

Manejo de los Sistemas Adhesivos Poliméricos en Esmalte y Dentina: Consenso de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires

Management of Polymeric Adhesive Systems in Enamel and Dentin: Consensus of the Faculty of Dentistry of the University of Buenos Aires

Recibido: 08/08/2024

Aceptado: 01/10/2024

Piguillem Brizuela FJ¹, Capusotto AO², Abate PF², Cattaneo SP³, Lombardo NP⁴, Martucci DG⁴, Picca M⁵, Garrofé AB⁵, Rodríguez PA⁶, Somoza F⁶, Rodríguez AN⁷, González Zanolto CA¹, García Cuerva JM¹, Álvarez Castro M³

- 1 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Odontología Restauradora. Buenos Aires, Argentina.
- 2 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Rehabilitación Integral de Mediana y Alta Complejidad. Buenos Aires, Argentina.
- 3 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Odontología Rehabilitadora Integral. Buenos Aires, Argentina.
- 4 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Preclínica de Odontología Restauradora. Buenos Aires, Argentina.
- 5 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Materiales Dentales. Buenos Aires, Argentina.
- 6 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Endodoncia. Buenos Aires, Argentina.
- 7 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Preclínica de Rehabilitación Protética. Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

La Odontología contemporánea no puede concebirse sin la adhesión de los materiales dentales a las estructuras dentarias. Debido a la importancia de la materia y la gran heterogeneidad de información al respecto, la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires decidió establecer un consenso en las cuestiones más relevantes del tema con el propósito de clarificar conceptos y unificar criterios, no solo entre las diferentes unidades académicas dentro de la institución, sino también hacer públicos estos consensos y que tengan alcance a toda la comunidad odontológica. Dada la gran dinámica existente en la literatura científica referente al tema en cuanto a la aparición de nuevos conceptos o la modificación de los preexistentes, es también objetivo del grupo de consenso la revisión periódica del contenido del mismo con la finalidad de mantener una actualización constante.

Palabras clave: adhesión a esmalte y dentina, sistemas adhesivos, optimización de la adhesión, protocolos adhesivos, consenso FOUBA en adhesión dentaria

ABSTRACT

Contemporary Dentistry cannot be conceived without the adhesion of dental materials to dental structures. Due to the importance of the subject and the great heterogeneity of information in this regard, the Faculty of Dentistry of the University of Buenos Aires decided to establish a consensus on the most relevant issues of the topic with the purpose of clarifying concepts and unifying criteria, not only between the different departments within the institution, but also make these consensuses public and reach the entire dental community. Given the great dynamics that exist in the scientific literature regarding the topic in terms of the appearance of new concepts or the modification of pre-existing ones, it is also the objective of the consensus group to periodically review its content in order to maintain a constant update.

Keywords: bonding to enamel and dentin, bonding systems, adhesive optimization, bonding protocols, FOUBA consensus in dental adhesion

INTRODUCCIÓN

Los procedimientos clínicos que involucran la utilización de sistemas adhesivos se encuentran presentes en el día a día de la gran mayoría de los consultorios odontológicos en todo el mundo.

La evolución a partir de los primeros intentos de adhesión de materiales de restauración a los tejidos duros dentarios hasta el día de hoy ha sido enorme y vertiginosa con la progresiva aparición de un sinfín de materiales y técnicas (Sebold et al., 2020).

La divulgación del conocimiento en general y de la Odontología en particular ha sufrido un cambio trascendental con el advenimiento de las redes sociales que proporciona a los usuarios un acceso prácticamente ilimitado a información de todo tipo, en muchos casos, con sustento científico escaso o nulo, pero con una capacidad muy considerable de influir en la toma de decisiones en la práctica diaria de muchos consultorios.

En respuesta a ello, la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires busca influir de manera más activa en la divulgación de aspectos esenciales para la práctica odontológica como es la adhesión a los tejidos duros dentarios generando un consenso entre miembros seleccionados de diversas unidades académicas, que permita unificar a nivel institucional conceptos y criterios y compartir los resultados con la comunidad odontológica para poder generar una influencia con sustento académico en la misma.

