



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

IMPORTANCIA DEL SELLADO DENTINARIO INMEDIATO
EN RESTAURACIONES ADHESIVAS INDIRECTAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

AKIRA DIEGO VICTORIA TAKANE

TUTOR: Mtra. LAURA TAKANE TORRES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

I.	Introducción.	4
	Resumen.	6
	Planteamiento del problema.	7
	Pregunta de investigación.	7
	Justificación del estudio.	7
	Objetivo General.	7
	Objetivos Específicos.	8
II.	Marco Teórico.	
1.	Historia de la Adhesión.	9
2.	Estructuras coronarias dentales.	15
2.1.	Esmalte.	15
2.2.	Dentina.	19
2.2.1.	Estructura de la dentina.	22
2.3.	Pulpa.	26
3.	Definición de Adhesión.	28
4.	Tipos de Adhesión.	28
4.3	Adhesión a Dentina.	28
4.4	Adhesión a Esmalte.	29
5.	Sistemas Adhesivos.	31
5.1	Generación de sistemas adhesivos.	31
5.2.	Clasificación de sistemas adhesivos según su mecanismo de acción.	36
5.2.1	Sistemas Adhesivos de Grabado Total (“ <i>etch-and-rinse</i> ”).	36
5.2.2	Sistemas Adhesivos Autocondicionantes (“ <i>self-etch</i> ”).	37
5.3	Clasificación de Adhesivos según su relleno.	38
5.4	Mecanismo de unión.	39
5.4.1	Capa híbrida.	40
5.4.2	<i>Tags</i> de resina.	42

6	Sellado Dentinario Inmediato.	43
	6.1 Indicaciones del sellado dentinario inmediato.	43
	6.2 Ventajas.	44
	6.3 Desventajas.	45
	6.4 Técnica de sellado dentinario inmediato.	47
	6.4.1 Identificación de dentina.	47
	6.4.2 Profundidad de la preparación.	48
	6.4.3 Técnica Adhesiva.	49
	6.4.4 Interacción con la impresión.	52
	6.4.5 Precaución con la provisionalización.	54
	6.4.5.1 Material de restauración provisional.	54
	6.4.5.2 Tipo de cemento provisional.	54
	6.4.5.3 Métodos de acondicionamiento.	55
	6.4.5.4 Periodo de provisionalización.	56
	6.4.6 Colocación final de la restauración.	57
	6.4.7 Sensibilidad posterior a la cementación.	58
7	Restauraciones indirectas adhesivas.	59
	7.1 Preparaciones para restauraciones indirectas adhesivas.	59
	7.1.1 Inlay.	59
	7.1.2 Onlay.	59
	7.1.3 Overlay.	60
	7.1.4 Carillas.	61
	7.1.5 Coronas totales.	62
	7.2 Materiales de restauraciones indirectas.	64
	7.3 Protocolo de acondicionamiento de restauraciones Indirectas.	67
III.	Discusión.	68
IV.	Conclusión.	71
V.	Bibliografía.	72

I. INTRODUCCIÓN.

La Odontología adhesiva trata de la unión principalmente del esmalte y la dentina. Estos sistemas han sufrido grandes transformaciones y han revolucionado la práctica de la Odontología. La adhesión exitosa a la dentina es particularmente importante, ya que la resistencia final del complejo restauración/diente depende en gran medida de estos procedimientos.

La Odontología restauradora indirecta actual recomienda preparaciones conservadoras, utilizando gran irrigación de aire-agua y cortes intermitentes, para luego realizar la impresión y protección provisional con una variedad de materiales.

El manejo de los tejidos dentales entre la fase de preparación y provisionalización del tratamiento restaurador, es un papel fundamental en el éxito de las restauraciones adheridas indirectamente. En el desarrollo de estas restauraciones, la dentina vital está expuesta inmediatamente después de la preparación del diente, y es susceptible de sufrir agresiones por infiltración bacteriana y microfugas durante la fase de provisionalización.¹ Debido a los túbulos dentinarios expuestos puede generar colonización de microorganismos, sensibilidad posoperatoria e irritación pulpar.

Por ello, siempre que se haya expuesto un área sustancial de dentina accesible durante la preparación del diente para restauraciones adheridas indirectamente, se recomienda la aplicación local de un agente adhesivo de dentina (Denting Bonding Agent).² Esto es particularmente más útil cuando se trata de restauraciones parciales (veeners, inlay) donde los provisionales sellados y estables pueden ser bastante difíciles de obtener.⁵

Los principios para la unión de la dentina están basados en el trabajo de Nakabayashi y col. en 1980.⁸ El principio de la unión de la dentina es crear una interfase, también llamada capa híbrida, por la interpenetración de monómeros en los tejidos duros. Una vez que la resina infiltrante se polimeriza, puede generar una unión "estructural" algo similar a la interfase formada en la unión dentinoesmalte (Dentinoenamel Junction).²

Existen sorprendentes similitudes entre la unión dentinoesmalte y los principios actuales de la hibridación dentina-resina. Ambos pueden considerarse interfaces complejas (reforzadas con fibrillas) y no simples interfaces. En consecuencia, el rendimiento clínico del agente adhesivo de dentina actual ha mejorado significativamente, lo que permite colocar restauraciones adhesivas con un nivel de éxito clínico altamente predecible. La simulación del agente adhesivo de dentina por hibridación ha demostrado establecer una nueva referencia para la optimización de los procedimientos de adhesión y abre una amplia ventana de oportunidades para la restauración biomimética y conservadora de dientes utilizando porcelana adhesiva como sustituto de esmalte. ²

La preparación del diente para restauraciones adheridas indirectamente como inlays, onlays, carillas y coronas puede generar una gran exposición de la dentina.

El llamado sellado dentinario inmediato (IDS), logra una fuerza de unión mejorada, menos formaciones de espacios, menor fuga bacteriana, sensibilidad de dentina reducida, preservación de la estructura dental, comodidad del paciente y supervivencia a largo plazo de las restauraciones adheridas indirectamente. ²

La técnica clínica del sellado dentinario inmediato, no es particularmente complicada, consiste en: grabar la dentina con ácido fosfórico; colocar un agente adhesivo; frotar el agente adhesivo y fotopolimerizar; se deben tomar dos precauciones para evitar posibles problemas; cuando se coloca el adhesivo después de la preparación; debe activarse con la luz dos veces, la segunda vez bajo una capa de glicerina para evitar la formación de una capa inhibida por el Oxígeno, que podría interactuar con el material de impresión. Además, antes de fabricar la restauración provisional, la preparación debe recubrirse generosamente con un medio separador, como vaselina, para evitar que la restauración provisional se adhiera a la superficie del diente tratado. ⁴

Es necesario seguir algunos principios básicos durante el procedimiento clínico de hibridación dentina-resina, siendo los más importantes los relacionados con los problemas de contaminación de la dentina y susceptibilidad de la capa híbrida al colapso por fuerzas de compresión, hasta su polimerización. Estos factores, cuando

se consideran dentro del marco de las restauraciones adheridas indirectamente, llevan a la conclusión de que la dentina debe sellarse inmediatamente después de la preparación del diente. ¹

Resumen

El propósito de esta investigación es revisar la literatura disponible sobre la técnica del sellado dentinario inmediato en restauraciones adhesivas indirectamente.

Consiste en la aplicación y polimerización inmediata del agente adhesivo de dentina a la dentina recién cortada, antes de la toma de impresión. Proporciona excelentes ventajas durante el uso de las restauraciones provisionales evitando contaminación a la dentina. Ya que forma una capa híbrida sellando completamente los túbulos dentinarios expuestos. Dando lugar a una mejor resistencia de la unión, menos formaciones de espacios, una menor filtración bacteriana y una menor sensibilidad de la dentina.

Se recomienda el uso de resinas adhesivas rellenas (bajo módulo elástico) que generan un grosor uniforme del agente adhesivo. La literatura indica que este procedimiento, el sellado dentinario inmediato, tiene una influencia positiva en la preservación de la estructura del diente, la comodidad del paciente y la supervivencia a largo plazo de las restauraciones adheridas indirectamente.

Con base en los artículos revisados se determinó que al realizar un buen sellado dentinario inmediato con un agente adhesivo después de la preparación dental, incrementa sus beneficios como protección, disminución de la sensibilidad dental y adhesión, lo cual debe considerar el odontólogo al momento de realizar restauraciones indirectas.

Planteamiento del Problema.

Índice de fracaso por falta de conocimiento de un protocolo adecuado en el sellado dentinario inmediato, generando sensibilidad pos operatoria en restauraciones adhesivas indirectas.

Pregunta de investigación.

¿Qué importancia tiene el realizar un correcto sellado dentinario inmediato en las preparaciones para restauraciones indirectas?

Justificación del estudio.

El propósito de este proyecto de investigación es determinar la importancia del sellado dentinario inmediato para profundizar paso a paso en el correcto protocolo de la aplicación de dicha técnica, debido al uso de restauraciones adhesivas indirectas en la actualidad. Así, el presente trabajo permitirá conocer las ventajas y desventajas que conlleva realizar el sellado dentinario inmediato; además de ofrecer una técnica que puede evitar futuras molestias al paciente.

Objetivo General.

El propósito de este trabajo, es revisar en la literatura la importancia del procedimiento clínico del sellado dentinario inmediato en restauraciones adhesivas indirectas, debido a que existen diferencias en la aceptación de la técnica entre los autores.

Objetivos Específicos.

1. Determinar las ventajas del sellado dentinario inmediato después de la preparación dental y después del cementado de la restauración final.
2. Determinar las desventajas del sellado dentinario inmediato después de la preparación dental y después del cementado de la restauración final.
3. Detallar los protocolos del correcto manejo de la técnica de sellado dentinario inmediato.
4. Detallar los sistemas adhesivos según su mecanismo de acción.

II. Marco Teórico.

1. Historia de la adhesión.

El tratamiento restaurador del diente se lleva a cabo por la interacción del material restaurador y la estructura dentaria mediante un sistema adhesivo, lo que permite una unión mecánica tanto biológica como funcional.

A principios del siglo XIX se empiezan a sellar los dientes con cemento de Fosfato de Zinc, siendo repuesto periódicamente por su incapacidad de adherirse al diente. Hasta fines del siglo XIX, la Odontología restauradora se desarrollaba a expensas de nuevos materiales para cubrir las cavidades de los dientes. Es a partir de la interrelación entre el diente y el material restaurador cuando se podría hablar del comienzo de la "Era adhesiva" en la Odontología.⁹

Para lograr tener éxito en la adhesión al diente, se debía conocer que la dentina es más hidrófila y compuesta por hidroxiapatita (70%), colágeno (18%) y agua (12%); en comparación, el esmalte menos hidrófilo y constituido por material inorgánico (95%), agua (4%) y material inorgánico (1%).

Hacia la década de los cincuenta, tenía aparición la Odontología adhesiva, con el primer adhesivo SEVRITION (1951), desarrollado por Hagger⁹ y cuya composición era la del Ácido glicerofosfóricodimetacrilato. En un medio húmedo, la unión era inestable y se descomponía. (Fig. 1).

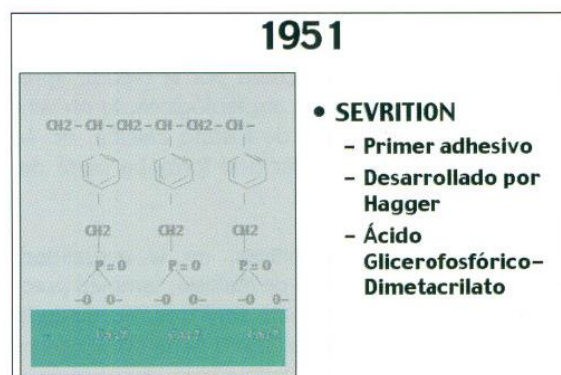


Fig. 1. Reacción química del adhesivo Sevrition.⁹

Las bases de la Odontología adhesiva moderna se sentaron en 1955, cuando Buonocore¹⁰ informó que los ácidos podrían usarse para alterar la superficie del esmalte y "hacerlo más receptivo a la adhesión". Actualmente, la Academia de Odontología General (The Academy of General Dentistry) marcó ese desarrollo como uno de los avances científicos más sobresalientes de la odontología en el Siglo XX.⁸

Esto marcó el lanzamiento de la Odontología adhesiva, cuando se descubrió que la acción grabadora del agente ácido; generaba irregularidades microscópicas en la superficie del esmalte (Fig. 2), sobre la cual el material a base de resina podía fluir y penetrar en las indentaciones, creadas para favorecer una unión mecánica sobre la estructura acondicionada al momento de endurecer.⁸



Fig. 2. Microscopia eléctrica del esmalte grabado.⁸

Se sumó Bowen⁹ con la obtención de una resina capaz de adherirse al diente grabado con ácido. Dicha resina es el bisfenol-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), cuya molécula contiene tres zonas: una central, que proporciona rigidez a la resina, dos áreas a lo largo de la cadena, que proporcionan viscosidad y unos extremos que permiten establecer la polimerización para lograr conseguir la reticulación del polímero (Fig. 3).⁹

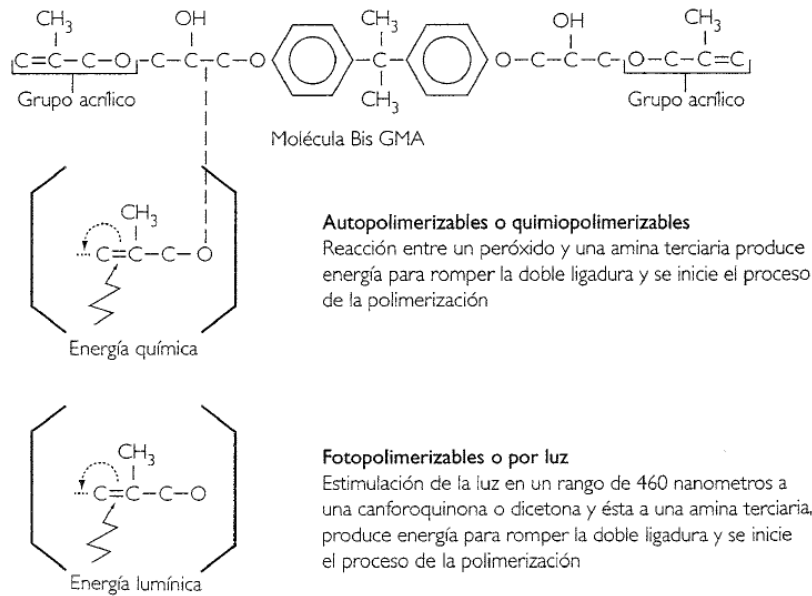


Fig. 3. Reacción química de la molécula Bis-GMA y la reacción química dependiendo de su modo de polimerización. ¹⁴

En 1965, Bowen propone el primer adhesivo dentinario comercial con una molécula, el NPG-GMA (Nfenilglicina-glicidil Metacrilato) que era bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta y el otro extremo se uniría a la dentina. Este adhesivo se llamó Cervident de la S.S. White, ⁹ (Fig. 4) pero en los resultados a 3 años mostraban un 50% de fracasos adhesivos, de las cuales la mitad era en los primeros 6 meses del tratamiento. Esto se debió a las malas propiedades de humectación y cristalización post secado, que reduce la superficie para la unión con la resina. ⁹

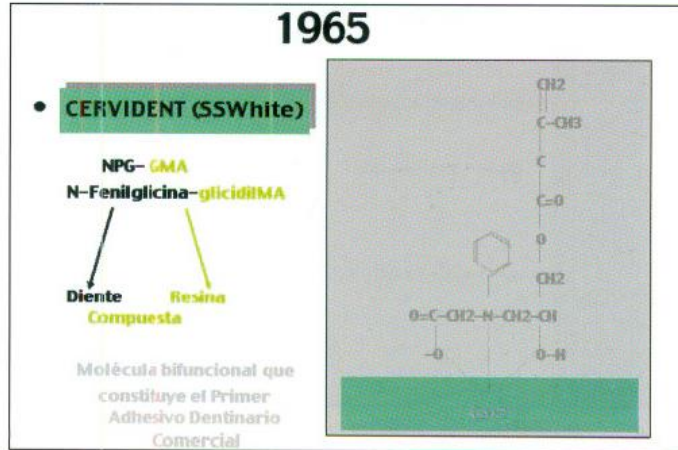


Fig. 4. Reacción química del adhesivo Cervident.⁹

En 1972, Chow y Buonocore⁸ demostraron que las concentraciones por debajo de 30% de Ácido fosfórico no eran tan aceptables para ser utilizadas como agentes grabadores porque al actuar sobre el esmalte, podían formar bioproductos de reacción que no eran fácilmente eliminados de la superficie e interferirían en la obtención de valores altos de retención.⁸

En 1978, se comercializa el primer adhesivo dentinario a base de fosfatos, Clearfil Bond System de Kuraray, con un monómero hidrófobo, el metacriloxietil-fenil-hidrógenofosfato, y un metacrilato hidrosoluble, HEMA (Hidroxietilmetacrilato) y con activadores químicos, por lo que se presentó como un sistema de dos componentes.⁹ Su mecanismo de unión era la interacción entre los fosfatos y el calcio de la dentina y del esmalte sin grabar; tenía muy poca adhesión (3 MPa) debido a la poca humectación de la dentina, pero mejora con el grabado total.

