



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LA ESTRATIFICACIÓN COMO UN FACTOR IMPORTANTE
PARA DISMINUIR EL ESTRÉS RESIDUAL EN
RESTAURACIONES ADHESIVAS DIRECTAS.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

JOEL ADRIAN MORENO MORADO

TUTOR: Esp. JORGE LUIS GUERRERO COVARRUBIAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado a mi mamá, quién fue la persona que desde el primer día de la carrera creyó en mí y me apoyó en todo momento, nunca me dejó solo y siempre buscó la manera para poder sacar todo adelante.

A mi hermano porque siempre estuvo ahí para escucharme y alentarme en los momentos más difíciles.

A mi papá, a quien le mando un fuerte abrazo hasta el cielo, yo sé que estaría muy orgulloso de lo que he logrado y la persona en la que me he convertido.

Gracias a toda mi familia, a mi novia y a mis amigos, ya que sin ellos no estaría en el lugar que estoy ahora. Han sido piezas fundamentales a lo largo de todo este proceso y siempre estaré agradecido por todo el apoyo que me brindaron.

Por último quiero agradecer a mi tutor, el Esp. Jorge Luis Guerrero Covarrubias quien me asesoró en la realización de este trabajo, al Doctor Zelocuatecatl Aguilar Alberto, al Doctor Díaz Suarez Dante Sergio, al Doctor Pérez Villaseñor Jorge, y a todos los doctores y especialistas que se vieron involucrados de cierta forma en mi proceso de titulación como en mi formación académica, admiro la manera en la que comparten su conocimientos, su profesionalismo y su amor por la odontología, ellos me hicieron abrir los ojos para ver esta carrera tan bonita desde otra perspectiva y estar siempre consiente de las responsabilidades que esta conlleva.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
Capítulo 1. Antecedentes	3
Capítulo 2. Estructura dental	10
2.1. Esmalte.....	10
2.2. Unión dentino-esmalte.....	14
2.3. Dentina.....	15
2.3.1. Dentina primaria.....	19
2.3.2. Dentina secundaria.....	19
2.3.3 Dentina terciaria.....	19
Capítulo 3. Factores involucrados en la adhesión de restauraciones directas	20
3.1. Factor de configuración C.....	20
3.2. Jerarquía de la adhesión.....	22
3.3. Polimerización.....	22
3.3.1. Factores que intervienen en la polimerización de composites...	23
3.3.2. Fases de la polimerización.....	25
3.3.3. Dinámica de polimerización.....	26
3.3.4. Contracción y estrés de contracción.	27
Capítulo 4. Protocolo de fotopolimerización	28
Capítulo 5. Factores responsables del estrés de contracción	31
Capítulo 6. Técnicas de estratificación	33
Capítulo 7. Protocolo	42
Conclusiones	47
Referencias bibliográficas	48

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo la amalgama fue el material de primera elección al realizar tratamientos restaurativos directos debido a sus propiedades y comportamiento dentro de la cavidad oral. A partir de las necesidades que presentaban los pacientes fueron surgiendo nuevos materiales, nuevas técnicas y con ello, nuevos estudios.

Con el paso de los años se observó que las amalgamas fracasan debido a fracturas en el diente generadas por el desgaste excesivo del mismo, filtraciones dadas por la falta de sellado y su retención por medios mecánicos. Esto, aunado a la falta de estética comenzó a dar pie a restauraciones adhesivas directas que solucionan los problemas antes mencionados, realizando un menor desgaste en las preparaciones, preservando la mayor cantidad de tejido dentario sano logrando así simular lo más cercano posible los tejidos dentales que se están sustituyendo (esmalte, dentina y unión amelodentinaria).

Luego de la introducción y el uso de estos materiales se ha estudiado su comportamiento al ser sometidos a una fuente de calor como lo es la fotopolimerización. Este tema ha dado mucho de qué hablar ya que presentan cierto grado de contracción, dejando así espacios dentro de la restauración y generando problemas post operatorios.

En este trabajo se describen las técnicas de estratificación de los composites para saber si la colocación de las mismas puede ayudar a disminuir la contracción generada por la foto polimerización y de esta manera, saber cuál es la mejor técnica de estratificación para lograr un mejor tratamiento restaurativo adhesivo directo y a su vez reducir las complicaciones post operatorias en nuestros pacientes.

OBJETIVO

Describir las técnicas incrementales en restauraciones adhesivas directas mediante revisiones bibliográficas, para tomar la mejor decisión al realizar un tratamiento restaurativo.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

La amalgama tuvo sus inicios como material de obturación dental en el año de 1819 por Bell, en 1833 se comenzó a cuestionar sobre la eficacia de este material de obturación dental y su toxicidad. La ASDS (American Society of Dental Surgeons) en 1845 prohíbe el uso de la amalgama al tener evidencia sobre los efectos adversos en la salud de los pacientes con obturaciones de amalgamas, años más tarde en 1859 la ADA (American Dental Association) defiende el uso de la amalgama como un material de obturación dental seguro.

Para 1922 y 1926 un grupo de odontólogos y científicos liderado por Stock sostienen tener evidencia sobre los efectos adversos para la salud de las personas con obturaciones de amalgama debido a la evaporación de mercurio dentro del cuerpo. Entre los efectos que describe Stock se encuentra la presencia de: diarrea, resfriados permanentes, cansancio, depresión, mareo, entre otros.

En 1979 y 1981 Gay y Svare en sus estudios sostienen que la liberación de mercurio en la boca se potencia con acciones como la masticación, el cepillado y el consumo de bebidas calientes.

En enero del 2008 Noruega fue uno de los primeros países en prohibir el uso de amalgamas, aduciendo las razones de conservación del medio ambiente y eliminación de uso y manipulación de mercurio en ese país, posteriormente Dinamarca en abril del 2008, coincide sobre la prohibición del uso de la amalgama, aduciendo razones de salud y la viabilidad de materiales de obturación dental alterno.

En el año 2007 el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) estructura la Asociación Mundial sobre el Mercurio y para el 2008 confirma los objetivos de este programa mundial entre los que destacan minimizar y cuando sea posible eliminar el suministro de mercurio.

En el año 2009 la FDI (Federación Dental Internacional) y en 2010 la ADA (American Dental Association) se unen a la alianza internacional y apoyan todas las medidas y acciones de difusión para evitar el uso de amalgamas con mercurio en tratamientos odontológicos, sustentándose en su apoyo por disminuir las concentraciones de mercurio en el medio ambiente. ¹

A lo largo de todos estos años, la amalgama mostró una adecuada resistencia a la compresión y a la abrasión, pero debido a la presencia de diferentes factores que disminuían su efectividad a largo plazo, se optó por buscar un sustituto como material restaurativo.

Algunos de los factores por los cuales comenzó este cambio fueron: ^{1,2}

- La creencia de que este material de restauración es dañino tanto para el organismo de las personas como para el medio ambiente.
- El desgaste excesivo en el diseño cavitario que se realiza en el diente para la colocación de la amalgama sin considerar la extensión real de la lesión cariosa. Esto puede ocasionar la fractura del diente con el paso del tiempo. Figura 1, Figura 2.
- La estética, debido a que el paciente busca que su diente sea restaurado con un material que brinde estas características, lo que pone en desventaja a las amalgamas.
- La falta de sellado, ya que la retención de la amalgama está dada por medios mecánicos.



Figura 1. Presencia de una fisura en la pared distal de un molar al retirar una restauración de amalgama.



Figura 2. Se puede observar la fractura de un molar (16) en presencia de una restauración de amalgama.

Comparando la amalgama con los composites, las técnicas adhesivas responden en mayor medida a la exigencia de bioeconomía de tejido sano, principio fundamental de la odontología conservadora moderna mínimamente invasiva. Así por ejemplo una lesión que requería en el pasado una obturación con amalgama de clase I, hoy en día conlleva una restauración adhesiva preventiva sencilla y mínima ². Figura 3.



Figura 3. Secuencia de la eliminación de una lesión cariosa para su posterior restauración con amalgama.

De esta manera, en 1955 Michael Buonocore describe el efecto de la aplicación de una solución ácida sobre el esmalte, consiguiendo una superficie porosa e irregular, capaz de ser mojada y penetrada por una resina fluida de baja viscosidad. Luego del hallazgo de Buonocore, Bowen obtiene una resina (Bis-GMA) capaz de adherirse al diente grabado previamente con ácido, diez años después en 1965 Bowen propone el primer adhesivo dentinario bifuncional es decir, el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y el otro extremo se uniría a la dentina. ⁶

En 1978 se comercializa el primer adhesivo dentinario a base de fosfatos (que corresponden a los adhesivos de primera generación), ⁶ la adhesión era lograda por medio de la quelación del agente adhesivo al componente de calcio de la dentina, aunque la penetración tubular ocurría contribuía poco en la retención de la restauración al presentar una fuerza adhesiva no mayor a los 2Mpa, se recomendaba su uso para cavidades clase III y V. ⁷

Los adhesivos de segunda generación fueron desarrollados en la década de los ochentas, con ellos se buscaba usar el barrillo dentinario como sustrato

adhesivo, pero su fuerza adhesiva era mínima (2-3Mpa) por lo cual la retención mecánica aún era requerida en las preparaciones.