EJES TEMÁTICOS DEL CONSENSO

Los ejes alrededor de los cuales se nucleó la recolección de información, discusión y toma de decisiones fueron los siguientes:

- Sustratos dentarios en función de los mecanismos de adhesión.
- Mecanismos de adhesión que determinan el funcionamiento de los sistemas adhesivos actuales.
- Clasificación y descripción de los sistemas adhesivos contemporáneos. Recomendaciones para su utilización y técnicas para optimizar su desempeño.
- Protocolos clínicos básicos para la utilización de los distintos grupos de sistemas adhesivos.
- Protocolos clínicos modificados con maniobras opcionales que pueden optimizar el desempeño de los sistemas adhesivos.

SUSTRATOS DENTARIOS

1) ESMALTE

El esmalte sano es el sustrato ideal para realizar adhesión con sistemas adhesivos poliméricos por lo que su máxima preservación durante las maniobras clínicas es fundamental (Tabla 1).

Su alto grado de mineralización (96% en peso) y su estructura prismática permiten generar microrrugosidades o patrones de grabado a través de un

acondicionamiento ácido y permitir la infiltración de las mismas con resinas adhesivas logrando una adhesión fuerte y estable (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2019; Garrofé et al., 2014).

Son pocas las variables del esmalte a considerar desde el punto de vista adhesivo tomándose como relevantes al esmalte aprismático y al esmalte hipomineralizado.

El esmalte aprismático se manifiesta clínicamente cuando se trabaja en determinadas áreas de esmalte intacto (por ejemplo, cierres de diastema). La ausencia de prismas en ciertas áreas de la superficie dentaria intacta dificulta la generación de patrones de grabado eficientes. La adhesión a este sustrato puede beneficiarse de una asperización con piedras de diamante o microarenado con óxido de aluminio con anterioridad a las maniobras adhesivas (Comba et al., 2022).

El esmalte hipomineralizado se encuentra en ciertas condiciones (por ejemplo, amelogénesis imperfecta). Presenta menor proporción mineral y un mayor contenido de proteínas con respecto al esmalte sano. Estas proteínas pueden interferir con la acción de los sistemas adhesivos por lo que una técnica de desproteinización previa con hipoclorito de sodio podría ser beneficiosa para la adhesión a estos sustratos (Ekambaram y Yiu, 2016).

2) DENTINA

2.1) Generalidades de la dentina como sustrato adhesivo

La dentina tiene una composición en peso de 70% de materia inorgánica, 18% de materia orgánica y 12% de agua y presenta una estructura tubular (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2019). Los túbulos dentinarios contienen a los procesos odontoblásticos. La dentina mineralizada que separa los túbulos dentinarios se denomina dentina intertubular y representa el terreno principal sobre el que se produce la adhesión (Carvalho et al., 2012). La densidad de túbulos por mm^2 y su diámetro aumentan conforme nos acercamos a la cámara pulpar. En una preparación dentaria que alcance la dentina, los túbulos comunican la cámara pulpar con el medio externo, concepto conocido como permeabilidad dentinaria (Piguillem Brizuela et al., 2022a). A mayor número y diámetro de los túbulos dentinarios, mayor será la permeabilidad de la dentina lo cual trae aparejado que los procesos adhesivos serán más dificultosos por menor cantidad de dentina intertubular y la presencia de fluido procedente de los túbulos (Perdigão, 2020) y será mayor el riesgo biológico, inherente al utilizar sistemas adhesivos poliméricos, por posible toxicidad pulpar (Chen et al., 2003).

Así, todas aquellas variables topográficas e histopatológicas que pueden presentarse en la dentina representan un diferente potencial adhesivo en cuanto a la capacidad de que se genere una adhesión fuerte y estable y plantean diferente riesgo biológico con el empleo de sistemas adhesivos.