En la década de los 80 tuvo lugar una explosión de adhesivos dentinarios de diferentes composiciones químicas:

- **Los Fosfatos.**

La unión se logra por la reacción entre el fosfato del adhesivo y el Calcio del diente. Surge en 1983 el Scotchband 3M, un esterfosfato del Bis-GMA con dos componentes: la resina hidrofóbica por Diclorofosfato del Bis-GMA al 57%, un 43% de TEG-DMA (Trietilglicidildimetacrilato) e iniciador de peróxido

de benzoilo y el líquido (98% etanol, aceleradores canforoquinonas 0,06%).⁹ Generaba una fuerza de adhesión de 5 MPa a esmalte, y en dentina sólo una séptima parte. ⁹ Se creía que los grupos fosfato podían crear una unión química a la dentina por el calcio del barrillo dentinario que se reblandecía. El fracaso era por disociación del fosfato y pérdida de la unión a dentina, además generaba microfiltración. La diferencia en los coeficientes de expansión térmica producía filtraciones y aceleraba el proceso.

- **Los Oxalatos**

En los años 80, Bowen y Cobb ⁹ describen un sistema de unión con una solución acuosa de Oxalato férrico; después lo sustituyen con Oxalato de aluminio para evitar pigmentar el diente.

En 1982 lo introducen como Tenure de Den-Mat, que consistía en 8 pasos y evolucionó como un acondicionador de Oxalato de Aluminio (3.5%), Ácido Nítrico (2.5%) y agua (94%), una solución A con NPG-GMA acetona 94% y solución B 10% de PM-DM. ⁹ Actuaba despegando el barrillo dentinario para que la resina fluyera en los túbulos dentinarios.

Los Adhesivos a base de fosfatos y oxalatos son conocidos como adhesivos de 1^{era} y 2^{da} generación. ⁹

- **Sistema Gluma.**

En 1985, Munksgaard y Asmussen ⁹ crean un adhesivo que graba el esmalte con Ácido fosfórico (37%). Graba la dentina con EDTA (17%). Después realiza la imprimación con glutaraldehído (5%). Después surge una condensación con el HEMA (35%) y agua (65%) con glutaraldehído. Sigue fotopolimerizar la unión con el colágeno de la dentina; esto genera polímeros con el glutaraldehído que crean una barrera a la penetración del monómero en las fibras de colágeno. Es considerado de tercera generación.

En la década de los 90, surgen los adhesivos dentinarios basados en Primers acuosos, con el fin de ser más hidrofílicos por las características de la dentina y mejorar la unión. Consistían de un acondicionador de dentina y esmalte, que limpia la interfase dental y elimina el barrillo dentinario, además del Primer “acuoso”, que humedece la dentina, incrementa la permeabilidad del barrillo dentinario, proporcionan retención micromecánica de la superficie dentinaria y provee de unión química, que mejora el potencial de interacción entre el barrillo alterado y la superficie de la dentina. ⁹ El adhesivo, como resina hidrofóbica, sería el tercer elemento. [p. Ej. Scotchbond 2, XR Bond (Kerr), Primer Universal Bond 2 y Tripton (coE)]. La capacidad de unión de éstos, estaba alrededor de los 10-12 MPa.

En la actualidad, la capacidad de unión a las estructuras dentales, es clínicamente aceptable, y los sistemas adhesivos se han desarrollado para lograr la simplificación de la técnica con el objeto de minimizar errores, lo que ha dado pie a huir de las clasificaciones basadas en los cambios generacionales y fundamentar la clasificación según su forma de uso. Así, podemos hablar de adhesivos dentinarios de uno, dos o tres pasos clínicos. En este último caso, el primer paso sería el acondicionamiento o grabado del diente, el segundo, la imprimación con la resina hidrófila y el tercero, la impregnación con la resina adhesiva. Estos dos últimos pasos pueden simplificarse en uno solo, de forma que tras el grabado, impregnaríamos la superficie del diente lavado y secado pos grabado con una solución que lleva resinas hidrófilas e hidrófobas.

2. Estructuras coronarias dentales.

2.1 Esmalte.

Es el tejido más duro del organismo debido a que está constituido por millones de prismas en todo su espesor y se localiza en la zona más externa de la corona del diente; es la parte visible de los dientes y se encuentra en contacto con el medio bucal externamente y con la dentina internamente.

Está formado por una célula llamada Ameloblasto, que significa formadora de esmalte. Este tejido no tiene la capacidad de regenerarse, y contiene un 96% de matriz inorgánica son cristales de hidroxiapatita que forman prisma del esmalte, minerales de calcio y fosfatos, 3% de agua y 1% de matriz orgánica; es acelular, avascular y sin inervación con un espesor de 2 a 3 mm. ⁶

Las proteínas en el esmalte son Amelogeninas en un 90%, que comienzan a formarse desde el proceso de amelogénesis y disminuyen a medida que madura el esmalte; Enamelinas en un 2-3% en la periferia de los cristales, formando proteínas de cubierta; Ameloblastos en un 5% más superficial del esmalte; Tuftelina en un 1%, localizados en la zona de unión amelodentinaria, y Parvalvulina, asociada al transporte de calcio desde el medio intracelular al extracelular.

Amelogénesis

El color del esmalte varía de acuerdo a la translucidez y al color de la dentina, desde el blanco amarillento al gris. Dada su escasa permeabilidad y radiopacidad, la dentina determina el color del diente y no el esmalte.

Es el mecanismo de formación del esmalte que comprende 2 etapas:

- a) Elaboración de la matriz orgánica extracelular.
- b) Mineralización casi inmediata de la misma. Se comprende de formación, nucleación y elongación de los cristales, eliminación de la matriz orgánica y maduración del cristal.

Los Ameloblastos son células altamente especializadas y para el proceso de diferenciación se requiere de la presencia de dentina. Así mismo, éste sigue la dentina y se posiciona hasta el asta cervical del germen dentario.

Histológicamente se presenta en la zona externa del esmalte los prismas del esmalte. En los dientes primarios su formación es horizontal en cervical, mientras que en cúspides son perpendiculares a la unión amelodentinaria. En dientes permanentes la formación de los prismas se desvía hacia apical para resistir de manera eficaz las fuerzas de masticación.

En la zona de unión esmalte-dentina se encuentra esmalte aprismático, que carece de prismas del esmalte, los cristales de hidroxiapatita se disponen paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie externa, manteniendo un patrón de formación tipo "R" en la corona y en la zona cervical, y en las superficies oclusales un patrón tipo "P".

Debido al desgaste fisiológico producido por las fuerzas de masticación que transcurre con la edad en los pacientes no se pueden identificar los "mamelones" que son formaciones del esmalte en la zona incisal.

Estructuras del esmalte.

- **Estrías Retzius.**

Incrementos en la mineralización del esmalte que originan depresiones (Fig.5).

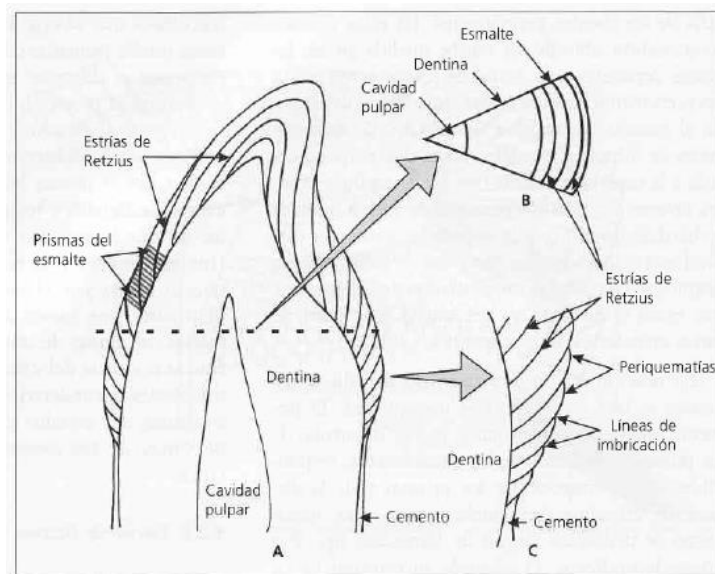


Fig. 5. Disposición de las estrías de Retzius en las diferentes zonas del esmalte. ⁶

- **Fisuras del esmalte.**

Invaginaciones de morfología y profundidad variable que corresponden a hipomineralización. Existen 3 tipos: V, I y Y.

- **Bandas de Hunter-Scherger**

Bandas oscuras (diazonas) y claras (parazonas) de diferentes anchos; se originan en el borde amelodentinario, dirigiéndose hasta la superficie externa del esmalte (Fig. 6).



Fig. 6. Corte sagital de un diente. Véase las estrías de Retzius, esmalte, bandas de Hunter-Schreger y dentina. ⁶

- **Penachos de Linderer**

Son prismas hipocalcificados recorriendo el esmalte hasta una tercera parte de su espesor; tienen forma de arbustos.

- **Esmalte nudoso**

Zona singular del esmalte prismático formado por una interrelación entre los prismas, que se localiza en cúspides dentarias (Fig. 7).

- **Conexión amelodentinaria**

Relación entre esmalte y dentina (Fig. 7).

- **Husos adamantinos**

Aspecto de clavav irregulares que se encuentran a nivel amelodentinario; alojan las prolongaciones de Odontoblastos (Fig. 7).

- **Laminillas del esmalte.**

Formaciones finas y delgadas que se extienden desde la superficie del esmalte hasta la dentina (primaria y secundaria) (Fig. 7).

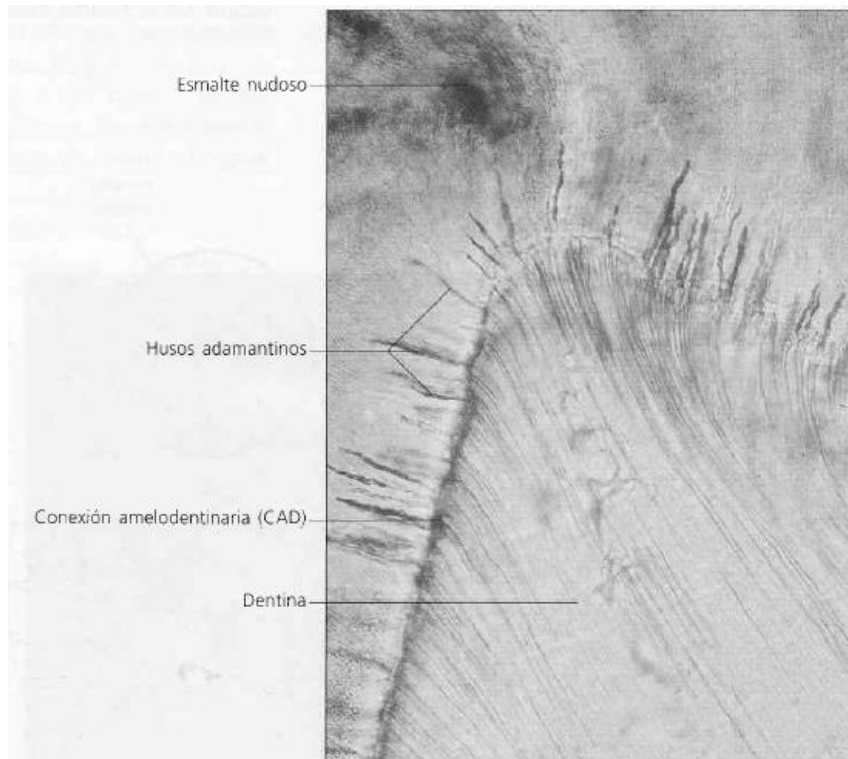


Fig. 7. Se observa el esmalte nudoso, husos adamantinos, conexión amelodentinaria y dentina. ⁶

2.2 Dentina.

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen del diente. En la porción coronaria está recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la región radicular está tapizada por el cemento. Interiormente, delimita la cámara pulpar, que contiene a la pulpa dental. ⁶

El espesor de la dentina varía según el diente: en incisivos inferiores es mínimo (1 – 1.5 mm), mientras que en caninos y molares es de 3 mm, aproximadamente. Éste es mayor en los bordes incisales o cuspidos y menor en la raíz. Recordemos que debido al crecimiento de dentina secundaria, espesor aumenta en los dientes viejos. ⁶

La dentina se compone de aproximadamente un 70% de material inorgánico, 20% de material orgánico y 10% de agua. ⁷ El principal componente inorgánico es la hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$.

La matriz orgánica consta de proteínas, donde la más común es la colágena tipo 1. Por otra parte las proteínas no colágenas más comunes son la dentinofosfoproteína (DPP), proteína de matriz de dentina 1 (DMP1), sialoproteína de dentina (DSP), osteopontina (OPN), osteocalcina y sialoproteína ósea (BSP). ⁷

La elasticidad de la dentina por medio de las fibras colágenas aporta flexibilidad al frágil esmalte suprayacente y permite que se produzca el impacto de la masticación sin fracturarlo. La unión esmalte-dentina (UED) es un borde festoneado irregular que aumenta el contacto y la adherencia entre dentina y esmalte, manteniendo juntos los dos tejidos duros durante la masticación (Fig. 8). ⁷

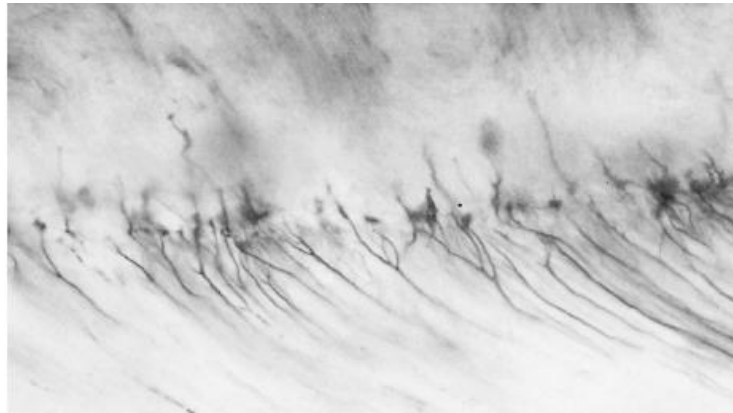


Fig. 8. Corte de un diente sagitalmente. Se pueden observar las ramificaciones de los túbulos dentinarios cerca de la unión esmalte-dentina. ⁷

La dentina primaria se forma durante el desarrollo del diente hasta que los dientes erupcionan. Se secreta a una velocidad relativamente alta y forma la mayor parte de la dentina del diente. Tiene una estructura regular y contiene túbulos dentinarios que forman una curvatura primaria en forma de S por el movimiento direccional de los odontoblastos. ⁷

Tras la erupción de los dientes, los odontoblastos siguen depositando dentina, pero cambian ligeramente de dirección, lo que contribuye a la inclinación de los túbulos

dentenarios y se conoce como dentina secundaria, que se sintetiza a una velocidad mucho más lenta y tiene una estructura menos regular que la primaria.⁷

La dentina terciaria o dentina reparadora, es secretada por odontoblastos originales, o en caso de muerte, por odontoblastos de sustitución recién diferenciados, que surgen de células madre mesenquimatosas próximas.⁷ A diferencia de la dentina primaria y secundaria, la dentina terciaria, tiene estructura desorganizada se crea como consecuencia de un proceso patológico, a saber caries o abrasión oclusal. La función de la dentina terciaria es proteger la pulpa de influencias nocivas (Fig. 9).