A finales de los años ochenta fueron introducidos los adhesivos de tercera generación conformado de dos componentes: primer/adhesivo, habiendo una gran mejoría en la adhesión a la dentina (8-15Mpa), gracias a esto se disminuyó la retención mecánica en cavidades, además esta generación de adhesivos fue la primera en presentar adhesión tanto a la estructura dental como también a metales y cerámicas. ⁷ Su mecanismo de acción era la unión del adhesivo con el colágeno de la dentina. ⁶

A principios de los años noventa los agentes adhesivos de cuarta generación revolucionaron la odontología, mejorando tanto la fuerza de adhesión a la dentina (17-25Mpa) como la disminución de la sensibilidad postoperatoria. Esta generación se caracterizó por el proceso de hibridación en la interface dentina-resina. ⁷ Figura 4.



Figura 4. Adhesivo de cuarta generación de la casa comercial Kerr.

Posteriormente se crearon los adhesivos de quinta generación, los cuales presentaban una adecuada adhesión tanto al esmalte, a la dentina y a materiales como las cerámicas y los metales al igual que los adhesivos de tercera generación. Estos presentan una fuerza adhesiva en dentina de 20-

25Mpa, además cuentan con una característica importante: contener todos los componentes (adhesivo y primer) en la misma botella, razón por la cual los odontólogos los prefieren por su colocación rápida y práctica.⁷ Figura 5.



Figura 5. Adhesivo de quinta generación de la casa Ivoclar Vivadent

Con los adhesivos de sexta generación se comienza a buscar la eliminación del acondicionamiento de la dentina con el grabado ácido e incluirlo químicamente en alguno de los otros pasos. Contienen un líquido acondicionador que genera un grabado limitado generando una fuerza adhesiva en dentina de 18-23MPa, esta generación no fue aceptada universalmente ya que surgió la duda de la efectividad con el esmalte al no haber un grabado ácido previo.⁷ Figura 6.



Figura 6. Adhesivo de sexta generación de la casa comercial Kuraray.

Por último, los adhesivos de séptima generación son muy parecidos a la anterior, son de autograbado, una de las principales diferencias es la fuerza de adhesión generada en la dentina siendo de 18-35MPa, presentando una adhesión similar en esmalte. 7. Figura 7.



Figura 7. Adhesivo de séptima generación de la casa comercial Coltene.

CAPÍTULO 2. ESTRUCTURA DENTAL

Para lograr reproducir la función de un diente intacto es importante conocer la histología del tejido que estamos trabajando, así como la función de cada uno y sus propiedades tanto físicas como químicas, refiriéndonos en este caso al esmalte, dentina y unión amelodentinaria (UAD). El conocer y entender la relación que existe entre cada uno de estos tejidos será de gran ayuda al realizar un tratamiento restaurativo.

2.1. Esmalte

El esmalte es un tejido acelular, avascular y sin inervación, está ubicado en la porción más externa del diente. Se constituye principalmente por cristales de hidroxiapatita, los cuales representan en su mayoría el componente inorgánico del esmalte.

Su función principal es brindar protección al complejo dentino-pulpar de todo estímulo presente en la cavidad oral ¹². Figura 8.



Figura 8. Corte transversal de un incisivo central superior.

Su espesor no es constante y varía según la pieza dentaria, presentando mayor espesor por la cara vestibular que por la cara lingual, mientras que su mínimo se encuentra en la conexión amelocementaria (CAC).

Dentro de las propiedades físicas del esmalte se encuentran las siguientes: ¹².

1. **Dureza:** Está dada por la hidroxiapatita (mineral que constituye la materia inorgánica del esmalte) y posee una dureza correspondiente a cinco en la escala de Mohs (1-10), lo cual lo coloca como un mineral medianamente duro, esta decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria. Los valores promedio de dureza del esmalte en dientes permanentes va de los 2,5 - 6 GPa.

2. **Elasticidad:** Debido a que el esmalte se constituye por un bajo porcentaje de material orgánico, tiende a tener una baja elasticidad, por lo tanto es susceptible a presentar macro y micro fracturas.

3. **Color y transparencia:** El esmalte es translúcido y su color está dado principalmente por el tejido subyacente, es decir la dentina. En zonas de mayor espesor tiene una tonalidad grisácea (cúspides) y en zonas donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco amarillento.

4. **Permeabilidad:** La permeabilidad del esmalte es mínima, aunque estudios han comprobado que el esmalte actúa como una membrana semipermeable, lo que permite la difusión de agua y algunos iones presentes en el medio bucal.

5. **Radioopacidad:** Debido a su elevado grado de mineralización el esmalte se logra identificar en una placa radiográfica ligeramente más radioopaco que la dentina. ^{Figura 9.}

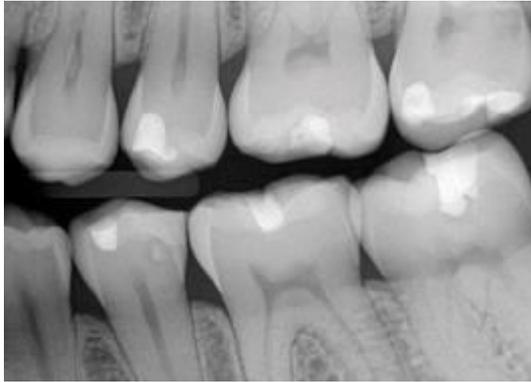


Figura 9. Radiografía interproximal o de aleta de mordida.

En cuanto a su composición química, el esmalte está constituido por:

1. Matriz Orgánica: 0,36 - 1%
2. Matriz Inorgánica: 96%
3. Agua: 3%

Histológicamente presenta prismas o varillas del esmalte, siendo considerados como la unidad estructural básica del esmalte (UEBE). A partir de esta, surgen las unidades estructurales secundarias como resultado de varios mecanismos:

Tabla 1

Mecanismo	Unidad estructural secundaria
Diferente grado de mineralización.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrías de Ritzus • Penachos de Linderer
Cambio del recorrido.	<ul style="list-style-type: none"> • Las bandas de Hunter Schreger • Esmalte nudoso

<p>La interrelación entre el esmalte y la dentina subyacente o la periferia medioambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Unión amelodentinaria ^{Figura 10.} • Husos adamantinos ^{Figura 10.} • Periquimatías. • Líneas de imbricación de Pickerill. • Fisuras o surcos del esmalte.
---	--

Tabla 1

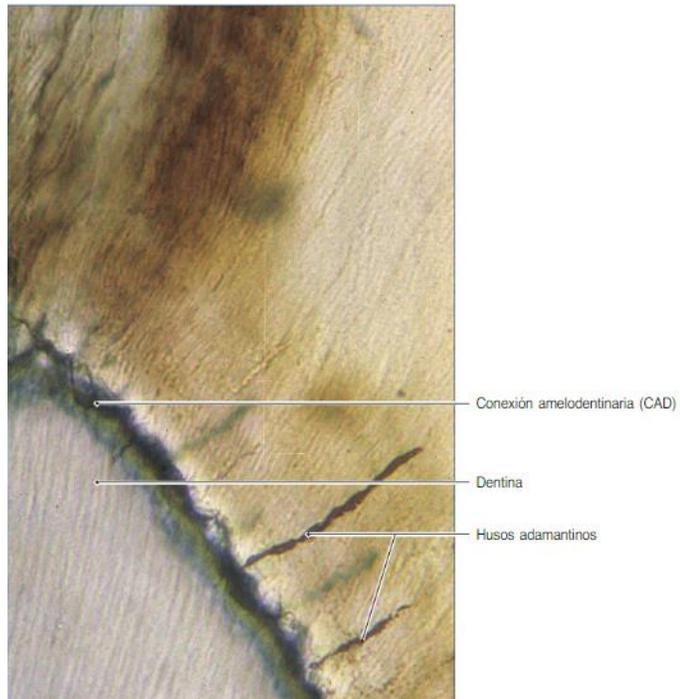


Figura 10. Corte histológico de un diente. Técnica x40.

2.2. Unión dentino-esmalte

La unión dentino esmalte o unión amelodentinaria se describe como una zona festoneada, la cual corresponde a la zona de relación entre el esmalte y la dentina. ^{Figura 12}

Imbeni y colaboradores realizaron un estudio en el cual concluyeron que la dentina es el soporte del esmalte y que la interface dentino – esmalte se comporta como un amortiguador que absorbe, disipa y distribuye el estrés causado por las fuerzas provenientes de la función masticatoria ¹⁷. ^{Figura 11}.



Figura 11. Macrofotografía de corte transversal de incisivo central superior.