SUS-TRATO	VARIABLES	CARACTERÍSTICAS	RIESGO BIOLÓGICO	POTENCIAL ADHESIVO	ASPECTO CLÍNICO	PRETRATAMIENTO SUGERIDO
Esmalte	Clinicamente sano	Sustrato ideal para adhesión. Estructura prismática en la que se generan patrones de grabado tras acondicionar con ácidos	Nulo	Muy Alto	Aspecto normal	----
	Aprismático	Estructura no prismática. El acondicionamiento genera desmineralización irregular con disminución de la eficacia adhesiva	Nulo	Regular		Microare-nado
	Hipomineralizado	Esmalte débil y friable. No se generan patrones de grabado eficientes y no tiene fuerza cohesiva para producir una buena adhesión	Nulo	Regular	Aspecto irregular/manchas ocre-naranjas	Desproteini-zación
Dentina	Clínicamente sana	Paredes laterales: túbulos dentinarios cortados longitudinalmente. No influye la permeabilidad dentinaria	Bajo	Alto	Amarillo/marfil	----
		Piso y/o pared axial superficial o de media profundidad: permeabilidad dentinaria baja	Bajo	Alto		----
		Piso y/o pared axial profunda: Muy alta permeabilidad	Muy alto	Muy Bajo		Recubri-miento/relleno
	Afectada por caries (remoción selectiva)	Permeabilidad reducida respecto a la dentina profunda sana. Sustrato desorganizado con mucha humedad	Medio	Bajo	Rosado/color del detector de caries	Microare-nado
	Hipermineralizada Hipermineralizada de LCNC	Permeabilidad muy reducida. Dentina hipermineralizada difícil de acondicionar	Bajo	Regular	Marrón/gris/violáceo/negro	Asperizado/Microare-nado
	Hipomineralizada (ej, dentinogenesis imperfecta)	Sustrato caótico. A mayor profundidad, más complejo.	Alto	Muy bajo	Naranja/Ocre	Microare-nado
	DET	Dentina coronal		Nulo	Regular	Variable
Tercio coronal radicular			Nulo	Bajo		
Tercios medio y apical radicular			Nulo	Minimo		

TABLA 1. Sustratos dentarios

2.2) Variables del sustrato dentinario

2.2.a) Dentina clínicamente sana.

Las maniobras adhesivas a la dentina clínicamente sana se generan en preparaciones dentarias donde se realizó remoción total del tejido cariado o en casos de traumatismo. En las paredes cavitarias los túbulos dentinarios están cortados de manera longitudinal sin comunicación directa con la pulpa por lo que el riesgo biológico es muy reducido y el potencial para obtener una buena adhesión es alto

(Uribe-Echevarría et al., 2010). En el piso o paredes axiales cavitarias los túbulos dentinarios están cortados transversalmente. Cuando estas superficies están situadas superficialmente cerca del límite amelodentinario o a mediana profundidad, la permeabilidad no es significativa por lo que el riesgo biológico es bajo y el potencial adhesivo alto. Sin embargo, la alta permeabilidad que existe en la dentina sana profunda eleva el riesgo biológico y disminuye el potencial adhesivo. Se recomienda sellar el sustrato en estos casos con materiales biocompatibles

de recubrimiento o relleno (por ejemplo, cementos de ionómero vítreo o materiales biocerámicos).

2.2.b) Dentina afectada por caries

La técnica de remoción selectiva de caries ha sido desarrollada para minimizar la pérdida de estructura dentaria y preservar la salud pulpar (Alleman y Magne, 2012; Innes et al., 2016; Machiulskiene et al., 2020). Esta técnica se emplea en lesiones de caries de gran profundidad después de realizado un preciso diagnóstico del estado de salud pulpar. La dentina afectada por caries puede permanecer solamente en el piso cavitario o pared axial dejando el resto de las paredes absolutamente libres de lesión. Con esta técnica se intenta evitar exponer innecesariamente la pulpa y reducir la permeabilidad del sustrato (Pashley et al., 1991) de cara a procedimientos adhesivos. El potencial adhesivo es escaso (Yoshiyama et al., 2002) pero el riesgo biológico es sustancialmente menor con respecto a una dentina profunda clínicamente sana.

2.2.c) Dentinas hipermineralizadas.