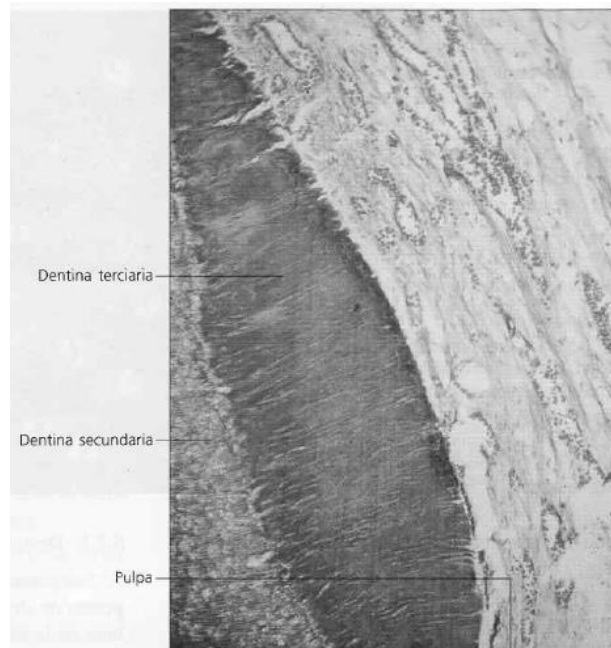


Fig. 9. Se logra visualizar las diferentes clases de dentina.⁶

2.2.1 Estructuras de la dentina.

La dentina está constituida por unidades estructurales básicas y por unidades estructurales secundarias. ⁶ Se distinguen dos componentes: la matriz mineralizada y túbulos dentinarios que los atraviesan y alojan a los procesos odontoblásticos. Estas células producen la matriz colágena de la dentina y también participan en la calcificación de la misma, de la formación y del mantenimiento de la dentina. ⁶

Las unidades estructurales básicas que conforman la dentina son dos: el túbulo dentinario y la matriz intertubular. ⁶

- **Túbulos dentinarios.**

Son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina, desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria o cementodentinaria, su longitud promedio oscila entre 1 y 2,5 micras. ⁷ Son ligeramente cónicos, con la porción más ancha situada hacia la pulpa. Esta conicidad es el resultado de la formación progresiva de dentina peritubular de hasta 1 micra, que conlleva una disminución continua del diámetro de luz de los túbulos hasta un diámetro final aproximado de 1 mm. ⁶

La pared de túbulo está formada por dentina peritubular o tubular que está constituida por una matriz mineralizada que ofrece una estructura. Los túbulos alojan en su interior la prolongación odontoblástica principal o proceso odontoblástico. Entre ellos hay un espacio llamado espacio periprocesal, que contiene el fluido dentinal (sustancia intercelular de la pulpa dental). Ellos son los responsables de la vitalidad de la dentina.

Existen más túbulos dentinarios por unidad de superficie en las zonas de dentina próximas a la pulpa, aproximadamente 45,000 a 65,000 por mm², y en zonas más externas de la dentina es de 15.000 a 20.000 por mm² (Fig. 10). ⁶

En la dentina coronal, los túbulos adoptan una forma de S suave, conforme se extienden desde la unión dentinoesmalte hasta la pulpa. La curvatura en S es resultado, presumiblemente, del apiñamiento de los Odontoblastos cuando emigran hacia el centro de la pulpa. ⁷

A medida que se aproximan a la pulpa, los túbulos convergen debido a que la superficie de la cámara de la pulpa tiene un área mucho menor que la superficie de la dentina a lo largo de la unión dentinoesmalte.

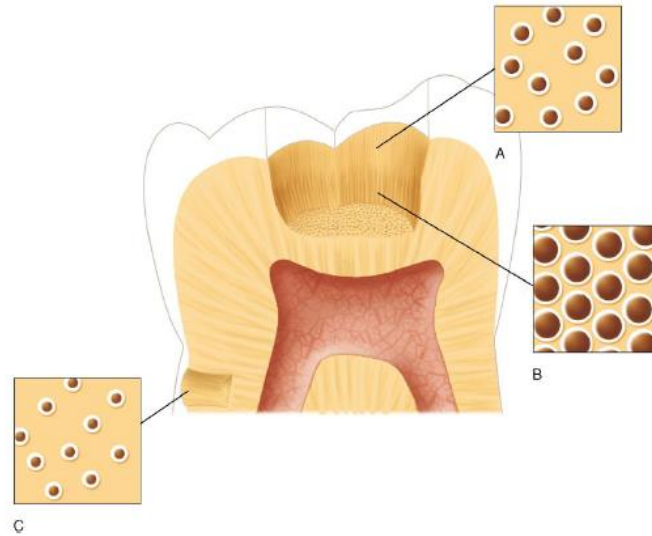


Fig. 10. Diferencia de tamaño de los túbulos dentinarios según su localización superficial. Obsérvese: (A); profunda (B); dentina radicular (C).⁷

- **Dentina peritubular.**

Es la dentina que reviste las paredes internas de los túbulos (Fig. 11). Su matriz se logra diferenciar de la intertubular por tener relativamente menor número de fibrillas de colágeno y mayor proteoglucanos sulfatados y mineral.⁷ Debido a su menor contenido de colágeno, la dentina peritubular es más dura (dureza de $2,45 \pm 0,14$ GPa)⁶ que la intertubular y, por tanto, se disuelve más rápidamente en ácido. Al eliminar con preferencia la dentina peritubular, los grabadores ácidos utilizados durante el tratamiento restaurador dental y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) utilizado en el tratamiento endodóntico agrandan las aberturas de los túbulos dentinarios, haciendo la dentina más permeable. La ausencia de mineral intrafibrilar en pacientes con odontogénesis imperfecta de tipo II puede producir una dentina más blanda.⁷

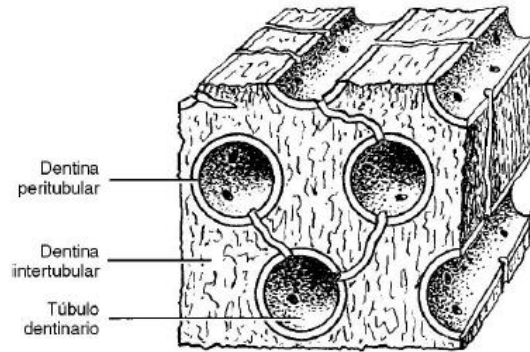


Fig. 11. Esquema de la dentina peritubular. ⁷

Las unidades estructurales secundarias son las que se originan a partir de las básicas por variaciones en la mineralización o por interrelación de éstas, con esmalte o cemento periféricos.

- **Líneas de crecimiento.**

- a) Von Ebner.

La dentina no crece continuamente; se alternan periodos de formación con periodos de descanso, y ahí es cuando aparecen las líneas de Von Ebner, que representan el límite entre las distintas fases de actividad y reposo. Su espesor es de 20 micras. ⁶

Se crean aproximadamente cada 5 días y en promedio de 4 micras produciendo variaciones en la orientación de las fibras de colágena; y su trayecto es perpendicular a los túbulos dentinarios (Fig. 12). ⁶

- b) Owen.

Son alteraciones en el proceso de calcificación de la dentina con espesor irregular. ⁶ Las líneas de Owen poseen hipomineralización más anchas que las líneas de Von Ebner con intervalos irregulares y su ancho es directamente proporcional a la duración de su causa (Fig. 12). ⁶

- **Dentina interglobular o espacios de Czermack.**

Es la matriz orgánica que permanece sin mineralizar por falta de coalescencia de los glóbulos mineralizantes. Esto sucede con más

frecuencia en la dentina peripulpar cerca de la dentina del manto en la corona, y de la capa granular de Tomes en la raíz. En ciertas enfermedades dentales (p. ej., raquitismo resistente a la vitamina D, hipofosfatasa), las áreas grandes de dentina interglobular constituyen un dato característico (Fig. 12).⁷

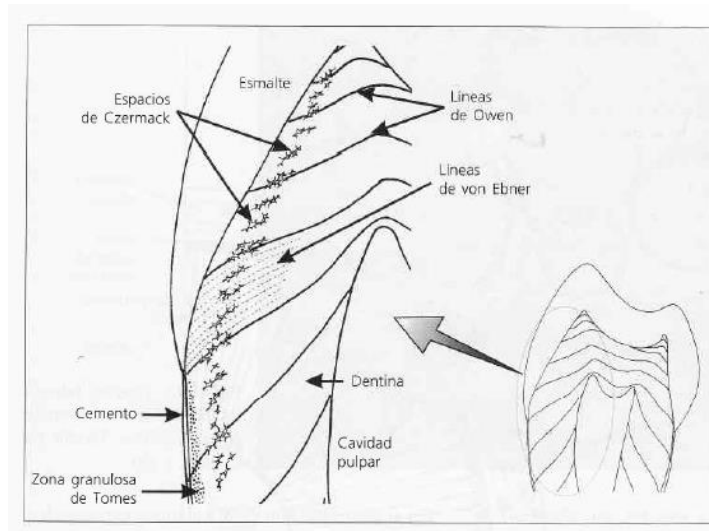


Fig. 12. Espacios de Czermack, líneas de Owen y líneas de Von Ebner.⁶

- **Zona granulosa de Tomes.**

Es la periferia de la dentina radicular con existencia de numerosos espacios de dentina interglobular, que se originan por la falta de mineralización de las fibras de colágena en la zona radicular.⁶

- **Líneas de Schreger.**

Son el cambio brusco de los túbulos dentinarios al realizar la curva primaria. Entre más marcada sea la curva doble de la “S” en coronal o curva simple en radicular será más marcada la línea de Schreger.⁶

2.3 Pulpa.

En muchos sentidos, la pulpa es un tejido único. Se trata de un tejido blando de origen mesenquimatoso, con células especializadas, dispuestos periféricamente en contacto directo con la matriz de la dentina: los odontoblastos. ⁷

La relación que se establece entre los Odontoblastos y la dentina, denominada a veces complejo pulpodentinario ⁷, se debe considerar una unidad funcional compuesta por elementos histológicamente diferentes. ⁷ La pulpa que se aloja en la cámara pulpar es la forma madura de la papila, y tiene la particularidad de ser el único tejido blando del diente. ⁶

Desde el punto de vista embriológico, ambos tejidos dentinario y pulpar, tienen su origen en la papila dentaria y funcionalmente los Odontoblastos son los responsables de la formación y mantenimiento de la dentina. ⁶

La pulpa contiene axones, tejido vascular, fibras del tejido conectivo, sustancia fundamental, fluido intersticial, Odontoblastos, Fibroblastos, células inmunocompetentes, entre otros elementos celulares. ⁷ Estos responden ante estímulos del desarrollo, fisiológicos o patológicos; el patrón de respuesta dinámica tiene un papel clave en si el tejido pulpar se adapta o se necrosa ante estos estímulos.

Después de terminado el desarrollo dental, la pulpa seguirá conservando la capacidad de formar dentina. ⁷ Ésto a su vez, le permitirá a la pulpa vital compensar parcialmente la pérdida de esmalte o dentina causada por un traumatismo o una enfermedad, lo que provocará que el tamaño de la cavidad pulpar disminuya con la edad por la dentina secundaria y por la aposición localizada y deformante de la dentina terciaria que se produce como respuesta ante distintos tipos de estímulos como: traumatismos, choques térmicos, hipersensibilidad, etc. (Fig. 13). ⁶

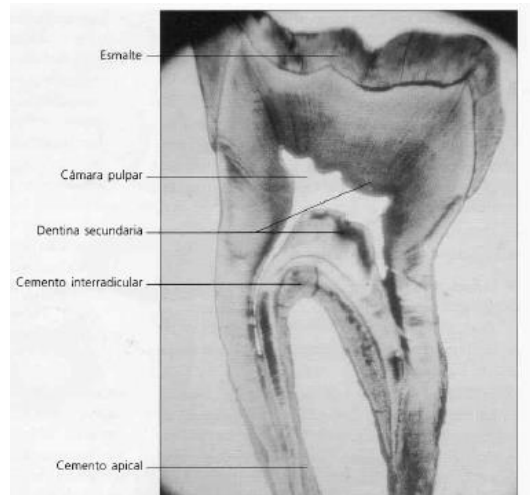


Fig. 13. Vista de un molar permanente. Observese los cambios dimensionales de la cámara pulpar. ⁶

La pulpa dental es un tejido conectivo de la variedad laxa, ricamente vascularizado e innervado. ⁶ En su periferia y adyacente a la predentina (unión pulpa-predentina) se ubican los Odontoblastos, que son células especializadas encargadas de sintetizar los distintos tipos de dentina.

Estos pertenecen tanto a la pulpa como a la dentina, porque si bien su cuerpo se localiza en la periferia pulpar, sus prolongaciones principales o procesos odontoblásticos se alojan en los túbulos de la dentina recorriendo prácticamente todo el espesor dentinario. (Fig. 14). ⁶

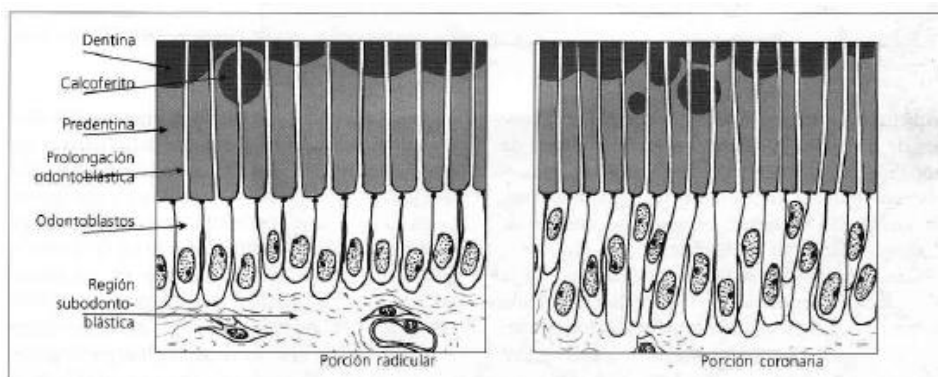


Fig. 14. Distintos tipos de Odontoblastos de acuerdo a su ubicación. Véase como los Odontoblastos atraviesan hasta llegar a la dentina. ⁶

3. Definición de Adhesión.

- “Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química.”
- La Real Academia Española. ¹³
- “Proceso de unir íntimamente dos superficies con la mayor fuerza y por el mayor tiempo posible.” - Dr. Barceló ¹⁴
- “Una integración estructural del material con la sustancia dentaria que permite al conjunto funcionar mecánicamente como una unidad. Así, las fuerzas que reciben ambas estructuras son absorbidas de manera conjunta.” – Dr. Macchi ¹²

4. Tipos de Adhesión.

4.1 Adhesión a Dentina

La adhesión a dentina se logra por medio de la capa híbrida, que está conformada por la dentina desmineralizada y un líquido orgánico capaz de polimerizar entre las fibras colágenas. El líquido también penetra en los túbulos dentinarios, formando “tags” de resina. Por lo tanto, la capa híbrida es la responsable de la adhesión micromecánica de los materiales a base de resinas (Fig. 15).

La complejidad de la adhesión a dentina aumenta debido a que la dentina se encuentra conectada con el tejido pulpar por túbulos llenos de líquido que se desplaza desde la pulpa a la unión amelodentinaria.

Se necesita realizar tres acciones sucesivas o simultáneas, según el sistema adhesivo, para que permitan: 1) exponer la trama de fibras de colágeno de la dentina intertubular o “acondicionar” con un ácido; 2) “impregnar” esa red expuesta con monómeros hidrófilos y 3) la aplicación de monómeros hidrófugos (“adherir”). ¹¹

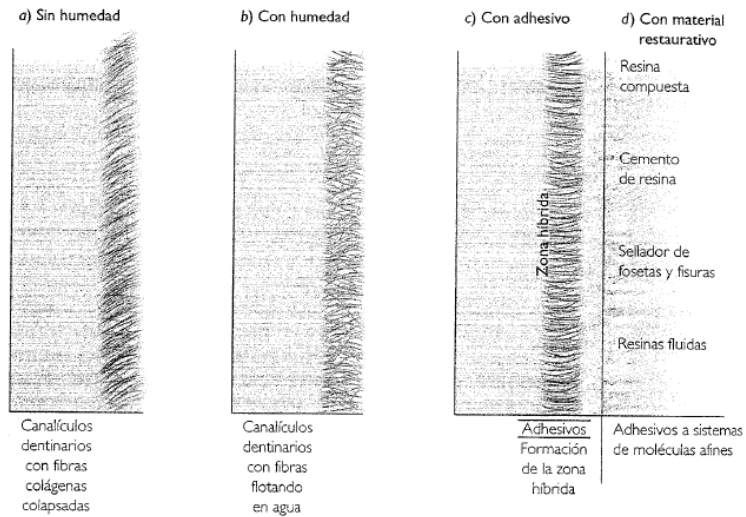


Fig. 15. Esquema de la adhesión a la dentina con y sin humedad, así como su influencia con la capa híbrida. ¹⁴

4.2 Adhesión a Esmalte

La adhesión de composite a esmalte es de naturaleza micromecánica, debido a que los minerales extraídos en el acondicionamiento ácido son reemplazados por monómeros, que ya polimerizados generan una traba mecánica.