A) Dentina

B) Unión amelo dentinaria

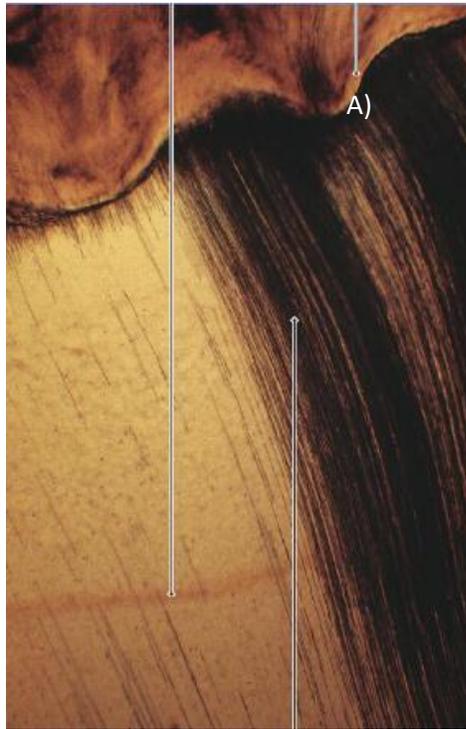


Figura 12. Corte histológico. Técnica x60.

A) Festoneado de la Unión aemelodentinaria.

2.3. Dentina

La dentina conforma el mayor volumen de la pieza dentaria, siendo así el eje estructural del mismo.

Su espesor varía según la pieza dentaria por ejemplo: en incisivos inferiores va de (1-1,5mm) mientras que en caninos y molares (3mm) aproximadamente

¹² Figura 11.

La dentina presenta algunas propiedades físicas como: ¹²

1. **Color:** La dentina presenta un color blanco amarillento.

Este puede depender del grado de mineralización, la vitalidad pulpar, la edad y los pigmentos tanto endógenos como exógenos.

2. **Translucidez:** La dentina es menos translúcida que el esmalte debido a su menor grado de mineralización.

3. **Dureza:** La dureza de la dentina en dientes permanentes oscila entre 0,57 - 1,13 GPa.

4. **Radioopacidad:** Debido a la baja radioopacidad de la dentina, se observa en las placas radiográficas ligeramente más oscura que el esmalte.

5. **Elasticidad:** Tiene gran importancia funcional ya que compensa la rigidez del esmalte al amortiguar los impactos masticatorios. Su elasticidad oscila entre los 15 y 25 GPa.

6. **Permeabilidad:** Debido a la presencia de los túbulos dentinarios, la dentina presenta una permeabilidad alta. El movimiento del fluido a través de los túbulos es el responsable del estímulo hidrodinámico, en el que se sustenta la Teoría de Brämstrom para explicar el dolor dental.

La dentina está constituida químicamente de:

1. Materia inorgánica 70% (principalmente cristales de hidroxiapatita).
2. Materia orgánica 18% (principalmente fibras de colágenas)
3. Agua 12%

Al igual que el esmalte, la dentina también está constituida histológicamente por unidades estructurales básicas y secundarias.

Dentro de las unidades estructurales básicas se encuentran: los túbulos dentinarios, los cuales se extienden por todo el espesor de la dentina, desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria. Otra unidad estructural básica es la

matriz o dentina intertubular ^{Figura 13}, esta se encuentra distribuida entre las paredes de los túbulos dentinarios, estando compuesta principalmente por fibras de colágeno formando una malla sobre la cual se depositan los cristales de hidroxiapatita. ¹².

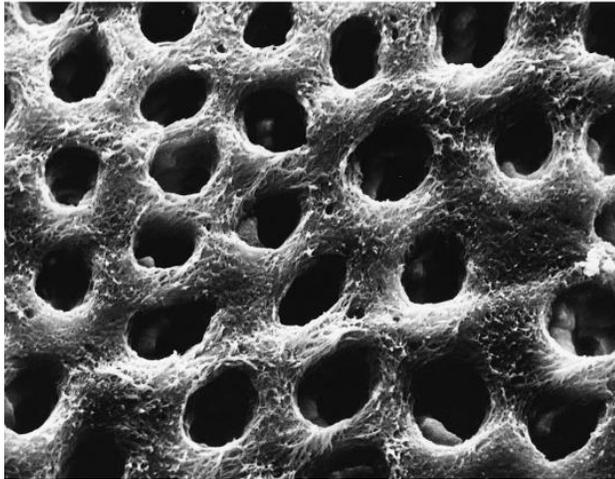


Figura 13. Corte transversal de túbulos dentinarios. 3.000 x.

Se observa dentina peritubular e intertubular.

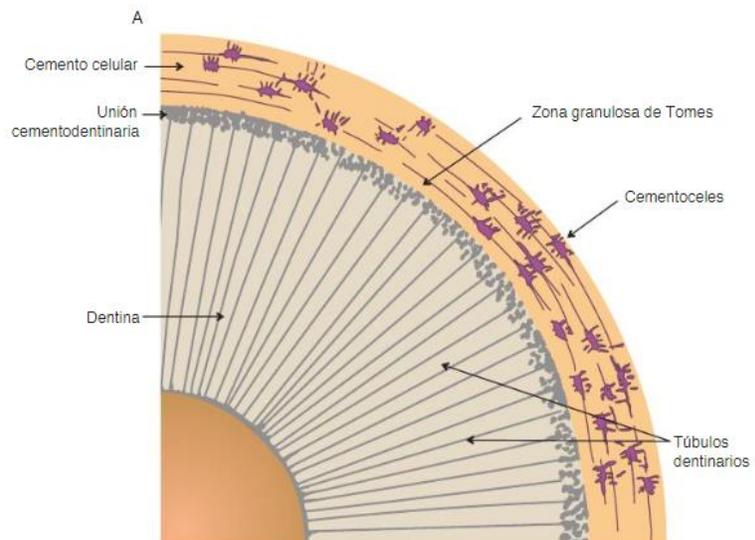


Figura 14. Representación de un corte transversal de una raíz, por desgaste.

Se ejemplifican algunas estructuras secundarias.

Mientras que las unidades estructurales secundarias se dan a partir de las unidades básicas, ya sea por cambios en la mineralización o interrelación con el esmalte y/o cemento. Entre estas podemos encontrar: las líneas incrementales o de crecimiento, la dentina interglobular o espacios de Czermack, la zona granulosa de Tomes ^{figura 14}, las líneas o bandas dentinarias de Schreger, la unión amelodentinaria (UAD) y la unión cementodentinaria (UCD). ¹² Figura 14

Clasificación histopográfica. ¹².

- **Dentina del manto:** Es la primera dentina ubicada por debajo del esmalte y del cemento, con la edad aumenta su dureza y su módulo de elasticidad debido a que sufre cambios en la mineralización, también presenta un número mayor de túbulos ya que contiene las ramificaciones terminales de estos.
- **Dentina circumpulpar:** Esta comienza a depositarse una vez terminada la formación de la dentina del manto, forma el mayor volumen de dentina de la pieza dentaria y se ubica desde la zona del manto hasta la predentina.
- **Predentina:** Es una capa de dentina sin mineralizar, está situada entre la dentina circumpulpar y los odontoblastos. Es atravesada por las prolongaciones de los odontoblastos, acompañadas en algunos casos por fibras nerviosas o prolongaciones de las células dendríticas.

Clasificación Histogenética. ¹².

2.3.1. Dentina primaria: Es la primera en formarse y delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados, se empieza a depositar desde el comienzo de las primeras etapas de la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión. ^{Figura 15.}

2.3.2. Dentina secundaria: se produce una vez que se ha formado la raíz del diente, se deposita más lentamente que la dentina primaria pero esta se produce durante toda la vida del diente. Se limita y diferencia de la dentina primaria por un cambio en la dirección de los túbulos dentinarios. ^{Figura 15.}

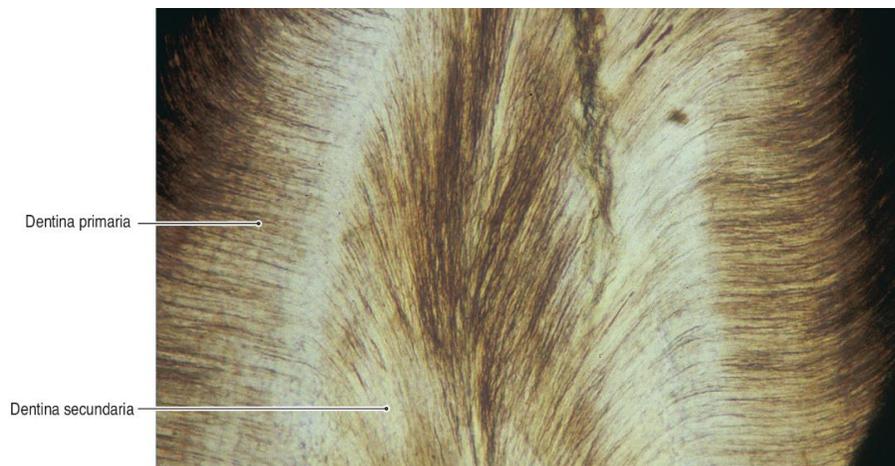


Figura 15. Macrofotografía (x60) de la dentina, se puede observar el cambio de dirección de los túbulos dentinarios entre la dentina primaria y la dentina secundaria.