Las dentinas hipermineralizadas se presentan en situaciones como esclerosis dentinaria fisiológica asociada al envejecimiento, caries de avance crónico o lesiones cervicales no cariosas entre otras. Los túbulos dentinarios se encuentran total o parcialmente obliterados y la dentina intertubular está hipermineralizada dificultando el acondicionamiento ácido inherente a los sistemas adhesivos (Perdigão, 2010). Se han sugerido maniobras de asperización mecánica previamente a las maniobras adhesivas con piedras de diamante o microarenado con óxido de aluminio (Peumans et al., 2020). Son sustratos con un potencial adhesivo regular, pero riesgo biológico bajo.

2.2.d) Diente endodóticamente tratado (DET)

Estas dentinas representan un sustrato difícil a nivel adhesivo, pero sin riesgo biológico por la desvitalización de la pieza. La presencia del colágeno dentinario en estado degradativo o la dificultad para manejar el estrés de contracción de los sistemas adhesivos y materiales de restauración dificultan la eficacia de los adhesivos. Particularmente en el interior del conducto radicular se generan obstáculos muy complicados como la dificultad de limpiar adecuadamente la superficie de las paredes, el acceso limitado de la energía lumínica para activar la polimerización y la imposibilidad de evaporar apropiadamente los solventes que contienen los adhesivos (García Cuerva et al., 2016; 2021; Özcan y Volpato, 2020).

2.2.e) Dentinas hipomineralizadas

Se presentan en trastornos genéticos tales como dentinogénesis imperfecta. La dentina se encuentra hipomineralizada, con túbulos dentinarios escasos y de disposición anárquica. Las fibras colágenas se encuentran engrosadas, enredadas entre sí mismas y con una disposición irregular y aleatoria. Se ha

sugerido pretratar la dentina con microarenado con óxido de aluminio para mejorar la interacción micromecánica de los adhesivos combinada a la utilización de aquellos basados en 10-MDP para adicionar interacción química. Desafortunadamente el pronóstico terapéutico en estos sustratos, considerados caóticos, es incierto (Massé et al., 2021).

MECANISMOS ADHESIVOS

El mecanismo principal de adhesión de los sistemas adhesivos poliméricos a los tejidos dentarios se basa en una interacción micromecánica que permite su hibridización (Tabla 2).

En el esmalte, los ácidos acondicionadores de los sistemas adhesivos desmineralizan su superficie generando microporosidades (patrones de grabado) que serán posteriormente infiltradas por resinas adhesivas quedando ancladas al ser polimerizadas (Sato et al., 2021).

En dentina la interacción micromecánica se genera por otras vías (Breschi et al., 2018):

1. Desmineralización, a través de una sustancia ácida, de una franja de dentina (de 1 a 10 µm dependiendo del acondicionador) exponiendo la trama colágena subyacente.
2. Infiltración de la trama colágena por resinas adhesivas hidrófilas (Primer) para dar lugar a la formación de la capa híbrida dentinaria.
3. Penetración de la resina en los túbulos dentinarios, si estos fueron abiertos durante el acondicionamiento, formándose unas trabas micromecánicas secundarias denominadas "tags" o prolongaciones de resina dentro de los túbulos.
4. Aplicación de resinas adhesivas predominantemente hidrófugas (Bond) que serán capaces de copolimerizar con el material resinoso posterior.

Adicionalmente, la utilización de ciertos monómeros adhesivos, principalmente el monómero 10-MDP, es posible obtener una adhesión química de naturaleza iónica. Estos monómeros ácidos generan una interacción con el calcio y fosfato de la hidroxiapatita de los tejidos duros dentarios, formando sales con los mismos, obteniéndose de este modo la unión. La sumatoria de interacción micromecánica y química permite una adhesión particularmente estable (Van Meerbeek et al., 2020).

SISTEMAS ADHESIVOS CONTEMPORÁNEOS SISTEMAS ADHESIVOS DE GRABADO ÁCIDO INDEPENDIENTE

Son sistemas que emplean ácido fosfórico como acondicionador en una concentración que oscila entre 32 a 37%, en un frasco o jeringa independiente (Tabla 3). Existen dos tipos de sistemas en este grupo:

- 1) De tres pasos o adhesivos de 4ª generación: Tres frascos separados que contienen el ácido, el primer hidrófilo y el bond hidrófugo respectivamente.
- 2) De dos pasos o adhesivos de 5ª generación. El