Bounocuore, ¹¹ en 1995 introduce la aplicación previa de ácido fosfórico 32% o 37% en agua para lograr el “grabado ácido” del esmalte, debido a que desmineraliza y disuelve selectivamente la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas, generando microporosidades. Cuando el esmalte es acondicionado se produce una pérdida irreversible del tejido ($\pm 10 \mu\text{m}$. de profundidad), con sales de fosfato de Calcio, que son eliminadas mediante el lavado, quedando así con energía superficial.

Según la disposición de los prismas, tipo y tiempo de acción del ácido utilizado se generan tipos o patrones de acondicionamiento adamantino (Fig. 16):

- Patrón Tipo I: el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la cabeza de la varilla. El centro de la varilla aparece erosionado, permaneciendo insoluble la periferia.
- Patrón Tipo II: el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita del cuello o del extremo caudal de la varilla. Aparece erosionada la periferia de la varilla, permaneciendo insoluble la zona central.
- Patrón Tipo III: acondicionamiento fosfórico entre 32 y 37%; supera los 15 segundos. El patrón se caracteriza por mayor pérdida de tejido.

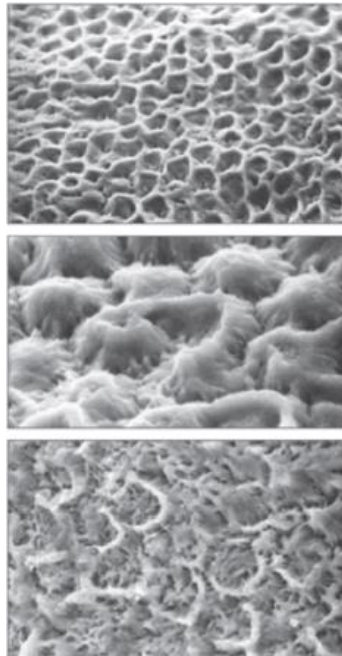


Fig. 16. Diferentes tipos de patrón de grabado ácido vistos por microscopía electrónica de barrido. ¹¹

Si se tienen en cuenta los cuidados indicados y se realizan adecuadamente los pasos técnicos, es posible generar una adhesión al esmalte que alcanza valores bastante superiores a 15 MPa. De esta manera, se asegura el sellado marginal y la integración mecánica de ambas estructuras. ¹²

5. Sistemas Adhesivos.

5.1 Generación de sistemas adhesivos.

1° Generación.

En 1949, el Dr. Hagger ¹⁰ aplicó a su paciente el primer adhesivo dental; inicialmente la dentina era el sustrato del adhesivo y no el esmalte. Patentó un “sellado de cavidad”, el cual era usado en unión con una resina “Sevitron”, que contiene un adhesivo Glicerofosfóricodimetacrilato (NPG-GMA), que se polimeriza utilizando un iniciador de ácido sulfínico. ¹⁵ En un medio húmedo, la unión era inestable y se descomponía. ¹⁰

Después de nueve años, Bowen ⁹ utilizó un agente de acoplamiento para superar este problema que consistía en una imprimación de adhesión entre el esmalte / dentina y los materiales de resina mediante un quelante con Calcio, donde un extremo se adheriría a la dentina, y el otro se polimerizaría con resina compuesta. En general, esta generación conduce a resultados clínicos muy deficientes, así como a una fuerza de unión baja en el rango de 1-3 MPa. ¹⁵

2° Generación.

Empezó a fines de 1970; el objetivo era mejorar los agentes de unión usados en la primera generación de adhesivos. La segunda generación de adhesivos dentinarios (Clearfil Bond System Kuraray Dual-Cure Scotchbond, 3M ESPE; Bondlite, Kerr) ^{9,10} utilizaba principalmente fosfatos polimerizables añadidos a resinas bis-GMA para promover la unión al Calcio en la estructura dental mineralizada. Esto implica la formación de un enlace iónico entre los grupos de calcio y clorofosfato. Este enlace iónico se degradaría rápidamente en inmersión en agua (saliva) e incluso el agua dentro de la dentina misma, causando desprendimiento y/o micro filtración. ¹⁵ La capa de barrillo dentinario todavía no se eliminó, y las fuerzas de unión débiles de 4-6 MPa. Además, fueron demasiado débiles para contrarrestar la contracción de polimerización de la resina compuesta. ¹⁰

Una de las principales razones del bajo rendimiento de estos adhesivos es que se adherían a la capa de barrillo dentinario en lugar de a la dentina.

3° Generación.

A finales de la década de 1970 y principios de 1980 surge, la tercera generación de adhesivos que introducen un cambio muy importante: el grabado ácido de la dentina, cuyo propósito era eliminar la capa de barrillo dentinario para abrir los túbulos de dentina y permitir que se colocara una imprimación después de enjuagar completamente el ácido. ¹⁵ Ejemplos destacados de esta generación incluyen Scotchbond 2 (3M ESPE), Gluma (Bayer), Tenure (Den-Mat Corporation), Prisma Universal Bond 2 y 3 (Dentsply Caulk), Syntac Classic (Ivoclar Vivadent) y XR Bonding System (Kerr). ¹⁰

Pese a lograr una mayor unión, generó controversias, ya que existía la sensación de que la dentina no debía grabarse. Después de agregar la imprimación, se colocó una resina sin relleno, tanto en la dentina como en el esmalte. El eslabón débil con esta generación fueron las resinas sin relleno, que simplemente no penetraron la capa de barrillo dentinario de manera efectiva. ¹⁵

4° Generación.

En las décadas de 1980 y 1990, surge la cuarta generación de adhesivos, quienes fueron los primeros en lograr la eliminación completa de la capa de barrillo dentinario y todavía se consideran el estándar de oro en la unión de dentina.

Consta de tres componentes (grabador, imprimador y aglutinante) en contenedores separados que se aplican secuencialmente. Algunos ejemplos son: All-Bond 2 (Bisco, Inc.), OptiBond FL (Kerr), Perma Quick (Ultradent Products) and Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE). ¹⁵

Se define "técnica de grabado total" ^{10, 15}, donde la dentina y el esmalte se graban al mismo tiempo con ácido fosfórico (H_3PO_3) durante un período de 15-20 s, donde la superficie se deja húmeda ("adherencia húmeda") para evitar el colapso del colágeno.

La aplicación de una solución de imprimación hidrófila que se compone de infiltrar la capa superficial infiltrada con resina sobre la dentina y el esmalte. El objetivo de la hibridación es proporcionar una alta fuerza de unión (20 MPa) y un sello de dentina que se compone de la red de colágeno expuesta formando la capa híbrida.^{15, 10}

Son muy efectivos cuando se usan correctamente, tienen un buen pronóstico a largo plazo y son los más versátiles, ya que pueden usarse para prácticamente cualquier protocolo de unión (directo, indirecto, autocurado, curado dual o fotopolimerizar). Sin embargo, estos sistemas pueden ser muy confusos y consumir mucho tiempo con tantas botellas y pasos de aplicación, lo que generó la necesidad de desarrollar un sistema adhesivo simplificado.

5° Generación.

En la década de 1990 y en la década de 2000, los sistemas de adhesión de quinta generación buscaron reducir los pasos clínicos de la cuarta generación, que resulta en una reducción del tiempo de trabajo. Son un sistema de "un paso" o "una botella", resultando mejorar la previsión del colapso del colágeno de la dentina desmineralizada y minimizan, la sensibilidad posoperatoria. Resultando que una imprimación y el adhesivo para aplicarla sobre el esmalte y la dentina después del grabado ácido.¹⁵

Este tipo de sistemas adhesivos pueden ser más susceptibles a la degradación del agua con el tiempo, en comparación con la cuarta generación. Debido a la imprimación polimerizada, tienden a ser de naturaleza hidrófila. Sin embargo, cuando se usa la cuarta generación, la imprimación hidrófila está cubierta por una resina más hidrófoba, lo que la hace menos susceptible a la absorción de agua. No todos los adhesivos de quinta generación son compatibles con materiales duales y autopolimerizables.¹⁵

El pH más bajo de la capa inhibida por el Oxígeno, son demasiado ácidos, y por lo tanto, desactivan la amina terciaria en compuestos curados químicamente. Varios

estudios a largo plazo indican que los adhesivos dentales de quinta generación logran una alta fuerza de unión clínica.¹⁰ Además, la unión resina-dentina es propensa a la degradación por agua, los adhesivos de quinta generación son más propensos a la degradación por agua que los adhesivos dentales de cuarta generación. La fuerza de unión representativa de la dentina es de 3 a 25 MPa.¹⁵

6° Generación.

En la última parte de la década de 1990 y principios de la década de 2000, se introducen la sexta generación de adhesivos. Buscaban eliminar el paso de grabado, o incluirlo en uno de los otros pasos: (imprimación autograbante + adhesivo) imprimación ácida aplicada primero al diente, seguida de adhesivo o (adhesivo autograbante) dos frascos que contienen imprimador ácido y adhesivo; se mezcla una gota de cada líquido y se aplica al diente.¹⁵

Evidentemente, estos sistemas de adhesión se caracterizan por la posibilidad de lograr una adecuada adhesión al esmalte y la dentina utilizando una sola solución. La mayor ventaja de la sexta generación es que depende menos de la hidratación de la dentina que los sistemas de grabado total. En las pruebas obtuvieron una unión a dentina suficiente, pero insuficiente en esmalte, debido a que tiene una solución ácida que no se puede mantener en el lugar, y tener un pH que no se graba correctamente en el esmalte. Por ello, se recomienda grabar primero únicamente el esmalte tradicionalmente, pues el grabar excesivamente la dentina generaría una desmineralización demasiado profunda para que se pueda imprimir la zona por completo.¹⁵

Si bien los datos indican que los adhesivos de sexta generación se adhieren bien a la dentina (41 MPa a las 24 horas), la unión al esmalte es al menos un 25% menor que adhesivos de cuarta y quinta generación.¹⁵

7° Generación.

Se introdujeron en 1999 y principios de 2005. El sistema de autograbado de séptima generación o de una botella representa la última simplificación de los sistemas de adhesivos.

Todos los materiales necesarios se colocan en una sola botella, simplificando así el protocolo, debido a que logran uniones consistentes mientras se eliminan por completo los errores del dentista.

Estos sistemas ácidos tienden a tener una cantidad significativa de agua en sus formulaciones y pueden ser propensos a la hidrólisis y descomposición química.¹⁵ Una vez colocados y polimerizados, son generalmente más hidrófilos que los sistemas de autoexploración de dos pasos; esto los hace más susceptibles a la absorción de agua, limita la profundidad de la infiltración de resina en el diente y crea algunos vacíos y se degradan más rápidamente.

La ventaja de esta generación fue simplificar las mezclas, al mismo tiempo que las resistencias de la unión eran consistentes. Sin embargo, han demostrado tener las resistencias de uniones iniciales y a largo plazo más bajas de todos los adhesivos, lo que es una desventaja.¹⁵

8° Generación.

En 2010, se introduce VOCO futurabond DC como agente de unión de octava generación, que contiene rellenos de tamaño nanométrico. Contienen nanopartículas de 12 μm que aumentan la penetración de los monómeros de resina y el espesor de la capa híbrida, lo que mejora la unión.¹⁵

Los nano-agentes adhesivos son soluciones de nano-rellenos, que producen una mejor fuerza de adhesión del esmalte y la dentina, absorción del estrés y una vida útil más larga. Estos nuevos agentes de autograbado tienen monómeros hidrófilos ácidos, y se pueden usar fácilmente en el esmalte grabado después de la contaminación con saliva o humedad. Según el fabricante, las nanopartículas

actúan como enlaces cruzados que reducirán los cambios dimensionales. El tipo de nanocargas afecta la viscosidad del adhesivo y la capacidad de penetración de los monómeros de resina en los espacios de las fibras de colágeno.

Los nano-rellenos, con dimensiones superiores a 15-20 μm , pueden aumentar la viscosidad de los adhesivos y pueden provocar la acumulación de rellenos sobre la parte superior de la superficie humedecida. Estos racimos pueden actuar como fallas que pueden provocar grietas y causar una disminución en la fuerza de unión.

5.2 Clasificación de Sistemas adhesivos según su mecanismo de acción.

5.2.1 Sistemas Adhesivos de Grabado Total (“etch-and-rinse”).

Empiezan su comercialización en la década de los 90, con el primer paso, el grabado total, por medio de un ácido que requiere el lavado y el secado del sustrato. Los objetivos del acondicionamiento del esmalte son: ¹¹

- 1) Limpiar la superficie.
- 2) Crear porosidades por la disolución selectiva de la hidroxiapatita.
- 3) Aumentar la superficie de adhesión y generar energía superficial.

Para el acondicionamiento se utiliza ácido fosfórico al 32% y 40% (pH = 0,6). ¹¹ En la dentina la concentración es al 37%, para desmineralizar la superficie de dentina intertubular con un espesor de 5-8 μm , con el fin de crear porosidades que dan a la filtración de monómeros entre las fibras de colágena.

El segundo paso es aplicar un promotor de la adhesión (“Primer”) que tenga monómeros hidrófilos como HEMA (hidroxi-etil-metacrilato), en un solvente. Esto facilita su penetración en la dentina húmeda debido a que tiene una terminación hidrofílica y otra hidrófoba para el composite. La molécula HEMA mejora la humectabilidad y promueve la re-expansión del colágeno, preparando la red de colágeno para infiltrar la resina adhesiva (“Bond”).

El tercer paso es la colocación del adhesivo (“Bond”) que contiene una molécula hidrófoba como BIS-GMA.

Una vez los monómeros son infiltrados, se polimerizan y se integran a la estructura dentaria para formar la “capa híbrida”, en conjunto con los “tags de resina” en los túbulos, proporcionando retención micromecánica de las restauraciones de composite.

Los componentes de un solo envase lo hacen más simple, pero disminuyen la capacidad de infiltrar la dentina, que genera una hibridación subóptima, además de hacerlos más propensos a la absorción de agua, y por ende, a la degradación hidrolítica.¹¹ Si el adhesivo no penetra en los túbulos abiertos, el paciente podrá generar sensibilidad post-operatoria debido a la imposibilidad de evitar la extravasación del fluido intracanalicular hacia el exterior, estimulando así las terminaciones nerviosas (Fig. 17).¹¹

5.2.2 Sistemas Adhesivos Autocondicionantes (“self-etch”).

Poseen ácidos débiles en baja concentración y monómeros acídicos que simultáneamente graban e impregnan el sustrato, quedando disueltos el barrillo dentinario y la hidroxiapatita suelta incorporados en la capa híbrida. El agua es esencial para estos adhesivos para generar los iones de Hidrógeno necesarios para producir una efectiva desmineralización del barro dentinario y los tejidos duros.¹¹

Algunos autores¹¹ recomiendan realizar el grabado selectivo con ácido fosfórico del esmalte de los márgenes de la cavidad, con la aplicación del sistema adhesivo de autograbado en esmalte y dentina.

Posee dos ventajas: 1) infiltración completa y uniforme, pues la desmineralización y la infiltración de la resina suceden en el mismo tiempo; 2) no hay riesgo de deshidratación y colapso de las fibras de colágeno debido a que no debemos lavarlo.¹¹

Sus presentaciones son diversas, con un envase del “primer autoacondicionante” y un segundo envase de “bond” (6° Generación). Existen adhesivos de una etapa, que requieren la mezcla de dos compuestos antes de utilizarse, por lo que vienen en dos frascos. Otros son en un solo frasco (7° Generación) (Fig. 17).

Se puede clasificar a su vez según la acidez de sus monómeros en:

- a) Fuertes ($\text{pH} \leq 1$).
- b) Intermedios ($\text{pH} = 1,5$).
- c) Débiles ($\text{pH} \geq 2$).