2.3.3. Dentina terciaria: Se conoce también como dentina reparativa o patológica, se forma internamente al existir algún tipo de estímulo patológico localizado, de tal manera que deforma y aísla a la cámara pulpar del estímulo nocivo. Generalmente esta dentina se encuentra desorganizada.

CAPÍTULO 3. FACTORES INVOLUCRADOS EN LA ADHESIÓN DE RESTAURACIONES DIRECTAS.

3.1. Factor de configuración “C”

El Factor de configuración o factor C se define como el resultado que se obtiene entre el número de superficies adheridas y las superficies no adheridas dentro de una cavidad. ²².

$$\text{FACTOR C} = \text{Superficie adherida} / \text{Superficie no adherida.}$$

Es importante mencionar que la adhesión que se genera varía según el sustrato que se esté trabajando, por ende la adhesión no es la misma en esmalte como lo es en dentina, ya que el esmalte es un tejido más mineralizado y seco mientras que la dentina presenta mayor humedad y material orgánico, por lo tanto es más susceptible que se desprenda la interface resina-dentina en el tejido dentinario al momento de la contracción de la resina.

Con esto se busca controlar y disminuir la contracción por polimerización de la resina ya que de no ser así, pueden presentarse microfracturas entre la restauración y las paredes de la cavidad dando como resultado: sensibilidad post operatoria, tendencia a caries recurrente y márgenes oscuros.

Por lo tanto tener un factor C menor, ayuda a disminuir el estrés causado por la contracción, evitando así los problemas post operatorios ya antes mencionados.

Un ejemplo para entender mejor este punto es el imaginarse una cavidad clase I y tomar como referencia un cubo mostrando 5 superficies (simulando la

cavidad) en las cuales se puede colocar el material adhesivo y el composite y una superficie libre (la cara oclusal del diente) con la cual se compensaría la contracción por la polimerización del composite. Figura 16, Figura 17.

Un Factor $C = 0.5$ disminuye el 71% del estrés, un Factor $C = 2$ disminuye el 35% del estrés, mientras que un Factor $C = 5$ presenta una reducción insignificante del estrés.²²



Figura 16. Representación de una cavidad clase I.

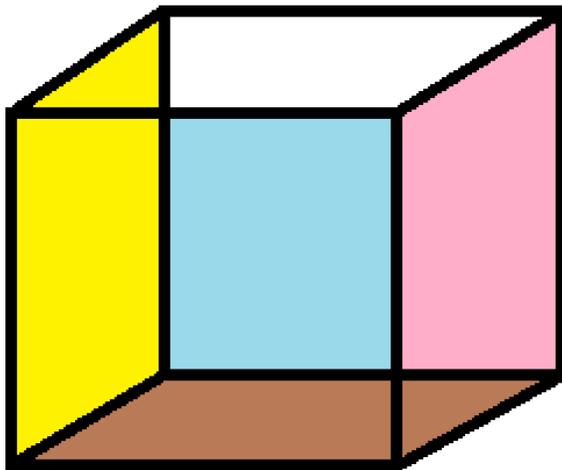


Figura 17. Representación de un cubo desde una vista superior.

3.2. Jerarquía de la adhesión

La jerarquía de la adhesión establece que la contracción del composite dada por la polimerización tiende a tener mayor predisposición hacia las paredes de la preparación más mineralizadas y secas, a comparación de las paredes más húmedas y orgánicas.²⁵

3.3. Polimerización

La polimerización se define como la conversión de oligómeros o monómeros a una matriz de polímeros por medio de radicales libres, los cuales son los responsables de iniciar el proceso.

Se puede llevar a cabo la iniciación de la polimerización por medio de cuatro formas diferentes:

- Calor.
- Química (autopolimerización).
- Luz UV.
- Luz visible.

En los sistemas activados por medio de calor, este actúa sobre el peróxido de benzolío separando su estructura química y generando así radicales libres.

En los sistemas activados químicamente, la amina terciaria se utiliza para separar al peróxido benzoico en radicales libres, dando así inicio al proceso de polimerización.

En los sistemas activados por luz UV se necesita de una fuente de irradiación mínima de 365nm, de tal forma que actúe sobre el éter metil benzoico transformándolo en radicales libres sin requerir de aminas terciarias.

Por último en los sistemas activados por luz visible (o sistemas fotoactivados) se necesita de una potencia mínima de 420-470 nm, la cual actúa sobre la

canforoquinona, ocasionando su interacción con la amina terciaria dando lugar a la formación de radicales libres. ²⁶

3.3.1. Factores que intervienen en la polimerización de composites.

Es de suma importancia conocer los diferentes factores que intervienen en la polimerización de los composites, dado que algunos están relacionados con el material restaurativo y otros con la luz empleada. ²⁷

Dentro de los factores que se relacionan con el material restaurativo, podemos encontrar: ²⁵

- **Tipo de iniciador o foto iniciador:** El foto iniciador más común es la canforoquinona, aunque su principal desventaja es el tono amarillento que se genera luego de la colocación de la resina.
- **El color:** Es un factor muy importante y que no siempre es mencionado debido a que el utilizar un composite más opaco ocasiona que la luz empleada se disipe, evitando que esta no llegue a las partes más profundas del material restaurativo y por ende no polimerice de una manera adecuada, generando así espacios en la restauración y problemas post operatorios. Figura 18. Figura 19.



Figura 18. Resinas de la casa comercial Ivoclar Vivadent.



Figura 19. Colorímetro Vita.

- **Grosor de la capa:** El material restaurativo no debe exceder los 2 mm entre cada incremento debido a que a mayor grosor, mayor contracción por polimerización. Figura 20



Figura 20. Macrofotografía de un molar.

- A) Se observa la colocación de una capa de composite no mayor a 2mm.

-Técnica de estratificación horizontal.

En cuanto a los factores relacionados con la luz y sus características tenemos los siguientes: ²⁷

- **Longitud de onda:** Esta debe ser lo suficientemente potente para lograr activar los diferentes tipos de foto iniciadores.

- **Distancia:** La fuente luminosa siempre se debe de mantener lo más cerca posible al material de restauración, debido a que si varía la distancia entre la luz y la superficie a polimerizar podrían presentarse pérdidas en la intensidad lumínica. Figura 21.



Figura 21. Colocación de la lámpara de fotopolimerizado a una distancia adecuada.

- **Intensidad:** La intensidad mínima que se debe tener en las unidades de foto activación de composites es de 400 mW/cm^2 ,²⁷ considerando así que entre menor potencia lumínica se expone durante más tiempo el material restaurativo, generando sobrecalentamiento al diente.
- **Tiempo de exposición:** Normalmente el tiempo varía entre los 20 – 40 segundos dependiendo de la lámpara que se utilice.

3.3.2. Fases de la polimerización.

Como se mencionó anteriormente, la iniciación del proceso de polimerización de los composites comienza con la aplicación de la luz, lo que no muchos odontólogos toman en cuenta es que este proceso continúa por un tiempo luego de ser retirada la fuente lumínica.

Por ello se diferencia en dos fases: fase lumínica y fase oscura.

Algunos autores como Davidson y Feilzer dividen a la fase lumínica en tres fases: ²⁷.

- **Fase pregel:** Se identifica por el estado plástico viscoso en el que se encuentra la resina, teniendo así la capacidad de fluir libremente, lo que significa que los monómeros se pueden mover en una nueva posición.
- **Fase gel:** En esta fase de la polimerización se forman macromoléculas generando la solidificación de la resina compuesta, esta fase se define como el punto donde la fluidez del material no puede mantenerse por la contracción del mismo.
- **Fase postgel:** En esta fase el material está en un estado de elasticidad rígido, sin embargo continúa con una contracción, cuando la contracción es limitada por los adhesivos ocurre el estrés traccional.

Mientras que la fase oscura es aquella en la cual la resina sigue el proceso de polimerización (mejorando el grado de conversión). Esta fase comienza inmediatamente después de retirar la luz del composite, y continúa aproximadamente 24 horas después de haber desaparecido el estímulo lumínico. ²⁷.

3.3.3. Dinámica de polimerización.

Durante el proceso de polimerización se llevan a cabo dos fenómenos en el material: el desarrollo de las propiedades mecánicas óptimas del tipo de resina que hemos seleccionado y la contracción por polimerización y estrés que éste genera.

Al convertirse los monómeros en polímeros ocurre la famosa contracción de polimerización, esta cantidad de contracción está determinada por la cantidad de relleno inorgánico en su composición y también por su grado de conversión. A mayor porcentaje de relleno la cantidad de resina es menor y por ende la contracción también disminuye. ²⁷.