TIPO DE INTERACCIÓN ADHESIVA	ACONDICIONAMIENTO	MECANISMO ADHESIVO	MONÓMEROS
Interacción micromecánica	Esmalte: generación de microporos (patrones de grabado)	Hibridación del esmalte por tags de resina micromecánicamente retenidos	Todos los monómeros hibridizan esmalte y dentina (Bis GMA, UDMA, 10-MDP, entre otros)
	Dentina: desmineralización de la hidroxiapatita con exposición de trama colágena	Hibridación de la dentina por entrelazado micromecánico de la resina adhesiva (hidrófila) con la trama colágena	
			Prolongaciones (tags) de resina (hidrófila) trabados micromecánicamente en los túbulos dentinarios.
Interacción química	Desmineralización superficial de la hidroxiapatita de esmalte y dentina	Interacción iónica de grupos fosfato de los monómeros adhesivos con los iones calcio y fosfato de la hidroxiapatita del esmalte y dentina	10-MDP MDPB

TABLA 2. Mecanismos adhesivos















GENE-RACIÓN	TIPO DE SISTEMA	MODO	COMPONENTES			
			Ácido	Primer	Bond	
4ª	Grabado independiente	Grabado total en esmalte y dentina				(*) Según el caso clínico se podría utilizar grabado selectivo en el esmalte
5ª						
6ª	Autoacondicionante	Autograbado en esmalte y dentina (*)				Acidez del primer ácido:
7ª (en desuso)						
8ª	Universal	3 alternativas clínicas	Grabado selectivo en esmalte Autograbado dentina			Fuerte: pH<1
			Grabado total en esmalte y dentina			Intermedio: 1 ≤ pH < 2
			Autograbado en esmalte y dentina			Suave pH: pH ≥ 2

TABLA 3. Clasificación de los sistemas adhesivos

ácido se presenta por separado pero los monómeros hidrófilos e hidrófugos coexisten en frasco único.

Características principales de estos sistemas:

- El mecanismo por el cual se adhieren es exclusivamente por traba micromecánica tanto en esmalte como en dentina. No generan adhesión química.
- La generación de patrones de grabado con ácido fosfórico en esmalte seguido de infiltración con resinas adhesivas se considera el mecanismo “*gold standard*” en adhesión (Perdigão, 2020).
- El ácido fosfórico desmineraliza en profundidad de hasta 10 µm la dentina intertubular. Aumenta la permeabilidad inherente de la dentina. Se considera un acondicionamiento agresivo que produce susceptibilidad a la degradación adhesiva y aparición de sensibilidad postoperatoria (Van Meerbeek et al., 2020).
- El paso de lavado del ácido y secado de la dentina supone un paso de gran sensibilidad técnica. Un exceso o defecto de humedad en la dentina grabada operará en detrimento de la adhesión. Es muy difícil verificar clínicamente la humedad adecuada.
- Por efecto del grabado en dentina se activan enzimas proteolíticas endógenas denominadas metaloproteinasas (MMPs) y catepsinas que van a degradar al colágeno de la capa híbrida dentinaria limitando su durabilidad (Pashley et al., 2004; Breschi et al., 2018).
- Los sistemas simplificados de 5° generación tienen un desempeño inferior a los sistemas multienvase de 4° generación (Perdigão, 2020). La simplificación incide en una mayor hidrofilia que conlleva a degradación adhesiva en el tiempo (Tay et al., 2004). La aplicación de al menos dos capas puede contrarrestar parcialmente este efecto (Piguillem Brizuela et al., 2022a).
- Los sistemas de 5ª generación pueden afectar negativamente el grado de polimerización de resinas de activación química o dual (Tay et al., 2003).

1- SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES

Son sistemas que unifican los pasos de grabado y la infiltración de los tejidos duros dentarios en una misma sustancia denominada primer ácido o monómero funcional. Existen 2 tipos de sistemas en este grupo:

- 1) Autograbantes de dos pasos o de 6ª generación: dos frascos. El primero contiene el primer ácido hidrófilo y el segundo contiene el bond hidrófugo.
- 2) Autograbantes de un paso o de 7ª generación: un solo frasco que combina el primer ácido con el bond. Están en desuso por su bajo desempeño general.