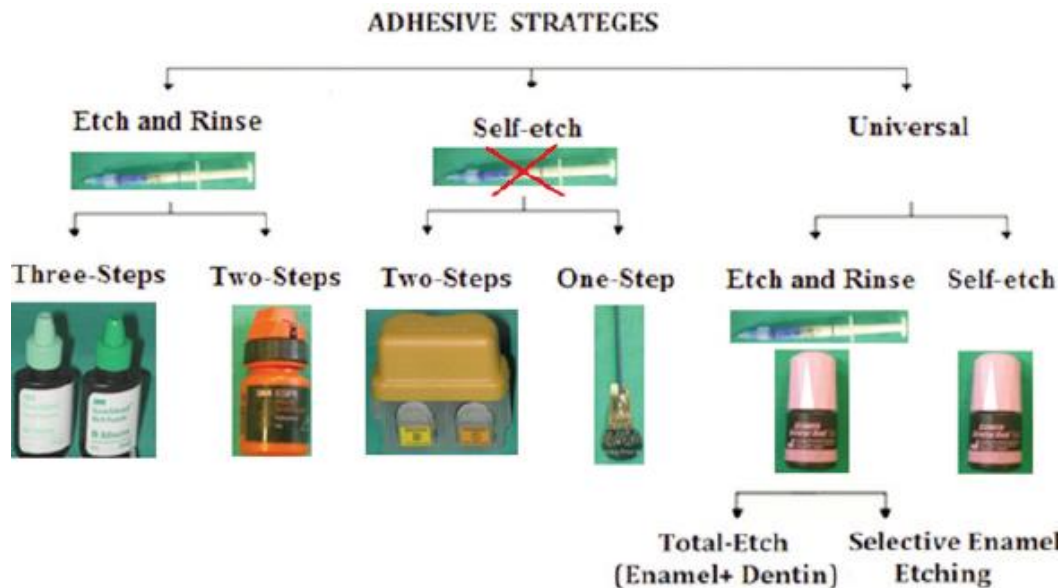


Fig. 17. Clasificación de los sistemas de adhesivos dentales según su mecanismo de acción. ¹⁵

5.3 Clasificación de Adhesivos según su relleno.

Adhesivos sin relleno.

Estos adhesivos por no incluir relleno, poseen una menor viscosidad, lo que les ayuda a generar una capa de adhesivo de menor grosor y menor resistencia mecánica. ¹⁶

Adhesivos con relleno.

Estos adhesivos al incluir un relleno, poseen una mayor viscosidad, donde se obtienen resultados de una capa de adhesivo más homogénea y gruesa, lo que genera mayor resistencia mecánica, menor contracción de polimerización. ¹⁶ A su vez, se dividen en:

- a) Micro rellenos (< 15% en peso).
- b) Macro rellenos (> 15% en peso).

5.4 Mecanismo de unión.

El mecanismo de unión fundamental de los sistemas adhesivos se basa en el proceso de intercambio, en el que los minerales extraídos del tejido dental son reemplazados por monómeros de resina que cuando son polimerizados se convierten en micro retenciones unidas en las porosidades creadas por el acondicionamiento ácido. ¹⁸

Se divide en dos mecanismos de unión entre dentina y adhesivo: la unión química y la unión física o micromecánica; ésta última es más importante que la otra, ya que va a mantener la adhesión.

La unión micromecánica se basa en la capa híbrida y los *tags* intratubulares, los cuales debemos favorecer con la técnica adhesiva (Fig. 18).

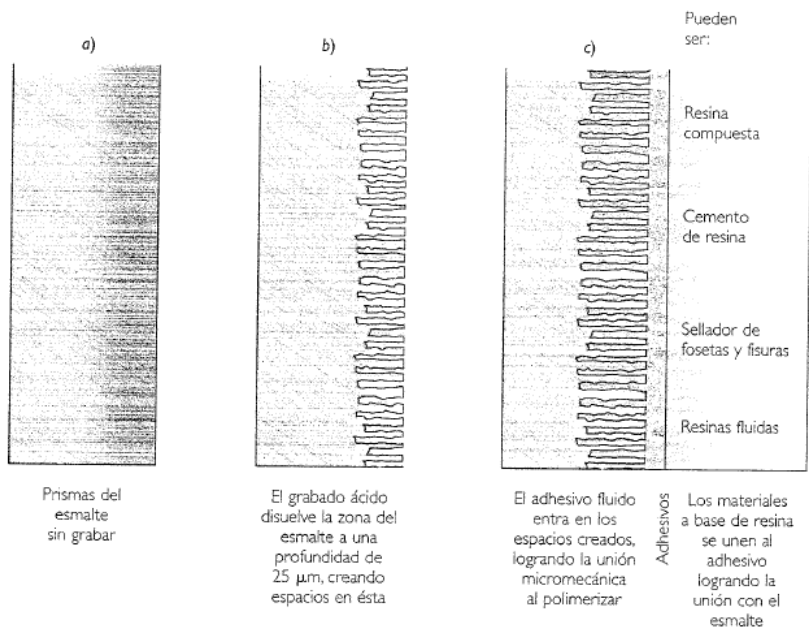


Fig. 18. Procesos para lograr un mecanismo de unión en esmalte. ¹⁴

5.4.1 Capa Híbrida.

La describió Nakabayashi ² en 1982, es la penetración de la resina entre la dentina, de forma que la resina se sitúa entre los nano espacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por el acondicionamiento ácido, imbricándose entre ellas y a su vez introduciéndose en los túbulos dentinarios parcialmente desmineralizados para crear *tags* después de la polimerización (Fig. 19). ^{9, 17, 18}

Por lo tanto, es una estructura formada por colágeno de la dentina y resina del adhesivo que encontramos en la superficie de la dentina intertubular como en la entrada de los túbulos dentinarios. Posee una importancia en la fuerza micro estructural en la adhesión a dentina más importante que los *tags* de resina. ¹⁸

Su correcta formación y funcionamiento va a depender de dos factores:

1. Impregnación adecuada de las fibras de colágeno.
2. Adecuado grosor de la capa del adhesivo que permita amortiguar las fuerzas.

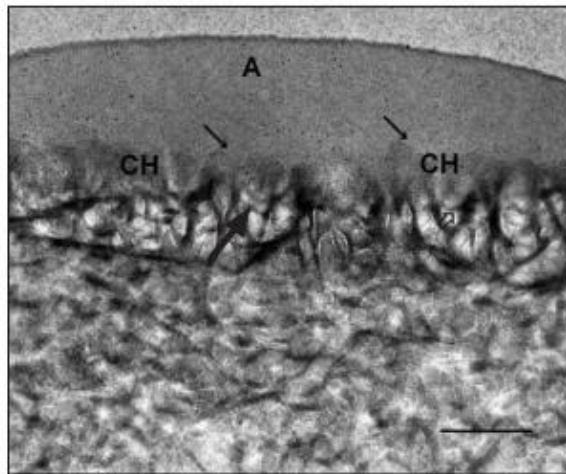


Fig. 19. Formación de la capa híbrida. Obsérvece: (A) adhesivo y (CH) capa híbrida. ³⁰

Impregnación adecuada de las fibras de colágeno.

Depende de varios factores:

a) Grosor de la capa desmineralizada:

La profundidad ideal de desmineralización para Nakabayashi es de 1-2 mm, suficientes para conseguir cifras de adhesión adecuadas y poder infiltrarse más fácilmente que en zonas más profundas. ¹⁸

b) Colapso de fibras de colágeno:

Sucede por desecar la dentina, ésto genera que las fibras de colágeno dejen de “flotar” en el agua y se colapsen formando una capa superficial de colágeno muy compactado que dificulta aún más la difusión de la resina. ¹⁸

c) Capacidad de difusión intrínseca de los adhesivos:

Depende del peso de los monómeros del adhesivo y su composición química. Debido a que tiene nanorelleno mejorará sus propiedades mecánicas, pero dificultará la buena difusión al reducir la fluidez de la resina.

d) Humedad:

La humedad provocó nuevos sistemas adhesivos convirtiéndolos en hidrófilos, debido a la presencia de agua en dentina. Se buscó aprovechar la presencia de agua para una mayor penetración en la dentina por ello se desarrollaron resinas hidrofóbicas y con ellas la descripción de la técnica húmeda por Kanca y Gwinnett en 1992, que aprovechan el agua para mantener las fibras de colágeno erguidas para conseguir una mejor imbricación entre el colágeno y la resina.

e) Tiempo:

Uno de los factores más importantes. Es necesario que el adhesivo esté colocado el tiempo suficiente sobre el sustrato sin que lo sequemos o

polimericemos. Los fabricantes recomiendan unos 15 segundos para una correcta interacción.

5.4.2 Tags de Resina

Son prolongaciones de resina que aprovechan los túbulos dentinarios para conseguir micro retención. Influyen los siguientes factores para su correcta formación (Fig. 20):

a) Hidrofilia de la resina:

En los túbulos hay fluido dentinario que sale por presión hidrostática y moja la cavidad; con las antiguas resinas hidrofóbicas, se dificultaba la formación de *tags*.¹⁸

b) Fluidez de la resina:

Es determinada por la composición química y el peso molecular, además de la presencia de micro o macro relleno inorgánico. Si es demasiado espesa difícilmente penetrará los túbulos.¹⁸

c) Carga de la resina:

Es el relleno inorgánico; le confiere mayor o menor viscosidad.

d) Tiempo:

Debemos dejar actuar al adhesivo el tiempo suficiente en el sustrato del diente; el fabricante recomienda 15 segundos.

e) Tipo de dentina:

Según la ubicación de la dentina se encuentra la dentina superficial y la dentina profunda. La primera, posee un menor número y menor diámetro de túbulos dentinarios que la dentina profunda, lo que influye en la calidad de la adhesión. Dependiendo en qué sustrato estemos trabajando, será el adhesivo que usemos. En dentina superficial tendrán mayor éxito los

adhesivos convencionales, no autogravantes, que forman una capa híbrida más débil; en dentina profunda funcionan mejor los adhesivos que forman buenos *tags* de resina, como los que llevan relleno inorgánico. ¹⁸

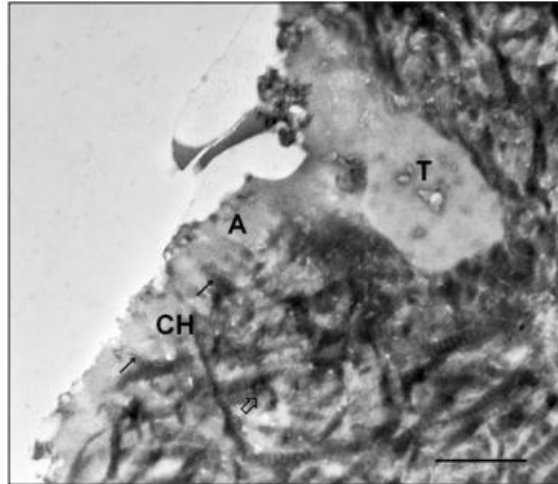


Fig. 20. Microfotografía donde se aprecian los *tags* de resina. Obsérvese: capa híbrida (CH); adhesivo (A); *tags* de resina (T). ³⁰

6. Sellado Dentinario Inmediato.

6.1 Indicaciones del sellado dentinario inmediato.

Se recomienda realizar el sellado dentinario inmediato después de que se realizó la preparación para una restauración adhesivo indirecta, debido a que, la colocación retardada de la restauración y la carga oclusal pospuesta facilitan que la unión dentinaria se desarrolle sin estrés. En cambio, en las restauraciones adhesivas colocadas directamente, la unión temprana más débil de la dentina se ve desafiada por la contracción del composite superpuesto y las fuerzas oclusales. ¹

Al momento de terminar el tallado en el tejido dentario y colocar la restauración provisional con los cementos temporales, éstos pueden introducirse a la fuerza en los túbulos de dentina antes de que endurezca el cemento y los microorganismos y sus subproductos penetren los túbulos dentinarios permeables. Por lo tanto, el sellado dentinario inmediato previene el colapso de las fibras de colágeno y la oclusión de los túbulos dentinarios por los agentes de la cementación provisional. ¹⁹

6.2 Ventajas.

1. La dentina recién cortada es el sustrato ideal para la unión de la dentina. ¹

La contaminación de la dentina debido a la provisionalización puede reducir el potencial de adhesión de la dentina. Varios estudios (Paul y Col.) ² demuestran reducciones significativas en la fuerza de unión debido a la contaminación de la dentina con varios cementos provisionales. La dentina recién cortada sólo está presente en el momento de la preparación del diente (antes de la toma de impresión).

2. La polimerización del adhesivo de dentina mejora la fuerza de unión. ¹

La capa híbrida de resina y dentina no polimerizada colapsa debido a la presión durante la colocación del composite o el asentamiento de la restauración. La polimerización del adhesivo de dentina genera preocupaciones cuando se aplica durante la cementación de restauraciones adheridas indirectamente. Los espesores del adhesivo polimerizados pueden variar significativamente según el tipo de adhesivo y la topografía de la preparación del diente, en una superficie convexa lisa están entre 60 y 80 μm , y hasta 200-300 μm en estructuras cóncavas como los chaflanes marginales, lo que interfiere con el asentamiento completo de la restauración. Por lo tanto, se recomienda que el adhesivo se mantenga sin polimerizar antes de que la restauración esté completamente asentada.

3. El sellado dentinario inmediato permite el desarrollo de la unión dentinaria sin estrés. ¹

La unión de dentina se desarrolla con el tiempo por la finalización del proceso de copolimerización. En restauraciones adhesivas directas, la unión temprana más débil de la dentina se ve desafiada por la contracción del composite superpuesto y las fuerzas oclusales. Por otro lado, cuando se utiliza sellado dentinario inmediato y

restauraciones adheridas indirectas, la colocación retardada de la restauración y la carga oclusal pospuesta facilitan que la unión dentinaria se desarrolle sin estrés.¹

4. El sellado dentinario inmediato evita la fuga bacteriana y la sensibilidad durante la provisionalización.¹

Se protege el diente de la microfiltración al sellar los túbulos de dentina que son vulnerables a la invasión bacteriana inmediatamente después de completar la preparación. El sellado de los túbulos de dentina también reduce la sensibilidad al evitar el fluido hidráulico en los túbulos de dentina, lo que lo asocia a la sensibilidad posoperatoria y la necesidad de anestesia durante la colocación de la restauración definitiva.

5. El sellado dentinario inmediato crea mayor fuerza de adhesión en comparación con el sellado dentinario demorado.²⁶

La fuerza de adhesión a dentina con la técnica sellado dentinario inmediato es mayor (24,18 MPa) que la fuerza de adhesión con la técnica sellado dentinario demorado (19,26 MPa) en la cementación de restauraciones indirectas de adhesivas.²⁶

6.3 Desventajas.

Entre las desventajas está un grosor residual excesivo de la capa adhesiva, y en consecuencia, posibles interferencias durante el posicionamiento de la restauración, y con el material de impresión.

Al realizar el sellado dentinario inmediato y realizar la toma, la impresión puede generar problemas debido a que después de polimerizar el adhesivo en la dentina se crea una capa de inhibición de Oxígeno.⁵ Por lo tanto, el material de impresión puede interactuar con la capa de inhibición de Oxígeno que no pareció polimerizar (Fig. 21, 22).²⁰



Fig. 21. Toma de impresión de un molar extraído en donde se realizó el sellado dentinario inmediato con polivinilsiloxano (I) y poliéter (II).²⁰

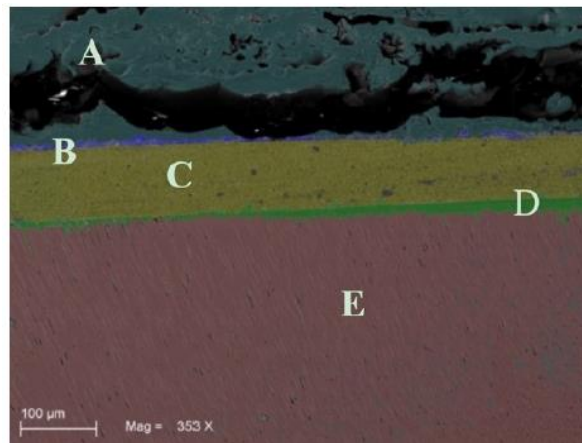


Fig. 22. Imagen donde se observa la interacción entre el material de impresión y la capa inhibida por el Oxígeno. Obsérvese: (A) material de impresión; (B) capa inhibida por el Oxígeno; (C) composite; (D) capa de adhesivo; (E) dentina.²⁰

Para solucionar este problema, Magne y Col. en 2009⁵ describen agregar un “bloqueo de aire”, aplicando glicerina a la superficie tratada seguida de 10 segundos de fotopolimerización. De esta manera, se obtiene impresiones exitosas de polivinilsiloxano; a diferencia del poliéter, el bloqueo de aire da como resultado defectos de impresión y por lo tanto está contraindicado con el sellado dentinario inmediato.