3.3.4. Contracción y estrés de contracción.

Si bien la contracción por polimerización es la causa, el estrés de contracción es la consecuencia y puede ser considerada como el mecanismo responsable de varios problemas relacionados con los adhesivos de las restauraciones.

Si el estrés generado es mayor a la fuerza del adhesivo, la integridad de la interface dentina – resina se puede ver afectada, promoviendo así la aparición de gaps o brechas siendo las responsables de la infiltración de fluidos, ocasionando: pigmentación marginal (microfiltraciones), sensibilidad postoperatoria, caries secundaria, etc.

En cambio, si la fuerza de adhesión es más alta que el estrés, la contracción y la pérdida del volumen deben ser compensadas por otro mecanismo, como por ejemplo: la deformación o movimiento de las paredes cavitarias ²⁷. Figura 22.

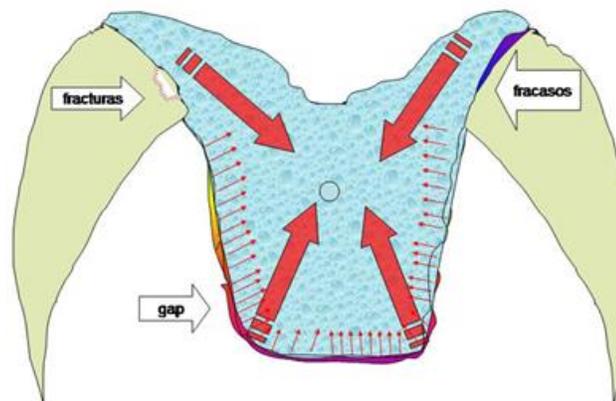


Figura 22. Representación coronal de un diente, en la que se observa la dirección de la contracción del material restaurativo, dando como resultado gaps o brechas.

CAPÍTULO 4. PROTOCOLO DE FOTOPOLIMERIZACIÓN

Hoy en día dentro de los sistemas activados por luz visible existen diferentes fuentes para la foto activación de las resinas compuestas, como lo son: lámparas halógenas, lámparas de arco de plasma, luz láser y luz emitida por diodos (LED), siendo las lámparas halógenas y las lámparas LED las más utilizadas.^{33.}

Las lámparas halógenas emiten luz visible con una salida de 400–500 nm. Para este tipo de lámparas se recomienda:^{34.}

- Colocar la punta de la fuente de luz a 1 mm, con una angulación de 90 grados en relación con la superficie de la resina compuesta, si la distancia se aumenta la efectividad de la intensidad disminuye al disiparse la luz, generando así un efecto negativo en la profundidad de curado.
- Para composites de colores claros, no polimerizar capas mayores a 2 mm y aplicar la lámpara de luz por 40 segundos.
- Para composites de colores oscuros, aplicar la lámpara de luz por más de 60 segundos utilizando incrementos no mayores a 1 mm.

Mientras que las lámparas LED (Light Emitting Diode) emiten luz visible con una salida de entre 440 y 500nm, siendo la emisión máxima de 465nm.^{35.}

Este tipo de lámparas ofrecen una mayor profundidad de fotocurado y el aumento del factor de conversión con respecto a las lámparas de luz halógena, aún funcionando a intensidades de 100mW/cm²; debido a que la banda de absorción de la camforoquinona oscila entre 360 y 520nm, siendo su pico máximo de 465nm al igual que las lámparas LED.^{35.}

Presentan una alta efectividad para fotocurar resinas compuestas y adhesivos que presentan canforquinona como fotoiniciador, pero su efectividad disminuye en productos o materiales con otros fotoiniciadores.

En la actualidad se busca que las fuentes de luz logren una máxima conversión con el mínimo estrés por polimerización, dando mejores resultados estéticos y funcionales; el uso de lámparas tanto halógenas como LED que ofrecen un incremento gradual de la intensidad lumínica son muy útiles, ya que ayudan a que los fotoiniciadores reaccionen más lentamente al estímulo lumínico dando como resultado una disminución significativa de la contracción del composite en la fase post-gel y a su vez obteniendo un material con buenas propiedades.^{33, 34.}

De esta manera los fabricantes implementaron en sus lámparas de fotocurado las siguientes modalidades:^{34.}

- **Continua:** Consta de la aplicación de la luz a una intensidad constante sobre la resina por un periodo específico de tiempo.
- **Ramp o progresiva:** La luz se aplica inicialmente a una baja intensidad y se aumenta gradualmente hasta alcanzar una intensidad máxima en un tiempo seleccionado.

En lámparas de alta intensidad se recomienda iniciar la polimerización a una distancia de 5 mm durante 10 segundos y poco a poco ir acercando el haz de luz hasta efectuar el último ciclo de curado durante 20 segundos a 1 mm de distancia del composite.

En algunas lámparas ya viene preseleccionado este tipo de protocolo y ya sea que la intensidad de la lámpara aumente o se quede con la misma intensidad lo más importante es alejar la unidad de fotocurado al inicio de la polimerización y poco a poco se vaya acercando al material restaurativo.

- **Step o por pasos:** La resina es expuesta a una luz de baja energía y se va aumentando por pasos a una mayor energía, cada paso por un tiempo específico.

El propósito de esta técnica es reducir el estrés producido por la contracción del material al inducir a la resina compuesta a fluir durante la fase de pre-gel, de igual manera reducir la contracción por la polimerización en la zona de los márgenes de la restauración.

CAPÍTULO 5. FACTORES RESPONSABLES DEL ESTRÉS DE CONTRACCIÓN.

Unterbrik y Liebenberg ordenaron estos factores según su nivel de importancia.²⁷

- 1- **Geometría de la cavidad:** El diseño de la cavidad tiene demasiado impacto en los resultados de la fuerza de contracción. Este punto va de la mano con el Factor de configuración “C” (capítulo 3).

Como se mencionó anteriormente, al tener una cavidad clase I el factor de configuración es de 5 el cual representa un elevado nivel de estrés sobre las interfaces adhesivas, por eso es que se implementó el uso de bases con materiales como: el ionómero de vidrio para crear una superficie libre dentro de la cavidad, de tal manera que en la fase pregel del composite la resina no solo pueda fluir hacia la superficie libre oclusal si no también hacia el piso de la cavidad, transmitiendo menor estrés hacia las paredes verticales de la cavidad y hacia los márgenes de la restauración. De esta manera si se llega a desarrollar alguna grieta entre la base de ionómero de vidrio y la resina, no representa un problema ya que los túbulos dentinarios se encuentran sellados por la base cavitaria.

- 2- **Colocación de capas:** Las técnicas incrementales parecen disminuir el estrés de contracción debido a que al colocar varias capas de material (no mayores a 2 mm) cada capa tiene un factor de configuración distinto y por lo tanto existe menor contracción por polimerización.

- 3- **Posición de la luz:** Se ha demostrado que la resina fotocurada se contrae hacia la luz. Unterbrink y Muessner mencionan que con la colocación de capas de resina de 2 mm o menos el gradiente de energía es irrelevante.

Luego de esto surgió una técnica denominada “Técnica de colocación de capas de resina activadas por la luz”, la cual consta de que la polimerización se lleve a cabo a través de las paredes de la cavidad esto con el fin de contraer la resina hacia esa zona. ^{Figura 23.}



Figura 23. Se observa el proceso de polimerización de una carilla por la cara palatina.

- 4- **Módulo de elasticidad:** El módulo elástico se da dependiendo del material y su rigidez, entre mayor rigidez tenga el material el módulo elástico es más alto; también influye la polimerización, ya que el módulo elástico aumenta a medida que avanza la reacción de polimerización. Cuanto mayor sea el módulo elástico y la contracción por polimerización del compuesto, mayor será el estrés de contracción.

CAPÍTULO 6. TÉCNICAS DE ESTRATIFICACIÓN

Durante los últimos años mediante estudios y trabajos de investigación se ha buscado una manera que ayude a disminuir el estrés generado en las restauraciones para poder prevenir problemas post operatorios como la sensibilidad, caries recurrente, etc; así como darle una mayor vida útil a la restauración.

Es por eso que las resinas compuestas han sufrido demasiados cambios con el pasar de los años, de tal manera que hoy en día podemos encontrar diferentes tipos de resinas, siendo las más comunes las resinas fluidas y las resinas condensables.

La principal diferencia entre estas es que las resinas fluidas contienen mayor cantidad de material de relleno a comparación de las resinas condensables. En estudios realizados se ha comprobado que entre mayor contenido de relleno, las resinas sufren menor contracción y por ende se produce menor estrés.

Esta no es la única forma con la cual se ha tratado de reducir el estrés producido por la contracción de la resina, sino que también se han descrito y estudiado diferentes técnicas de estratificación del composite, las cuales ayudan considerablemente a que la contracción del material restaurativo disminuya así como el estrés.

A continuación se mencionan algunas técnicas de estratificación: ³⁷

- **Técnica a granel (Bulk Technique):** Esta técnica no es considerada como tal una técnica incremental pero al ser muy conocida es importante mencionarla ya que consiste en colocar todo el material restaurativo (resina) dentro de la cavidad en una sola intención, pero esto tiene sus ventajas y desventajas.