Las principales características de estos sistemas son las siguientes:

- El mecanismo por el cual se adhieren a esmalte y dentina es por interacción micromecánica, sin embargo, existen algunos monómeros que permiten

adicionar interacción química lo cual actúa en favor de la estabilidad adhesiva en el tiempo (Giannini et al., 2015).

- Los primers ácidos tienen un grado de acidez más débil que el ácido fosfórico y, en muchas ocasiones, generan patrones de grabado poco eficientes en esmalte por lo que se ha sugerido la utilización de la denominada técnica de grabado selectivo en esmalte (Van Landuyt et al., 2006; Ma et al., 2023).
- En dentina generan una menor desmineralización que el ácido fosfórico. Esto conlleva a una menor posibilidad de sensibilidad postoperatoria en relación a los sistemas de grabado independiente (Van Meerbeek et al., 2011).
- Según el pH del primer ácido se pueden clasificar como adhesivos autograbantes de acidez fuerte ($\text{pH} < 1$), media ($1 \leq \text{pH} < 2$) y suave ($\text{pH} \geq 2$). Estas diferencias marcan la agresividad del grabado y sus efectos sobre la permeabilidad dentinaria (Giannini et al., 2015; Van Meerbeek et al., 2020).
- Los adhesivos de pH fuerte han demostrado un bajo desempeño y han sido paulatinamente retirados del mercado en favor de los adhesivos autograbantes de pH suave (Van Meerbeek et al., 2011).
- Al no haber paso de grabado previo separado del primer, la sensibilidad técnica disminuye ostensiblemente (Breschi et al., 2018; Perdigão, 2020).
- El menor grado de desmineralización que produce menor exposición del colágeno y la simultaneidad grabado-imprimación genera un mejor encapsulado de la trama colágena por parte de los monómeros adhesivos (Van Meerbeek et al., 2011).
- Se produce menor activación de MMPs y catepsinas por la agresividad reducida del grabado lo cual, sumado a la menor cantidad de colágeno desprotegido sin infiltrar, minimiza el fenómeno de degradación de la fase colágena de la capa híbrida dentinaria (Van Meerbeek et al., 2020).

2- SISTEMAS ADHESIVOS UNIVERSALES (8ª GENERACIÓN)

Conocidos también como multimodo, estos sistemas pueden usarse como adhesivos de grabado total, como autograbantes o con grabado selectivo del esmalte. Generalmente presentan un único frasco en el que conviven los monómeros funcionales hidrófilos y los monómeros hidrófugos, aunque, de forma reciente se han desarrollado sistemas con los frascos separados asemejando a los adhesivos de 6ª generación.

Sus características principales son las siguientes:

- La acidez que presentan es, en su mayoría, de pH suave ($\text{pH} \geq 2$).
- A pesar de que pueden emplearse diferentes modos, el grabado selectivo de esmalte y autograbado en dentina es el enfoque más recomendado al reunir las mejores características de los dos tipos de acondicionamiento en cada sustrato (Giannini et al., 2022; Cadenaro et al., 2023).
- Es aconsejable el uso de, al menos, dos capas de

adhesivo en los sistemas de un solo envase aumentando la resistencia de la capa adhesiva al estrés de contracción y limitando el efecto de la inhibición por oxígeno mejorando su grado de conversión polimérica (Alam et al., 2022).

- Los sistemas de un solo frasco son más hidrófilos que los sistemas multienvase y, por su acidez superficial, pueden afectar el grado de polimerización de resinas de activación química o dual (Suh et al., 2003).
- Muchos adhesivos universales presentan en su formulación el monómero 10-MDP (Tabla 4) el cual presenta numerosos aspectos positivos relacionados a su desempeño clínico como son:
 - Adhesión combinada micromecánica y química a las estructuras dentarias de gran estabilidad (Van Meerbeek et al., 2020).
 - Generación de una zona anexa a la capa híbrida de resistencia ácido-base (ABRZ zone) que genera protección a la aparición de caries secundaria (Nikaido et al., 2011).
 - Estructura molecular que confiere una considerable hidrofobia a comparación de otros monómeros funcionales redundando en mayor estabilidad hidrolítica que los polímeros formados con otros monómeros funcionales (Yoshihara et al., 2015).
 - La unión química se forma a través de una sal de MDP-Ca, que proviene de la hidroxiapatita dentaria. Se forman unas nanoestructuras (nanolayering) que refuerzan mecánicamente la capa

adhesiva (Yoshihara et al., 2021).