Otra técnica para inhibir la capa de Oxígeno es el uso de una torunda empapada en alcohol. En 2014, Ghiggi y Col. ⁵ compararon las técnicas usando alcohol y glicerina, demostrando que ambas tienen la misma efectividad de eliminar la capa de Oxígeno; de esta manera, ambas previenen las interacciones con el polivinilsiloxano (Fig. 23). Desafortunadamente con el poliéter, no dieron resultados positivos, lo que confirma su contraindicación con el sellado dentinario inmediato.

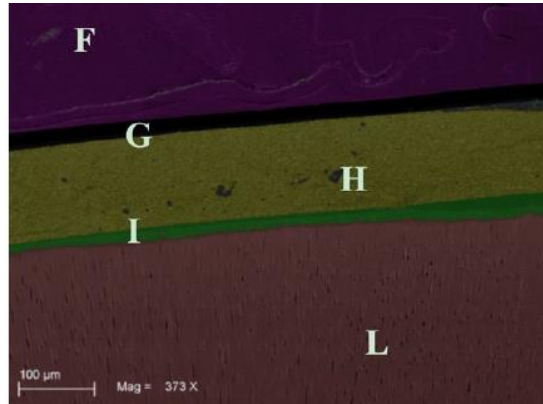


Fig. 23. Imagen donde no se localiza la capa inhibida por el Oxígeno. Obsérvese: (F) material de impresión; (G) No hay capa inhibida por el Oxígeno; (H) composite; (I) adhesivo; (L) dentina. ²⁰

6.4 Técnica de sellado dentinario inmediato.

6.4.1 Identificación de dentina. ^{1, 2, 5, 19, 21}

El sistema adhesivo se debe aplicar selectivamente sobre el tejido dentario, por lo que se debe identificar las superficies de dentina expuesta (Fig. 24). Para ello, se ha creado un método bastante eficaz y sencillo que consiste en la realización de un grabado corto de 2-3 segundos, seguido de un secado completo. De esta manera se puede identificar la dentina fácilmente por su aspecto brillante, mientras que el esmalte adquiere en un color mate vítreo.

Después del grabado corto se recomienda en la dentina un ligero raspado con una fresa de diamante, para exponer una nueva capa de dentina y volver a grabar antes de la aplicación del agente adhesivo de dentina.

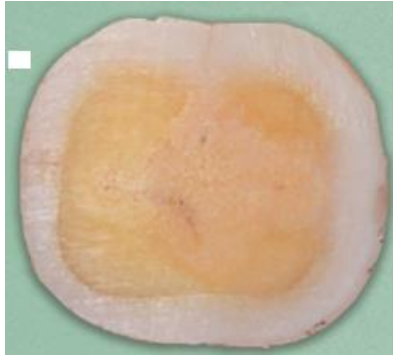


Fig. 24. Molar donde se logra diferenciar la dentina y el esmalte. ³

6.4.2 Profundidad de la preparación. ^{1, 2, 5, 19, 21}

La preparación del diente debe de considerar el posible grosor del adhesivo de dentina, debido a que puede alcanzar cientos de micrómetros, esto principalmente en áreas cóncavas, donde debido a la posición se puede llegar a acumular más adhesivo y por ende, aumentar su grosor, principalmente en la preparación de Chaflán. Este problema se vuelve más evidente en preparación de carillas de porcelana en presencia de márgenes gingivales terminados en dentina.

La aplicación y polimerización de adhesivo de dentina reducirá significativamente el espacio dejado para la acumulación de cerámica, lo que puede afectar negativamente la distribución de la tensión dentro de la porcelana. Por lo tanto se recomienda un bisel mínimo marcado (0,7–0,8 mm) para proporcionar una definición de margen adecuada y espacio suficiente para el adhesivo y la restauración superpuesta, lo que sugiere que el sellado dentinario inmediato podría no estar indicado para exposiciones muy superficiales. (Fig. 25)



Fig. 25. Preparación de carillas con la profundidad de 1 mm. ²

6.4.3 Técnica adhesiva. ^{1, 2, 5, 19, 21}

La técnica adhesiva se enfoca en el uso de la técnica de grabado total ("grabado y enjuague"), que incluye adhesivos dentinarios de tres pasos (grabado, imprimación y adhesivo) o dos pasos (adhesivo auto imprimante). Se ha demostrado que los adhesivos convencionales de grabado total de tres pasos son más favorables y son más confiables a largo plazo.

El grabado de la dentina recién cortada (con H_3PO_4 durante 15 s) debe seguir inmediatamente a la preparación del diente para evitar la contaminación de la saliva. Después del enjuague, se debe eliminar el exceso de agua; así mismo, se debe evitar tanto el secado, como la humectación excesiva ya que pueden causar una unión inferior secundaria al colapso del colágeno desmineralizado y la formación de nanofiltración con agua. El exceso de humedad se puede eliminar por medio de succión (Fig. 26).

Es más efectiva la imprimación por separado, no solo por la unión superior, sino también porque permite una colocación más precisa de la resina adhesiva. La aplicación de un agente de imprimación o una resina autoimprimante requiere un ligero movimiento de cepillado, que genera la extensión de la resina por encima de los límites de dentina expuesta. No hay consecuencias cuando se usa una imprimación separada, ya que esta última no crea ningún espesor o capa detectable.

Luego de la eliminación del exceso de solvente, la resina adhesiva se puede colocar con precisión. Por otro lado, el uso de resinas autoimprimantes genera excesos y puede tirar del margen (hacia el surco gingival), requiriendo correcciones con una fresa, exponiendo nuevamente la dentina en el margen (Fig. 27).

Después de un primer curado (empezando por baja intensidad de 20 s), se aplica una capa de glicerina al adhesivo y un curado adicional (empezando por baja intensidad de 10 s) del agente adhesivo para polimerizar la capa de inhibición de Oxígeno y evitar la interacción del adhesivo de dentina con el material de impresión (especialmente poliéteres). Se verifica la correcta colocación del adhesivo mediante la extracción del hilo retractor, ya que no debe de adherirse (Fig. 28).

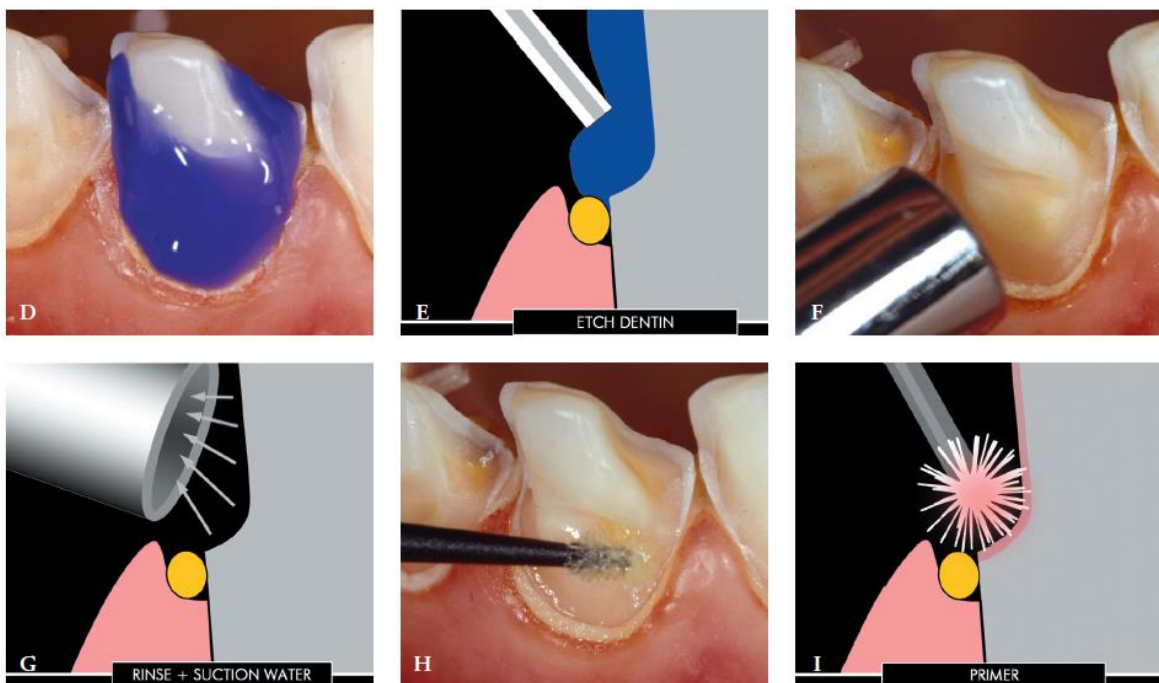


Fig. 26. (D, E) Grabado dentinario después del tallado del diente; (F, G) lavado y succión del agua; (H, I) colocación del primer. ²

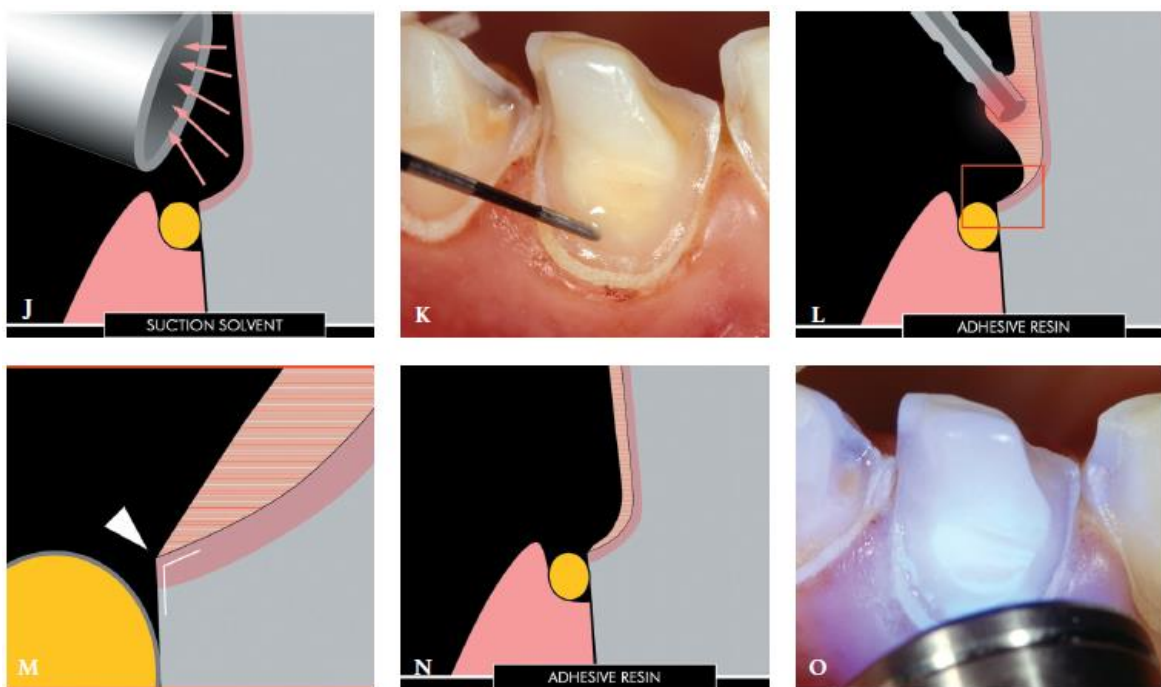


Fig. 27. (J) succión del solvente en el primer; (K, L, N) colocación de la resina adhesiva; (M) evitar el estancamiento del adhesivo en el hombro de la preparación; (O) Fotocurado del adhesivo. ²

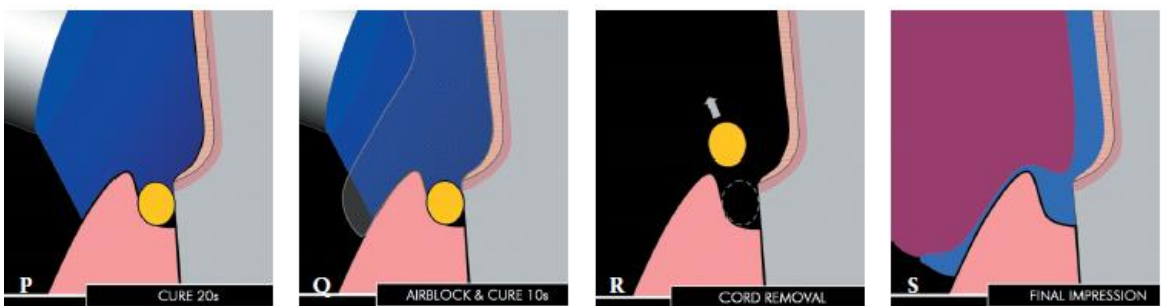


Fig. 28. (P) Fotocurado del adhesivo; (Q) Colocación de glicerina y un fotocurado adicional; (R) remoción de hilo gingival; (S) Impresión final. ²

6.4.4 Interacción con la impresión. ^{1, 2, 5, 19, 21}

El paso más problemático después del sellado dentinario inmediato es la impresión final de la superficie de preparación recubierta de agente adhesivo de dentina, ya que muestran una capa superficial inhibidora de Oxígeno (aceite) cuando se polimerizan con luz. Ésta posee un espesor de hasta 40 μm , que puede inhibir la polimerización de los materiales de impresión de polivinilsiloxano, además de que crea adherencia con el poliéter.

El grosor de la capa inhibida por el Oxígeno se puede reducir y por lo tanto limitar sus interacciones mediante dos métodos:

- a) Aplicación de glicerina (“bloqueo de aire”) en la superficie sellada seguida de 10 s adicionales de fotopolimerización (Fig. 29).



Fig. 29. Aplicación de glicerina después del sellado dentinario inmediato. ²²

- b) Frotar un algodón empapado en alcohol 70% durante 10 s (Fig. 30).



Fig. 30. Eliminación de la capa de inhibición de Oxígeno por medio de un algodón empapado con alcohol. ²⁴

Sin embargo, hay informes de que los materiales de impresión aún muestran fenómenos de inhibición o adherencia y desgarro.

Magne y Nielsen, en 2009 ^{1, 2, 5, 19, 21} evaluaron interacciones entre dos materiales de impresión (Extrude-PVS, Impregum Soft-PE) y superficies dentales recubiertas de agente adhesivo (Optibond FL y Clearfil SE Bond). Llegaron a la conclusión de que el bloqueo del aire con glicerina evita la interacción de polivinilsiloxano con dentina sellada. Con el poliéter, el bloqueo de aire da como resultado defectos de impresión debido a la adhesión y posterior desgarro del material de impresión, debido a la presencia de la molécula HEMA (metacrilato de 2-hidroxietilo), un monómero hidrófilo en la resina de los agentes adhesivos de dentina, además de la alta rigidez y la baja resistencia al desgarro de los poliéteres.

Ghiggi y col. en 2014 ^{1 2 5 19 21} compararon las interacciones entre los materiales de impresión (polivinilsiloxano y poliéter) (Express XT-PVS, Impregum-PE) y las superficies selladas [Clearfil SE Bond (Kuraray) y Protect Liner F (Kuraray)] utilizando las técnicas previamente descritas. Los resultados demostraron que ambas fueron igual de eficaces, pero confirma que el poliéter sigue contraindicado en la técnica de sellado dentinario inmediato (Fig. 31).