Una de las principales ventajas es la reducción de la tensión en los márgenes cavo superficiales, así como también evitar la formación de vacíos incrementales.

Una desventaja y por la que los especialistas prefieren no utilizarla como primera opción, es porque existe una mayor contracción de polimerización aumentando el estrés, ocasionando el fracaso del tratamiento restaurativo.

En cuanto a las técnicas incrementales convencionales tenemos las siguientes: ³⁷

- a) **Técnica de estratificación horizontal:** Algunos autores mencionan que esta técnica consta de colocar capas en sentido horizontal no mayores a 2 mm de grosor y polimerizarlas una por una.

David Alleman ²⁵ menciona que para reducir el estrés se debe restaurar la dentina con capas horizontales de composite no mayores a 1 mm, esto asegurando que con el tiempo el flujo del composite no se aleje de la dentina profunda durante la etapa inicial del desarrollo de la capa horizontal.

Esta técnica es una solución al problema de la geometría compleja de una preparación Figura 24.

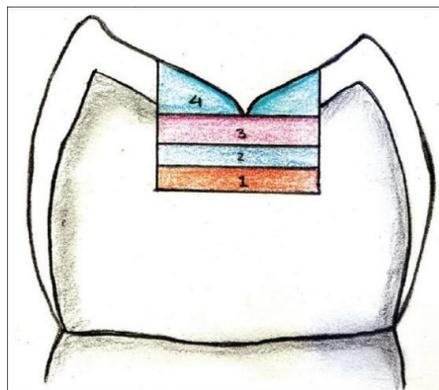


Fig 24. Técnica de estratificación horizontal.

- b) **Técnica de capas oblicuas:** Esta técnica consiste en colocar incrementos de resina en forma de cuña, la cual se fotopolimeriza dos veces, la primera vez se hace a través de las paredes de la cavidad mientras que la segunda se realiza desde la superficie oclusal. Esta técnica es la más conocida y utilizada debido a que ayuda a reducir el factor C y evita la distorsión de las paredes de la cavidad. Figura 25.

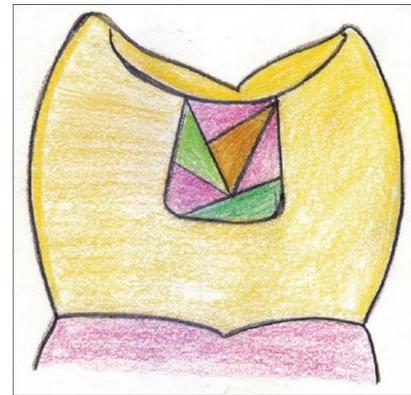


Fig 25. Técnica de estratificación de capas oblicuas.

- c) **Técnica de capas verticales:** Como su nombre lo dice, la colocación del material es en porciones pequeñas de manera vertical y posteriormente se fotopolimeriza desde la parte exterior de la cara en la cual fue colocado el material, reduciendo así el espacio en la pared gingival formado por la contracción de la polimerización. Figura 26.

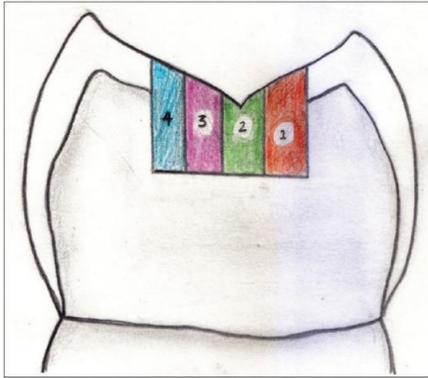


Fig 26. Técnica de estratificación vertical.

d) **Técnica de tres sitios:** Esta técnica se diferencia por el uso de matrices transparentes o cuñas reflectantes, de tal manera que la luz viaje a través de estas hacia el margen gingival evitando así cualquier vacío en esta zona.

Una vez fotopolimerizada esta capa, se comienzan a colocar capas oblicuas o en forma de cuña y se foto polimerizan primero a través de las paredes de la cavidad y por último desde la superficie oclusal.^{41, 42,}

37. Figura 27.

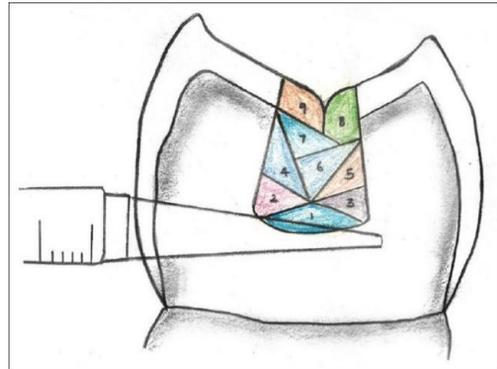


Fig 27. Técnica de estratificación de tres sitios.

- e) **Técnica de acumulación sucesiva de cúspides:** Esta técnica consta en colocar un primer incremento de resina solo en la dentina sin hacer contacto en las paredes opuestas de la cavidad, posteriormente se colocan incrementos de resina en forma de cuña y por último se construye cada cúspide por separado. ^{37, 44.}

En un estudio realizado por Anthony H, et al. ⁴² se examinaron diferentes técnicas de estratificación en cavidades clase II y compararon la formación de brechas o gaps gingivales formadas a partir de la contracción por polimerización.

Se utilizaron 25 dientes premolares intactos en los cuales se realizaron cavidades mesio-oclusales.

Los márgenes gingivales de la cavidad se extendieron apicalmente hasta llegar al cemento, mientras que el piso gingival contaba con 4 mm de largo y 1,5 mm de ancho, la profundidad de la caja proximal era de 5 mm, y el ángulo axiogingival se redondeó.

Las técnicas incrementales que se examinaron fueron las siguientes: ^{Figura 28.}

- Técnica de estratificación horizontal / ocluso gingival.
- Técnica de capas oblicuas.
- Técnica de capas faciolinguales.
- Dos técnicas a granel.

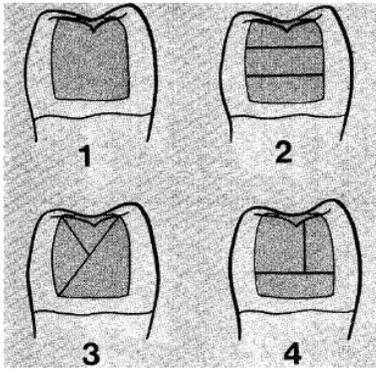


Fig 28. Representación de las técnicas empleadas en el estudio.

En todas las técnicas se realizó un tratamiento previo:

- 1- Primero los márgenes cavo superficiales del esmalte se grabaron con ácido durante 30 segundos.
- 2- Posteriormente se enjuagaron con agua durante 30 segundos.
- 3- Se secaron con aire comprimido filtrado.
- 4- Y por último se recubrieron con una resina de unión fotocurando por 20 segundos.

Para restaurar las cavidades se utilizó una resina compuesta híbrida.

- En la primera técnica a granel se fotocuró la resina únicamente por la parte oclusal durante 90 segundos.
- En la segunda técnica a granel, la resina se fotocuró desde tres zonas, facial, lingual y oclusal (cada una durante 30 segundos).

Mientras que en las tres técnicas restantes cada incremento fue fotocurado por 30 segundos.

Una vez terminadas las restauraciones, los especímenes fueron seccionados longitudinalmente a través del centro de la restauración mesio-distalmente utilizando una pieza de baja velocidad con una fresa de diamante, se tomó una muestra de cada técnica para ser fotografiada por microscopía electrónica de barrido.

Al obtener los resultados, estos fueron registrados por medio de una tabla para comparar el tamaño de las brechas formadas luego de la contracción por la polimerización dependiendo la técnica utilizada ^{Figura 29}, logrando observar que la técnica de estratificación horizontal arrojó mejores datos presentando la brecha marginal gingival más reducida con tan solo 11.4 μm . ^{Figura 30}.

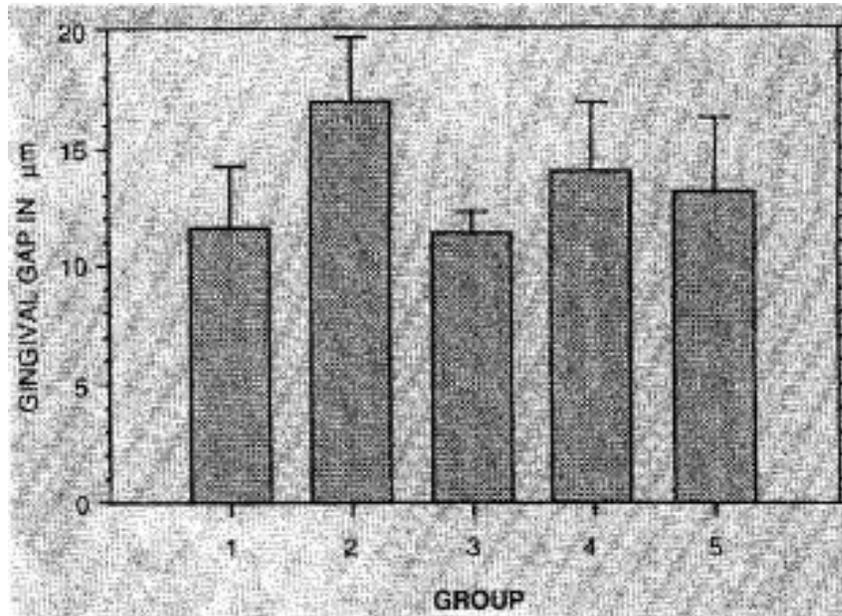


Figura 29. Tabla comparativa de los resultados obtenidos por cada una de las técnicas de estratificación.

