cavalcante LMT, Peris AK, Amaral CM, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Influence of polymerization technique on microleakage and microhardness of resin composite restorations. Operative Dentistry 2003;28:200-206.

- 41.- Braga RR, Ferracane JL. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. *Journal of Dental Research* 2002;81:114-118.
- 42.- Cho BB, Dickens SH, Bae JH, Chang CG, Son HH, Um CM. Effect of interfacial bond quality on the direction of polymerization shrinkage flow in resin composites restorations. *Operative Dentistry* 2002;27:296-304.
- 43.- Rawls RH, Esquivel-Upshaw JF. Restorative resins. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips science of dental materials*. Editorial Sanders 11 Edicion. Missouri USA;2003.p.399-441.
- 44.- Sobral MAP, Garone-Netto N, Luz MAAC, Santos AP. Prevention of postoperative tooth sensitivity: a preliminary clinical trial. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005;32:661-668.
- 45.- Sakaguchi RI. Review of the current status and challenge for dental posterior restorative composites: clinical, chemistry and physical behavior considerations. Summary of discussion from the Portland composite Symposium (POCS) June 17-19,2004, Portland, Oregon. *Dental Materials* 2005;21:3-6.
- 46.- Sarret DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composites restorations. *Dental Materials* 2005;21:9-20.
- 47.- Chuang SF, Liu KL, Jin YT. Microleakage and internal voids in class II composite restorations with flowable composites linings. *Operative Dentistry* 2001;26:193-200.
- 48.- Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *Journal of Dental Research* 1995;74:1093-1102.
- 49.- Ryba TM, Dunn WJ, Murchinson DF. Surface roughness of various packables composites. *Operative Dentistry* 2002;27:243-247.
- 50.- Neme AL, Maxson BB, Pink FE, Aksu MN. Microleakage of class II packable resin composites lined with flowables: an in vitro study. *Operative Dentistry* 2002;27:600-605.

- 51.- Barbosa De Souza F, Pedrosa R, Vicente C. A clinical evaluation of packable and micrihybrid resin composite restorations: one year report. Quintessence international 2005;36:41-48.
- 52.- Combe EC, Burke FJT. Contemporary resin-based composite materials for direct placement restorations: packables, flowables and others. Dental Update 2000;27:326-336.
- 53.- Bouillaguet M, Virgillito M, Wataha J, Ciucchi B, Holz J. The influence of dentine permeability on citotoxicity of four dentine bonding systems in vitro. Journal of Oral Rehabilitation 1998;25:45-51.
- 54.- Gonzalez O. Depresión e incapacidad en pacientes con dolor bucofacial persistente (Trabajo de ascenso) Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1998.
- 55.-Wolf S. Percepción del dolor y reacción. En: Schwartz L, Chayes C, editor. Dolor facial y disfunción mandibular. Editorial Mundi. Buenos Aires;1973.p.7-17.
- 56.- Walshaw PR, McComb D. SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. Journal of Dental Research 1994;73:1079-1087.
- 57.- Manhart J, Chen HY, Hamn G, Hickel R. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. Operative Dentistry 2004;29:481-503.
- 58.- Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. Operative Dentistry 1995;20:18-25.
- 59.- Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Comparitive SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. Operative Dentistry 1995;20:160-167.
- 60.- Li HP, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of long-term storage on nanoleakage. Operative Dentistry 2001;26:609-616.

- 61.- Okuda M, Pereira PNR, Nakajima M, Tagami J. Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds. *Operative Dentistry* 2001;26:482-490.
- 62.-Okuda M, Pereira PNR, Nakajima M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs microtensile bond strength. *Operative Dentistry* 2002;27:289-296.
- 63.-Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura N, Mrigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self etching primer, in vivo. *Journal of Dental Research* 1999;78:906-911.
- 64.- Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *Journal of Dental Research* 2000;79:1385-1391.
- 65.-Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage in single-step adhesives. *Journal of Dental Research* 2002;81:472-476.