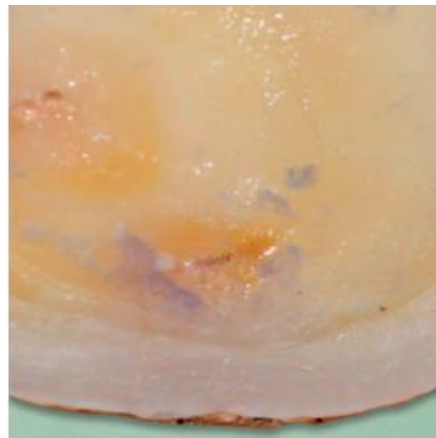


Fig. 31. Restos de material de impresión (poliéter) que quedó adherido después de la toma de impresión a un diente con sellado dentinario inmediato. ³

6.4.5 Precaución con la provisionalización.

6.4.5.1 Material de restauración provisional. ^{1, 2, 5, 19, 21}

La mayoría de los materiales de restauración provisional son incompatibles con sellado dentinario inmediato. Los materiales de resina bisacrílica directa (p. Ej. Integrity, Dentsply) se adhieren a la superficie sellada a pesar de la eliminación de la capa de inhibición de Oxígeno; lo que resulta en cortar la restauración provisional y volver a preparar al diente. Las restauraciones provisionales directas de base acrílica (p. Ej. Duraseal, RDM) no hay un sellado adecuado, lo que resulta en la contaminación de la superficie y pérdida de retención en la cementación, especialmente con preparaciones de incrustaciones y Onlay. En las preparaciones de Inlay y Onlay, los materiales (p. Ej., Inlay / Onlay de Telio CS y Fermit; Ivoclar Vivadent) que son polímeros de metacrilatos están indicados para su uso con la técnica sellado dentinario inmediato.

En preparaciones de carillas se recomienda el aislamiento de la dentina sellada con un medio como vaselina durante la fabricación directa de la restauración temporal. Existen materiales patentados que logran aislar la dentina sellada, como Pro-V de BISCO. Pro-V Coat. Estos son agentes separadores solubles en agua para su uso con la dentina sellada. La superficie de dentina sellada se lubrica con Pro-V Coat, y se seca suavemente al aire desde una distancia de 8 a 10 cm de la preparación durante 10 a 15 s para evaporar el disolvente.

6.4.5.2 Tipo de cemento provisional. ^{1, 2, 5, 19, 21}

Se ha demostrado que los restos de los cementos provisionales utilizados influyen en la fuerza de adhesión en la restauración final. En restauraciones de tipo Onlays e Inlays no hay inconveniente, debido a que en la provisionalización no se utilizan cementos provisionales.

Magne ² desaconseja el uso de cementos provisionales a base de resina, ya que se pueden adherir a la superficie dentinaria sellada. Altinas y Col. ¹⁹ recomiendan el uso de cementos de Hidróxido de Calcio, debido a que muestran mayor fuerza de

adhesión en la restauración final en comparación con cementos provisionales polimerizados y los cementos sin eugenol.

Por el contrario, Fonseca y Col.⁵ reportan una mayor fuerza de adhesión en la restauración final con el uso de cementos provisionales libres de Óxido de zinc, eugenol, y eugenol que con Hidróxido de Calcio.

Sailer y Col.¹⁹ concluyeron que el cemento provisional sin eugenol no afecta la fuerza de unión del cemento de resina autoadhesivo RelyX Unicem (3M ESPE) o el cemento de resina convencional Variolink II (Ivoclar Vivadent), pero reduce la fuerza de Panavia 21 (Kuraray).

6.4.5.3 Métodos de acondicionamiento. ^{1, 2, 5, 19, 21}

Se debe realizar una correcta eliminación del cemento provisional, independientemente si es convencional o de resina en los dientes pilares, para así evitar disminuir la calidad de grabado de la superficie del diente, la infiltración del sistema adhesivo, la inhibición de la polimerización de los monómeros resinosos y la unión final.

Los métodos más eficaces y que demuestran mayor resistencia a la unión para la eliminación del cemento provisional son por medio de abrasión con aire suave, abrasión de partículas por aire con Óxido de Aluminio y sistema de pasta de piedra Pómez sin Fluoruro (Fig. 32, 33).



Fig. 32 Abrasión suave con partículas de Óxido de aluminio. ³¹



Fig. 33 Pulido con piedra Pómez sin Fluoruro. ³

Es importante después de eliminar los restos de cemento provisional, la posible detección de la reexposición de dentina. Stavridakis y Col. ¹⁹ mencionan que el peligro de reexposición de la dentina debido a los métodos de acondicionamiento puede no ser crítico si se usa un agente adhesivo de dentina relleno (OptiBond FL).

6.4.5.4 Período de provisionalización. ^{1 2 5 19 21}

Las superficies de dentina selladas se pueden unir a cementos y materiales provisionales a base de resina. Por ello, la extracción de la restauración provisional resulta difícil. Las preparaciones se deben de aislar con un medio de separación como una capa gruesa de vaselina durante la fabricación de la restauración provisional (Fig. 34).

Dada la posible exposición del adhesivo fotopolimerizado a los fluidos orales, así como al mecanismo de absorción de agua, se recomienda mantener el período de provisionalización reducido a un máximo de 2 semanas.

Sin embargo, Magne ¹ menciona que se puede lograr aún una fuerza de unión óptima entre la restauración definitiva y la superficie dentinaria sellada hasta un tiempo de 12 semanas, lo que demuestra que los radicales libres dentro de la resina parecen decaer lentamente, y permanecer disponibles para la unión hasta 12 semanas.



Fig. 34. Aplicación del medio separador (Pro-V coat, Bisco) y colocación de la restauración provisional. ²⁴

6.4.6 Colocación final de la restauración. ^{1, 2, 5, 19, 21}

Antes de que sea cementada la restauración definitiva, se debe raspar la resina adhesiva en la dentina con una fresa de diamante gruesa a baja velocidad; por micro-arenado, o sistema de pasta de piedra Pómez sin Fluoruro. En las superficies selladas con un agente adhesivo de dentina sin relleno, es más recomendable limpiarse suavemente con un cepillo suave y usar sólo piedra Pómez, debido a que se puede volver a exhibir la dentina.

El sistema adhesivo más confiable para realizar el sellado dentinario inmediato es OptiBond FL (Kerr), por la capacidad de formar una capa consistente y uniforme de aproximadamente 80 μm , y su cohesión con el composite de cementación final.

En restauraciones adheridas indirectamente, OptiBond FL nos permite una correcta hibridación de la dentina, además de la formación de un módulo elástico bajo, lo que nos ayuda a absorber las cargas compresivas.

A continuación se debe realizar un grabado ácido con H_3PO_4 , enjuagar, secar y recubrir con resina adhesiva, pero no se debe realizar una polimerización previa en el adhesivo, pues causaría problemas con la completa inserción de la restauración final.

Para la cementación final, se debe evitar el cemento de Fosfato de Zinc, ya que el agente adhesivo sólo rellena los pequeños arañazos en la superficie externa de la

preparación, lo que reduce drásticamente cualquier retención mecánica disponible. El cemento de resina sería el cemento de elección para la cementación final, ya que se adherirá químicamente al sustrato tratado con sellado dentinario inmediato. Además, los cementos de resina exhiben una baja solubilidad, que conducen a menos fugas con el tiempo.

6.4.7 Sensibilidad posterior a la cementación.

La hipersensibilidad posterior a la cementación es un síntoma que llega a ser un dolor breve y agudo ante los estímulos térmicos y químicos en los dientes pilares vitales, después de colocar la restauración definitiva.

Este problema suele ser autolimitado, pero también puede durar mucho tiempo; por lo general desaparecerá por completo después de 24 meses. El tratamiento consiste en interferir con la sensibilidad de los mecanorreceptores u ocluir los túbulos dentinarios, y existe gran cantidad de productos para curarlo.

Jun hu y col. ^{1 19} demostraron que la técnica de sellado dentinario inmediato usando Prime & Bond (agente adhesivo de dentina de 5ª generación que combina la base y el componente adhesivo en una sola botella) podría reducir la hipersensibilidad posterior a la cementación. Los sistemas de autograbado son menos sensibles a la técnica y tienen una mayor capacidad de penetración que los sistemas convencionales, lo que indica una tendencia a minimizar la sensibilidad postoperatoria.

Además de influir el sellado dentinario inmediato con la sensibilidad posterior a la cementación, también va a influir el grosor de la película de la resina de cementación.

7. Restauraciones indirectas adhesivas.

7.1 Clasificación de restauraciones indirectas adhesivas.

7.1.1 Inlay.

Preparaciones intracoronarias. Poseen una caja oclusal con profundidad mínima de 2 mm en la región de la fosa oclusal y ángulo de expulsión de 6 grados con redondeos para que no queden ángulos rectos. Por lo regular son cavidades clase I, clase II compuesta o compleja sin protección de cúspides según la clasificación de Black (Fig. 35).^{27 28}

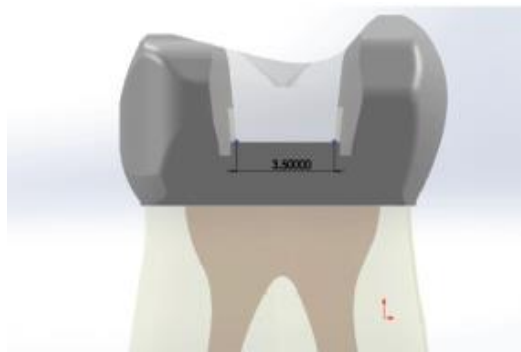


Fig. 35. Preparación Inlay.²⁸

7.1.2 Onlay.

Preparaciones intracoronarias; son aquellas que presentan cobertura de al menos una cúspide y/u otras caras del diente, pero sin cubrirlas todas. Poseen una caja oclusal con profundidad mínima de 2 mm en la región de la fosa oclusal, ángulo de expulsión de 6 grados con redondeos en el ángulo cavo superficial para que no queden rectos y desgaste de las cúspides de trabajo (2 mm. aproximado) y de balance (1.5 mm aproximado) (Fig. 36).^{27, 28, 29}

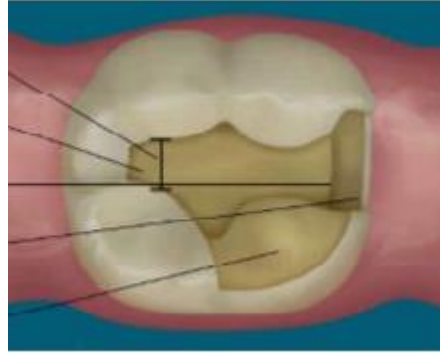


Fig. 36. Preparación Onlay. ²⁹

7.1.3 Overlay.

Preparaciones intracoronarias; son aquellas cavidades donde todas las caras axiales y oclusales o incisales del diente son envueltas, pero son más conservadoras que las preparaciones para coronas totales. Poseen una caja oclusal con profundidad mínima de 2 mm en la región de la fosa oclusal, ángulo de expulsión de 6 grados con redondeos en el ángulo cavo superficial para que no queden rectos, y desgaste de las cúspides de trabajo (2 mm. aproximado) y de balance (1.5 mm aproximado) (Fig. 37). ^{27 28 29}



Fig. 37. Preparación Overlay. ²⁸

7.1.4 Carillas.

Las carillas de se pueden definir como una lámina relativamente fina de cerámica que se adhiere a la superficie vestibular de los dientes anteriores mediante resina compuesta y cuya principal finalidad es la estética.³⁵

Se clasifican según la cantidad de esmalte y dentina disponible:³⁶

- Clase I: Sin preparación o preparación mínima con aproximadamente el 95% del esmalte.
- Clase II: preparación mínimamente invasiva con una reducción de hasta 0,5 mm y aproximadamente el 80% del esmalte.
- Clase III: preparación conservadora con reducción dentaria de 0,5 a 1,0 mm y aproximadamente 50% a 80% de esmalte.
- Clase IV: preparación convencional con más del 50% de reducción del esmalte.

Poseen una reducción vestibular mínima de 0,3 mm debido a que con este grosor, es posible cambiar un tono de color (mayor profundidad crea mayor posibilidad de cambio de tono) (Fig. 38). En el borde incisal se realiza un desgaste (mínimo 1,5 mm aproximadamente) para que se cree un espacio suficiente para la restauración (Fig. 39). Para realizar la reducción se utilizan fresas de diamante de profundidades preestablecidas.³⁶



Fig. 38. Creación del surco gingival de la preparación para carillas con fresa de diamante de bola.³⁶



Fig. 39. Preparación para carillas terminada. ³⁶

7.1.5 Coronas totales.

Preparaciones extracoronarias; son aquellas preparaciones donde se abarca toda la corona clínica del diente la profundidad de la preparación influye en el material de restauración, debido a que los materiales cerámicos son más frágiles y requieren un mayor grosor de material; en cambio las metálicas requieren una reducción mínima.

Una corona completamente de cerámica requiere un ancho mínimo de hombro de 1-1.5 mm y la reducción oclusal puede cruzar 2 mm; en cambio, la reducción mínima oclusal para una corona de metal o metal cerámica es de 1 a 1,5 mm (Fig. 40). ³⁷

Se debe tener retención contra las fuerzas de tracción y de desplazamientos no axiales, y para ello, en los dientes posteriores deben tener una altura de la pared axial mínima de 4 mm; en dientes anteriores debe ser de 6 mm, ambos con una convergencia máxima de 6 grados para asegurar la máxima resistencia. ³⁷

Se recomienda realizar la preparación con la siguiente secuencia: vestibular, lingual, mesial, distal y oclusal. De esta manera, el desgaste oclusal es más predecible.



Fig. 40. Comparación de un diente preparado para una corona y un diente sin preparación. ³⁷

El desgaste que realicemos sobre cualquier diente preferentemente se debe de realizar con fresas nuevas (carburo o diamante), además de preferencia sean de alguna casa comercial reconocida, debido a que nos brindará una mayor certeza de no generar altas temperaturas al realizar la preparación debido a que el diente de 40 grados Celsius a 45° grados Celsius, puede iniciar la pulpitis y a 55 grados Celsius la pulpa puede dañarse permanentemente. ³⁷

7.2 Materiales de restauraciones indirectas.

- **Porcelana feldespática.**

Están constituidas por un magma de feldespato en el que están dispersas las partículas de cuarzo y en menor medida el caolín. El feldespato por su descomposición se convierte en vidrio, por lo tanto proporciona translucidez a la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina y el caolín proporciona plasticidad y fácil manejo cuando aún no está cocida la porcelana.

La porcelana feldespática proporciona buena estética, pero se vuelve muy frágil debido a los vidrios, por eso sólo se usa de recubrimiento de una estructura dura metálica o cerámica.³²

- **Disilicato de Litio.**

Es un material cerámico con propiedades estéticas y muy fuerte, ya que su resistencia a la flexión es de 360 a 400 MPa y a la fractura de 2.8 a 3.5 MPa; es una tercera parte del óxido de zirconio.

Durante el procesado, el material presenta dos estados:

- a) Estado Azul: Metasilicato de Litio, de fácil fresado.
- b) Estado Final: contiene una microestructura de Disilicato de Litio, lo que le da las propiedades mecánicas y estéticas.

Se puede usar recubierto con porcelana feldespática, pero la porcelana nunca debe superar el grosor de la cofia de Disilicato de Litio y esta cofia debe medir al menos 0.4 mm para carillas y 0.8 mm para coronas.

Su uso en el sector posterior por lo regular es para incrustaciones Inlays u Onlays, pero ésta debe ser siempre monolítica y maquillada.

Sin embargo, estéticamente siempre es mejor una restauración recubierta con porcelana feldespática estratificada, que una monolítica maquillada (Fig. 41).³²



Fig. 41. Carillas en dientes centrales inferiores realizadas con Disilicato de Litio con porcelana de recubrimiento. ³⁰

- **Cerámicas aluminosas**

En 1965 McLean y Hughes, ³² agregan a la porcelana feldespática cantidades de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica. Esta mejora en la tenacidad de la porcelana animó a realizar coronas totalmente cerámicas.