- 1.- Técnica a granel irradiada desde una dirección.
- 2.- Técnica a granel irradiada desde 3 direcciones.
- 3.- Técnica estratificación horizontal.
- 4.- Técnica de estratificación de capas oblicuas.
- 5.- Técnica de estratificación de capas faciolinguales.

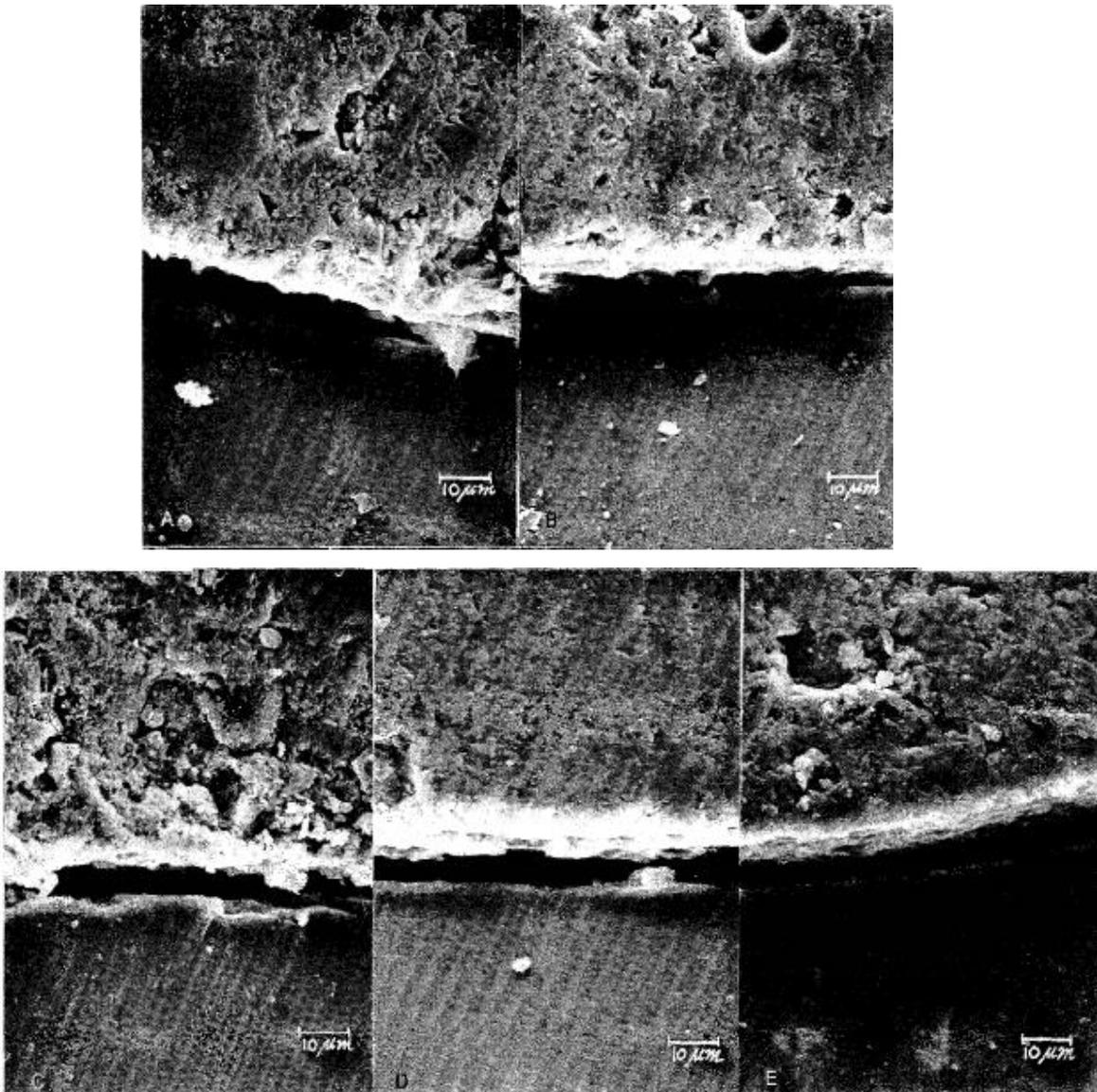


Figura 30. Micrografías electrónicas de barrido de los márgenes gingivales con un aumento original de x1000.

(La parte superior es resina compuesta).

- A) Técnica a granel irradiada desde una dirección.
- B) Técnica a granel irradiada desde 3 direcciones.
- C) Técnica estratificación horizontal.
- D) Técnica de estratificación de capas oblicuas.
- E) Técnica de estratificación de capas faciolinguales.

Aunque esta técnica fue la que tuvo mejores resultados, no mostró diferencias significativas a comparación de las otras técnicas empleadas en el estudio.

Para concluir cabe mencionar que el uso de técnicas incrementales puede reducir, mas no eliminar las brechas marginales resultantes de la contracción, sin embargo aseguran la polimerización completa de la resina, así como la reducción del estrés de contracción durante la polimerización.³⁷

CAPÍTULO 7. PROTOCOLO

Todos los factores y las técnicas de estratificación mencionadas a lo largo de este trabajo ayudan a disminuir el estrés de contracción, pero no solo depende de estos puntos, si no que para lograr un mejor resultado en el tratamiento restaurador adhesivo y disminuir el estrés, se debe realizar una correcta adhesión al sustrato (ya sea dentina o esmalte) y esto depende del protocolo que sigue cada clínico a la hora de restaurar un diente.

A continuación se describirá un protocolo para la colocación de una restauración adhesiva directa.

1.- Se aísla el/los diente/s con aislamiento absoluto con ayuda de un dique de hule. Figura 31.



Figura 31. Aislamiento absoluto de un molar inferior.

2.- Se realiza la eliminación total del tejido cariado/restauración filtrada. Se puede utilizar el detector de caries si el clínico lo cree conveniente. ^{Figura 32.}



Figura 32. Colocación de detector de caries.

3.- Se realiza un microarenado (proceso que se lleva a cabo con ayuda de óxido de aluminio de 50 μm), se lava con agua y se seca. ^{Figura 33.}



Figura 33. Microarenado con óxido de aluminio de 50 μm .

4.- Se coloca ácido ortofosfórico al 35% de manera que se haga un grabado ácido total de la cavidad (tanto en esmalte como en dentina) y dejarlo 20 segundos para posteriormente lavar con abundante agua y secar. Figura 34.



Figura 34. Colocación de ácido grabador.

5.- Una vez retirado el ácido grabador se coloca clorhexidina por aproximadamente 35 segundos y se lava con abundante agua.

6.- Se seca la cavidad con ayuda de un eyector de endodoncia o en su caso con torundas de algodón (se debe tener cuidado de no desecar la cavidad).

7.- Se comienza a colocar el primer durante aproximadamente 1 minuto de tal manera que penetre los túbulos dentinarios.

8.- Se coloca aire durante 10 seg aproximadamente para esparcir de mejor manera el primer y evaporar el solvente.

9.- Se coloca el adhesivo y se frota sobre la dentina. Figura 35.

10.- Posteriormente se coloca aire.

11.- Se fotopolimeriza el adhesivo durante 20 segundos.



Figura 35. Foto de molar inferior después de la fotopolimerización del adhesivo.

12.- Se comienza a colocar la resina con la técnica de estratificación que haya sido elegida por el clínico dependiendo el tipo de cavidad que se va a restaurar.

13.- Se fotopolimeriza cada capa de composite durante 20 segundos.

14.- Se da anatomía con la última capa de composite y se fotopolimeriza por 20 segundos. Figura 36.



Figura 36. Colocación del composite dando anatomía al diente.

15.- Se coloca resina fluida con el fin de generar un correcto sellado marginal, de tal manera que no queden espacios por donde se puedan infiltrar microorganismos.

16.- Se checa oclusión y puntos prematuros de contacto con ayuda de papel de articular y se rebajan con una fresa de balón.

17.- Se pule la restauración. Figura 37.



Figura 37. Resultado final de la restauración.