- Preserva la capa adhesiva por inhibición directa de las MMPs (Jin et al., 2022).

MANIOBRAS PARA OPTIMIZAR EL DESEMPEÑO ADHESIVO

1- PROTECCIÓN DENTINARIA INMEDIATA

Bajo el término de protección dentinaria se engloban diversos procedimientos tendientes a sellar y proteger la dentina inmediatamente después de realizar la preparación instrumental de la pieza dentaria aun cuando la restauración final no se vaya a realizar de inmediato (Restitución biológica no anatómica, SDI, Resin Coating, Build Up, Sellado pre-endodóntico). De esta manera se logra adhesión a dentina fresca recién cortada, evitando la contaminación de la superficie dentinaria entre sesiones permitiendo maximizar el desempeño adhesivo (Magne, 2005; De Rose et al., 2015; Nikaido et al., 2018; Albertini et al., 2021).

2- HIDROFOBIZACIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS SIMPLIFICADOS

La aplicación de una capa hidrófuga sobre los adhesivos simplificados (5^a, 7^a generación y universales) ha sido propuesta para mejorar su estabilidad hidrolítica (Van Landuyt et al., 2006; Ermis et al., 2019).

Una fina capa (0.5mm) de composite fluido, técnica que también puede denominarse como “resin coating”, permite hidrofobizar la capa adhesiva de sistemas simplificados y además reducir el estrés de

Marca comercial	Empresa	pH	Metacrilatos	Monómeros funcionales	Cantidad de frascos	Tipo de activación
Peak Universal Bond	Ultradent	1.2	HEMA	No informado	1	Lumínica
One Coat 7 Universal	Coltene	2.0-2.8	DUDMA / HEMA	10-MDP	1	Lumínica
All Bond Universal	Bisco	2.5-3.5	Bis GMA / HEMA	10-MDP	1	Lumínica
Tetric N Bond Universal	Vivadent	2.5	Bis GMA / HEMA DMAEMA	10-MDP	1	Lumínica
Ambar Universal	FGM	2.6-3	UDMA / HEMA	10-MDP	1	Lumínica
Singlebond Universal	3M	2.7	Bis GMA / HEMA DMAEMA	10-MDP	1	Lumínica
Palfique Universal Bond	Tokuyama	2.2	Bis GMA / HEMA TEGDMA	MTU-6	2	Química
Universal Primer	Bisco	3	Bis GMA / HEMA	10-MDP	2	Dual
Prime & Bond Elect	Dentsply Sirona	2.5	Bisacrilamida 1 / Bisacrilamida 2	PENTA	1	Lumínica

TABLA 4. Sistemas adhesivos Universales (Modificado de Cadenaro et al., 2023)

contracción incidente sobre la capa adhesiva bajo un concepto denominado “adhesión elástica” (De Munck et al. 2005).

El resin coating también permite reforzar la capa adhesiva generada en la técnica de sellado dentinario inmediato para restauraciones indirectas o sellado pre-endodóntico.

3- CONTROL DEL ESTRÉS DE CONTRACCIÓN

Es fundamental manejar el estrés de contracción, asociado al factor de configuración (Factor C) y al volumen de las preparaciones dentarias, de los materiales de restauración para que no incida negativamente en la capa adhesiva (Fazelian et al., 2022).

Además de la aplicación de una capa de composite fluido como se mencionó previamente, la utilización de fibras de polietileno ha sido propuesta para mitigar el estrés de contracción de polimerización que pueda incidir y afectar la capa adhesiva en dentinas de bajo potencial adhesivo ubicadas en preparaciones de alto factor C (Belli et al., 2006; Sadr et al., 2020).

4- POLIMERIZACIÓN DE LOS ADHESIVOS

Es imperativo buscar la mejor polimerización posible mediante unidades de polimerización de buena calidad y una adecuada técnica clínica (Rueggeberg et al., 2017).