Sin embargo, este incremento de óxido de aluminio provocaba en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. Cuando la proporción de alúmina supera el 50% se produce un aumento significativo de la opacidad. Por este motivo, en la actualidad las cerámicas de alto contenido en óxido de aluminio se reservan únicamente para la confección de estructuras internas, siendo necesario recubrirlas con porcelanas de menor cantidad de alúmina para lograr un buen mimetismo con el diente natural. ³²

- **Óxido de Zirconio.**

El óxido de Zirconio también es conocido como Zirconia o Circonio, está compuesto por óxido de Zirconio sinterizado (95%) y óxido de Itrio (5%). La principal característica es su elevada tenacidad debido a que es totalmente cristalino y posee un mecanismo de refuerzo (“transformación resistente”) que consiste en que el Zirconio sufre una grieta y ésta sufre una transformación de fase cristalina a fase tetragonal a monoclinica, adquiriendo un volumen mayor de esta manera se aumenta su resistencia y evita la propagación de la fractura. (Fig. 42).³²

Debido a que son opacas y su alta resistencia se utiliza principalmente como núcleo de la restauración y deben ser recubiertas con porcelanas convencionales para lograr buena estética.³⁰

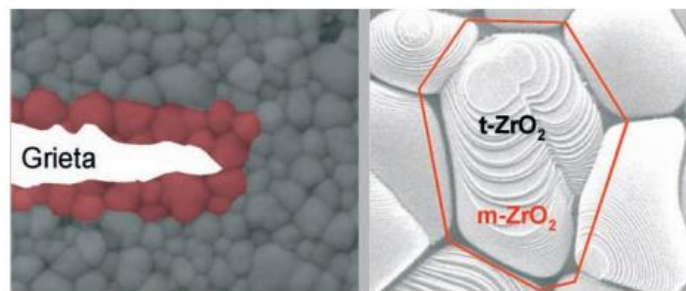


Fig. 42. Esquema de transformación de fase cristalina en el Zirconio.³²

7.3 Protocolo de acondicionamiento de restauraciones Indirectas. ^{32, 33, 34}

Material	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5
Porcelana Feldespática.	Grabado con ácido fluorhídrico 9.6% durante 2 min.	Colocación de silano.	Adhesivo.	Cemento.	
Disilicato de Litio.	Grabado con ácido fluorhídrico 4.9% durante 20 s.	Colación de silano.	Adhesivo.	Cemento.	
Óxido de Zirconio.	Arenado con partículas de óxido de Aluminio 50 µm.	Grabado con ácido fluorhídrico 9.6% durante 2 min.	Primer Zirconio.	Silano.	Cemento.

III. DISCUSIÓN.

El presente trabajo está enfocado en explicar la correcta técnica del sellado dentinario inmediato y su importancia previa a la colocación de una restauración indirecta y los beneficios que brinda.

El protocolo de sellado dentinario inmediato se propone como una técnica eficaz para sellar los túbulos dentinarios para la prevención y reducción de contaminación bacteriana y la sensibilidad dental durante la provisionalización, a su vez que mejora la fuerza de unión con la restauración final. Magne y Col.^{2 26} mencionan que la técnica de sellado dentinario inmediato proporciona mayor fuerza de unión con la restauración final en comparación con la técnica más usada, que es el sellado dentinario demorado. El aumento se logra con adhesivos de grabado total y autograbado. Se recomienda que la técnica de sellado dentinario inmediato se realice al terminar la preparación, debido a que se aprovecha la dentina recién cortada.

Otro factor que se necesita es el espesor de la película del adhesivo y su influencia en el ajuste de la restauración final. Magne y Col.² indican que se puede alcanzar varios cientos de micrómetros de agente adhesivo cuando se aplica en zonas cóncavas. Stavridakis y Col.¹⁹ demostraron que el agente adhesivo relleno presentaba un espesor de película más uniforme en comparación con el agente adhesivo sin relleno inorgánico.

Al momento de realizar el sellado dentinario inmediato, se tienen diferentes opciones para elegir el adhesivo, dependerá de su generación y su mecanismo de acción (grabado total o autocondicionantes), a pesar de la gran variedad en el mercado, no todos son ideales para realizar este procedimiento, la literatura indica que Optibond FL es el material más resistente con 49,42 MPa y creando una capa uniforme de 80 μm .^{1, 2, 5, 19, 21} El nano relleno del adhesivo es una propiedad que dará como resultado fuerzas mecánicas mejoradas y a su vez, disminuirá el riesgo de exponer a la dentina nuevamente al realizar la eliminación del cemento provisional.

Debemos tener en cuenta que al polimerizar el agente adhesivo de dentina se crea la llamada “capa inhibida por Oxígeno” que tiene una interacción desfavorable con ciertos materiales de impresión como el polivinilsiloxano pero especialmente con el poliéter, lo que hace que esté contraindicado con dicho material.

Se sugiere el uso de gel de glicerina con polimerización adicional (10 s), para reducir la capa inhibida por Oxígeno. Otra alternativa consiste en frotar la superficie dentinaria sellada con una bolita de algodón empapada con alcohol etílico (70%) durante 10 s., se debe realizar con precaución ya que puede adelgazar la capa adhesiva hasta la exposición de dentina.

Durante la etapa de provisionalización también debemos de tener consideraciones al utilizar la técnica de sellado dentinario inmediato porque las superficies de dentina selladas tienen el potencial de adherirse a cementos y materiales provisionales a base de resina, lo que dificulta la recuperación y extracción de restauraciones provisionales. Por lo tanto, la preparación se debe aislar con un medio de separación como Vaselina o PRO-V COAT (Bisco) durante la fabricación directa de las restauraciones provisionales y evitar los cementos provisionales a base de resina.

Se debe realizar una limpieza adecuada de los dientes pilares antes de la cementación final, esto es fundamental para la unión final de la restauración. Existen diversos métodos de limpieza pero los métodos más eficientes son: abrasión de partículas de óxido de aluminio; sistema de pasta de piedra pómez sin fluoruro y el uso de instrumentos rotatorios a baja velocidad.

Al revisar la literatura sobre los beneficios que conlleva el adecuado manejo del sellado dentinario inmediato, este puede plantear algunos retos clínicos, como realizar de manera eficiente todos los pasos del protocolo del sellado dentinario inmediato. Las técnicas para eliminar la capa inhibida por Oxígeno son subjetivas, debido a que no podemos observar con certeza si no se ha vuelto a exponer la dentina. Otra preocupación es cuando se realiza la impresión con elastómeros no se puede detectar los errores mediante una revisión visual, por lo tanto los errores

pueden pasar desapercibidos. Además el protocolo nos exige que en todo momento el diente a tratar debe estar en aislamiento absoluto para no ser contaminado.

A pesar de estos retos clínicos, los estudios ^{1, 2, 5, 19, 21} han demostrado que el sellado dentinario inmediato proporciona una mejor unión a largo plazo a la dentina que el sellado dentinario demorado. Las ventajas son: disminuir la filtración bacteriana al órgano pulpar para evitar la formación de una pulpitis; disminuir la sensibilidad durante el período de provisionalización, así pudiendo evitar el uso de anestésico; mejora las propiedades adhesivas con la restauración y prolongando su tiempo de vida.

IV. CONCLUSIÓN.

La preparación del diente para restauraciones adhesivas indirectamente, como inlays, onlays y carillas, pueden generar una exposición significativa de la dentina provocando sensibilidad dental, contaminación bacteriana de los túbulos dentinarios y reduciendo la fuerza de unión con la restauración final.

El sellado dentinario inmediato es un método simple, pero preciso entre cada paso y eficiente. Se recomienda sellar inmediatamente la dentina después del corte del diente y antes de la toma de impresión.

Se sugiere el uso de agente adhesivo de 3 pasos con una resina de baja viscosidad, esto es especialmente importante cuando se utilizan adhesivos de baja cantidad de relleno, ya que se obtiene una capa adhesiva más homogénea y de propiedades mecánicas mejoradas, además de una disminución de las brechas entre sustrato dentario, el cemento y la restauración indirecta, lo que se traduce en un incremento de la resistencia adhesiva a la tracción.

Esta técnica nos ayuda a lograr una fuerza de unión mejorada, menos formaciones de espacios, menor fuga de bacterias y menor sensibilidad de la dentina. Además mejora la comodidad del paciente con el uso de restauraciones temporales y a mantener a largo plazo las restauraciones adheridas indirectamente.

Por lo tanto se puede concluir que la técnica de sellado dentinario inmediato es recomendable por los beneficios expuestos. Además de su sencilla implementación aunque minuciosa en la práctica clínica ya que se traduce en una odontología actualizada, con calidad y comodidad para el paciente.

V. BIBLIOGRAFÍA.

1. Anchal Qanungo, Meena Ajay Aras, Vidya Chitre, Ashwin Mysore, Bhavya Amin, Sohil Rajkumar Daswani. Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. Rev. Journal of Prosthodontic Research. Elsevier. Vol. 1. Octubre 2016. [Fecha de consultado: 08 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3iJf2Xd>
2. P. Magne. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. Rev. Journal of esthetic and restorative dentistry. Vol. 17. 2005. pp. 144-154. [Fecha de consultado: 07 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3nsCgo7>
3. Moez I Khakiani, Vaibhav Kumar, Hemal V Pandya, Tousif I Nathani, Priya Verma, Nikhil V Bhanushali. Effect of Immediate Dentin Sealing on Polymerization of Elastomeric Materials: An Ex Vivo Randomized Controlled Trial. Rev. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry. Vol. 12. 2019. [Fecha de consultado: 07 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://bit.ly/3nt5tiQ>
4. Swift EJ Jr. Critical appraisal: immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. Rev. Journal Esthetic and Restorative Dentistry. Vol. 1 2009. [Fecha de consultado: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/315gNle>
5. Soumaya Berrazzouk. Amal El Yamani. Immediate Dentin Sealing for Indirect Restoration: Why and How? Rev. Acta Scientific Dental Sciences. Vol. 2. 2018. pp. 36-40. [Fecha de consultado: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3iVOZMH>

6. M. E. Gómez de Ferraris. A. Campos Muñoz. Histología y Embriología bucodental. 2°. Panamericana. pp. 209-219. [Fecha de consultado: 16 de octubre de 2020].
7. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 10 ed. Elsevier. 2011. pp. 453-457. [Fecha de consultado: 16 de octubre de 2020].
8. Carrillo Sánchez Carlos. Michael G. Bounocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Rev. ADM. 2018. Ed. 75. pp. 135-142. [Fecha de consultado: 22 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/31ukzLy>
9. Camps Alemany. La evolución de la adhesión a dentina. Rev. Odontoestomatol. 2004. Ed. 20. pp. 11-17. [Fecha de consultado: 22 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2Hu9BhS>
10. Swift EJ Jr. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. Rev. Pediatric Dentistry. 2002 Vol. 24. N° 5. pp. 456-61. [Fecha de consultado: 18 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2Kn4QbB>
11. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Rev. Facultad de Odontología UBA. 2014. Vol. 29 N° 67. pp. 5-13. [Fecha de consultado: 18 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3kK7N2a>
12. Macchi. Materiales Dentales. 3° edición. Ed. Panamericana. pp. 170. [Fecha de consultado: 18 de noviembre de 2020].
13. Real Academia Española. [Fecha de consultado: 18 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://t.ly/orEC>

14. Barceló H. Palma J. Materiales Dentales: conocimientos básicos aplicados. 3° Edición. México. Ed. Trillas. 2008. pp. 27. [Fecha de consultado: 18 de noviembre de 2020].
15. Sofan E. Sofan A. Palaia G. Tenore G. Romeo U. Migliaiu G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Rev. Annali di Stomatologia. 2017. Vol. 8. N° 1. pp. 1-17. [Fecha de consultado: 18 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2J4RcZU>
16. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. Rev. Japanese Dental Science. 2019. Vol. 55. N° 1. pp. 126-138. [Fecha de consultado: 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/39cL1OI>
17. Yoshida Y, Inoue S. Chemical analyses in dental adhesive technology. Rev. Japanese Dental Science Review. 2012. Vol. 48. pp. 141-152. [Fecha de consultado: 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3mgRxHT>
18. Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. Rev. Odontoestomatol. 2004. Vol. 20. N° 1. pp. 19-32. [Fecha de consultado: 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3l2CWhH>
19. Baig N, Gorde K, Yeshwante B, Jadhav V, Barve N, Vaidya P, Immediate dentin sealing for indirect bonded restorationsa literature review and current concepts. Rev. Indian Journal Of Applied research. 2018. Vol. 8. N° 1. pp. 26-29. [Fecha de consultado: 25 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/39hwAZI>
20. Sinjari B, D'Addazio, Murmura G, Di Vincenzo G, Semenza M, Caputi S, Traini T. Avoidance of interaction between impression Materials and tooth Surface trated for inmmediate dentin sealing: An in vitro study. Rev. Journal

Materials. 2019. Vol. 12. N° 20. pp. 1-10. [Fecha de consultado: 25 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3q1Pt8N>

21. Magne P, Hyung Kim T, Cascione D. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. Rev. Journal of Prosthetic dentistry. 2005. Vol. 94. N° 6. pp. 511-519. [Fecha de consultado: 25 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2Jbdycq>

22. Padrós-Fradera E. Un protocolo audaz (y sin embargo ortodoxo) para el sellado inmediato de la dentina vital tallada para prótesis. Rev. RCOE. 2004. Vol. 9 N° 6. pp. 687-697. [Fecha de consultado: 26 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3qfqrDk>

23. Carrillo C. Capa Híbrida. Rev. Asociación Dental Americana. 2005. Vol. 13. N° 5. pp. 181-184. [Fecha de consultado: 26 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3laQc3R>

24. Terry, A. Powers, J. Paul, S. Immediate dentin sealing technique. Rev. International Dentistry S.A. 2009. Vol. 13. N° 2. pp. 94-96. [Fecha de consultado: 26 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2HGlywT>

25. Manuja, N. Nagpal, R. Pandit, I. Dental Adhesion: mechanism, techniques and durability. Rev. The Journal of clinical pediatric dentistry. 2012. Vol. 32. N° 3. pp. 223-234. [Fecha de consultado: 26 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/39kKFp2>

26. Colina, J. Rosales, Hemill. Orellana, Noé. Carrero Jenny. Setin, Victor. Terán, Maribí. Ramírez, Robert. Estudio comparativo de la fuerza de adhesión de dos sistemas adhesivos en las técnicas sdd y sdi. Rev. Odontológica de los Andes. 2016. Vol. 11 N° 2. pp. 39-51. [Fecha de consultado: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2VcBCyi>

27. Barrancos, M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4° Ed. 2006. Editorial Panamericana. pp. 1139-1145. [Fecha de consultado: 30 de noviembre de 2020].
28. Dávila, D. Farfán, K. Restauraciones indirectas: análisis comparativo en el elemento finito de Inlays y Overlays en premolares con cavidades MOD restauradas con cerámico y cerámica. Rev. Odontología. 2015. Vol. 17. N° 1. pp. 117-125. [Fecha de consultado: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3olfP3J>
29. Berland, L. Incrustaciones (Inlays y Onlays) de resina, en el mismo día. Rev. Dentegra. 2012. pp. 1-9. [Fecha de consultado: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/36uJxNK>
30. Valenzuela, A. García, D. Zamorano, X. Micromorfología de la capa híbrida de dos sistemas adhesivos. Análisis al MET. Rev. Avances en odontoestomatología. 2012. Vol. 28. N° 3. pp. 133-140. [Fecha de consultado: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/37suVO7>
31. Alharbi, A. Rocca, G. Dietschi, D. Krejci, Ivo. Semidirect composite Onlay with cavity sealing: a review of clinical produceres. Rev. Journal of esthetic and restorative dentistry. 2014. Vol. 26. N° 2. pp. 97-106. [Fecha de consultado: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3oieaMo>
32. Martínez, F. Pradés, R. Suárez, J. Rivera, B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. Rev. RCOE. 2007. Vol. 12. N° 4. pp. 253-263. [Fecha de consultado: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/33xsXen>
33. Mallat, E. Decálogo del cementado adhesivo. Rev. Proshodonticsmcm. 2018. pp. 1-10. [Fecha de consultado: 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2VpArvw>

34. Corts, J. Abella, R. Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. Rev. Actas odontológicas. 2013. Vol. 10. N° 2. pp. 37-47. [Fecha de consultado: 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3oc6veg>
35. Rábago, José. Carillas de porcelana como solución estética en dientes anteriores: informe de doce casos. Rev. RCOE. 2005. Vol. 10. N° 3. pp. 273-282. [Fecha de consultado: 8 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3gtZPtJ>
36. Farias-Neto, A. Dantas, Fernanda. Vilanova, L. Chaves, M. Batista, J. Tooth preparation for ceramic veneers: when less is more. Rev. The international Journal of esthetic dentistry. 2019. Vol. 14. N° 2. pp. 156-164. [Fecha de consultado: 8 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3mZWGnU>
37. Sagar, P. Chandrasekharan, K. Rao, D. Manikyamba, Y. Rama, A. Suresh, M. A simple method of preparing tooth to receive a full Crown. Rev. Indian Dentist Research and Review. 2017. Vol. 12. pp. 30-34. [Fecha de consultado: 8 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/33VdDs6>