CONCLUSIONES

- El estrés generado por la contracción es un problema muy importante en este tipo de restauraciones, el cual se ha tratado de disminuir con el paso de los años. Gracias a todos los avances tecnológicos y estudios científicos que se han obtenido se han logrado encontrar soluciones para disminuir el estrés en las restauraciones adhesivas directas.
- Hoy en día no hay una técnica de estratificación en específico con la cual se pueda reducir en su totalidad el estrés de contracción, por lo tanto el clínico es quien decide que técnica es la que va a utilizar dependiendo de la cavidad que vaya a restaurar.

David Alleman ²⁵ nos recomienda el uso de la técnica de estratificación horizontal en cavidades que presenten una geometría compleja.

Así mismo tomando en cuenta la información del estudio realizado por Anthony H, et al. ⁴² en cavidades clase II, la brecha generada por la contracción fue menor con la técnica horizontal, pero no mostró diferencias significativas a las demás técnicas estudiadas.

De esta manera se puede concluir que si bien las técnicas incrementales ayudan a disminuir el estrés también existen diferentes factores que van de la mano, como lo son: el conocer el sustrato sobre el que se va a trabajar y su comportamiento en la adhesión, el factor C, la jerarquía de la adhesión, el comenzar (si es posible) la polimerización del composite con una intensidad baja y paulatinamente ir subiendo la intensidad, hoy en día existen muchas lámparas de fotocurado que ya integran esta función, otro factor importante es el no exceder los 2 mm de material restaurativo entre cada capa y sobre todo el realizar un correcto protocolo tanto de fotopolimerizado como adhesivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Mutis, M. J., Carlos, J., Odontólogo, P., & Odontólogo, G. C. (n.d.). Las amalgamas dentales: ¿un problema de salud pública y ambiental? Revisión de la literatura. Redalyc.org. Retrieved December 9, 2022, from <https://www.redalyc.org/pdf/2312/231221606008.pdf>
- 2.- Brenna, F. (2010). Odontología Restauradora : Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro: Procedimientos Terapéuticos Y Perspectivas de Futuro. Elsevier Masson.
- 3.- Figura 1. FUENTE PROPIA.
- 4.- Figura 2. Inés Iranzo clínica dental. Cuatro signos de que un empaste dental está deteriorado. [Internet]. 2022 [Citado el 20 de Octubre del 2022]. Disponible en: <https://clinicainesiranzo.com/empaste-dental-roto-valencia-dentista-deteriorado/>
- 5.- Figura 3. Brenna, F. (2010). Odontología Restauradora : Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro: Procedimientos Terapéuticos Y Perspectivas de Futuro. Elsevier Masson. Página 280.
- 6.- Camps Alemany, I. (2004). La evolución de la adhesión a dentina. Avances En Odontoestomatología, 20(1), 11–17. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852004000100002>
- 7.- George F, Andres K, Karl L, Kelvin I. Sistemas adhesivos dentales: 7 generaciones de evolución. ResearchGate. 2017. 10-21.
- 8.- Figura 4. Kerr. Optibond TM FL [Internet]. Kerr. [Citado el 15 de Octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.kerrdental.com/es-mx/productos-para-restauracion-dental/optibond-fl-adhesivos-dentales>

- 16.- Figura 12. Gómez Ferraris, Campos Muñoz. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 2009. Volumen 4. Página 205.
- 17.- Freddy M, Mario O, Carlos M. Métodos de separación y técnicas de observación microscópica de la unión amelodentinaria: revisión sistemática de la literatura. Univ Odontol. 2013 Jul-Dic; 32(69): 19-34.
- 18.- Fig 11. FUENTE PROPIA.
- 19.- Fig 13. Gómez Ferraris, Campos Muñoz. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 2009. Volumen 4. Página 192.
- 20.- Fig 14. Gómez Ferraris, Campos Muñoz. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 2009. Volumen 4. Página 198.
- 21.- Fig 15. Gómez Ferraris, Campos Muñoz. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 2009. Volumen 4. Página 200.
- 22.- José J. Factor C en operatoria dental. ADM. 2010; vol. LXVII (2). pp.83-87.
- 23.- Figura 16. Dra. Pamela D, Dra. Miqueas E, Dra. Mónica E, et al. Universidad Diego Portales Escuela de Odontología. Preparaciones biológicas para resina compuesta. [Internet]. Universidad Diego Portales Escuela de Odontología. [Citado el 28 de Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://bibliotecas.udp.cl/cms/wp-content/uploads/2020/06/diaporama9.pdf>
- 24.- Figura 17. FUENTE PROPIA.
- 25.- David S. et al. The Protocols of Biomimetic Restorative Dentistry: 2002 to 20017, Increase the longevity of restorations with the biomimetic approach. Inside Dentistry, 2007; Volume 13: 64-73.

- 26.- Carrillo Sánchez, C. et al. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. ADM. 2009; Vol. LXV, No. 4: 10-14.
- 27.- Moradas Estrada, M., & Álvarez López, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. Avances En Odontoestomatología, 33(6), 261–272.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000600002
- 28.- Figura 18. ODONTOLOGY BG. Tetric N-Ceram Jeringa. [Internet]. ODONTOLOGY BG. [Citado el 30 de Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://plus.odontologybg.com/producto/tetric-n-ceram-jeringa/>
- 29.- Figura 19. Figura 17. Dentalmex Depósito Dental. COLORIMETRO. VITA CLASSICAL. [Internet]. Dentalmex Depósito Dental. [Citado el 30 de Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.dentalmex.mx/producto/colorimetro-vita-classical/>
- 30.- Figura 20. FUENTE PROPIA.
- 31.- Figura 21. iluminet revista de iluminación. ¿Y la luz en la odontología? [Internet]. Iluminet revista de iluminación. 2019. [Citado el 30 de Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.iluminet.com/luz-odontologia/>
- 32.- Figura 22. REDOE. Uso de las bases cavitarias en odontología conservadora actual. [Internet]. REDOE. 2007. [Citado el 07 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://www.redoe.com/ver.php?id=49>

- 33.- Adela H, et al. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. SCIELO. 2006; Vol, 11. No. 2.
- 34.- Carrillo S. et al. Método de activación de la fotopolimerización. ADM. 2009; Vol. LXV, No. 5: 18-28
- 35.- Alain M. et al. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. SCIELO. 2016; Vol. 15, No. 1.
- 36.- Figura 23. Figura 21. Carlos F, Alexander N, Ezequias R, et al. FGM DENTAL GROUP. Aumentando la previsibilidad de carillas cerámicas con el uso de cemento resinoso con sistema avanzado de polimerización (APS). [Internet] FGM DENTAL GROUP. 2022 [Citado el 30 de Noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://fgmdentalgroup.com/latam/blog/posts/aumentando-la-previsibilidad-de-carillas-ceramicas-con-el-uso-de-cemento-resinoso-con-sistema-avanzado-de-polimerizacion-aps/>
- 37.- Yadav, K. D. (2018). Techniques in Direct Composite Restoration. Modern Approaches in Dentistry and Oral Health Care, 3(5). <https://doi.org/10.32474/madohc.2019.03.000174>
- 38.- Fig 24. Veeramachaneni C, Laharika R, Vijetha B, Muralidhar T. Incremental techniques in direct composite restoration. NIH J Conserv Dent. 2017 Nov-Dec; 20(6).
- 39.- Fig 25. Veeramachaneni C, Laharika R, Vijetha B, Muralidhar T. Incremental techniques in direct composite restoration. NIH J Conserv Dent. 2017 Nov-Dec; 20(6).

- 40.- Fig 26. Veeramachaneni C, Laharika R, Vijetha B, Muralidhar T.
Incremental techniques in direct composite restoration. NIH J Conserv Dent. 2017 Nov-Dec; 20(6).
- 41.- Veeramachaneni C, et al. Incremental techniques in direct composite restoration. NIH J Conserv Dent. 2017 Nov-Dec; 20(6): 386–391.
- 42.- Anthony H, et al. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. 1992; J Prosthet Dent, 67 (1): 62-6.
- 43.- Fig 27. Veeramachaneni C, Laharika R, Vijetha B, Muralidhar T.
Incremental techniques in direct composite restoration. NIH J Conserv Dent. 2017 Nov-Dec; 20(6).
- 44.- Simone D. David N. An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. 2002; JADA, Vol. 133: 1387-1398.
- 45.- Fig 28. Anthony H., Brian H. Carla L. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. 1992; J Prosthet Dent, 67 (1): 62.
- 46.- Fig 29. Anthony H., Brian H. Carla L. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. 1992; J Prosthet Dent, 67 (1): 63.
- 47.- Fig 30. Anthony H., Brian H. Carla L. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin

restorations. 1992; J Prosthet Dent, 67 (1): 64.

48.- Figura 31. FUENTE PROPIA.

49.- Figura 32. FUENTE PROPIA.

50.- Figura 33. FUENTE PROPIA.

51.-Figura 34. FUENTE PROPIA.

52.- Figura 35. FUENTE PROPIA.

53.- Figura 36. FUENTE PROPIA.

54.- Figura 37. FUENTE PROPIA.