Particularmente en los adhesivos simplificados es

Nº	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Grabado con ácido fosfórico 32-37% por 15 segundos en esmalte y dentina	Desmineralización para generar patrones de grabado en esmalte y exponer trama colágena en dentina
2	Lavado	Eliminar ácido y subproductos del grabado
3	Secado: esmalte seco y dentina húmeda (con protección con torunda tissue o teflón)	Secar por completo el esmalte y eliminar exceso de agua en dentina preservando las fibras colágenas expandidas
4	Primer: frotado 15-20 segundos	Infiltración de la trama colágena por monómeros hidrófilos- formación de la capa híbrida dentinaria
5	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
6	Bond: no es necesario frotar	Generación de capa hidrófuga
7	Aire a presión muy suave o microbrush seco	Remover excesos y homogeneizar capa de bond
8	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo

TABLA 5. Protocolo básico- Sistemas adhesivos de grabado independiente de 4ª generación

Nº	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Grabado con ácido fosfórico 32-37% por 15 segundos en esmalte y dentina	Desmineralización para generar patrones de grabado en esmalte y exponer trama colágena en dentina
2	Lavado	Eliminar ácido y subproductos del grabado
3	Secado: esmalte seco y dentina húmeda (con protección con torunda tissue o teflón)	Secar por completo el esmalte y eliminar exceso de agua en dentina preservando las fibras colágenas expandidas
4	Primera capa de adhesivo: frotado 15-20 segundos	Infiltración de la trama colágena por monómeros hidrófilos- formación de la capa híbrida dentinaria
5	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
6	Segunda capa de adhesivo: frotado 15-20 segundos	Capa adicional para dar mayor grosor a la capa adhesiva
7	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
8	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo

TABLA 6. Protocolo básico- Sistemas adhesivos de grabado independiente de 5ª generación

recomendable extender los tiempos de exposición lumínica para mejorar el grado de conversión polimérica (Cadenaro et al, 2023).

RECOMENDACIONES ADICIONALES

- El uso del ácido fosfórico debe evitarse en dentinas permeables.
- La utilización de clorhexidina al 2% aplicada sobre la dentina recién grabada puede inhibir la acción de las enzimas proteolíticas y ralentizar la degradación de la capa adhesiva (Breschi et al., 2020).
- Se recomienda la aplicación de los monómeros adhesivos hidrófilos (Primers y adhesivos simplificados) en forma de frotado activo, en especial en la técnica autograbante, con la finalidad de mejorar la disolución del barro dentinario y la impregnación de la dentina subyacente (Thanatvarakorn et al., 2016).
- Se sugiere extender los tiempos de evaporación de solventes que suele exceder el tiempo indicado por el fabricante (Awad et al, 2019). Clínicamente debe observarse una superficie brillante con ausencia de movimiento de fluido en la superficie al aplicar aire suave.
- No es recomendable realizar técnica autograbante en dentina con adhesivos de pH fuerte o medio en dentinas permeables.
- Los adhesivos autograbantes o universales de pH medio o suave requieren de un grabado previo del esmalte con ácido fosfórico bajo la técnica de grabado selectivo del esmalte.
- Al realizar técnica autograbante en dentina con adhesivos de pH suave, se recomiendan maniobras para reducir el grosor y densidad del barro dentinario como pasaje de piedras de grano fino, fresas de filos múltiples y/o microarenado con óxido de aluminio de 50 µm (Van Meerbeek et al., 2020).
- Es recomendable seleccionar sistemas que

contengan 10-MDP y utilizar todas las ventajas mencionadas con anterioridad (Piguillem Brizuela et al., 2022b).

- Se debe agitar los envases de los adhesivos antes de su utilización (Garrofé et al., 2014).
- La utilización de maniobras o modos de uso de los sistemas adhesivos que difieren de las instrucciones del fabricante pueden llegar a mejorar el desempeño de los mismos (Hardan et al., 2023). Sin embargo, se recomienda encarecidamente la lectura de las instrucciones del fabricante en todos los casos.

PROTOCOLOS ADHESIVOS

En base a la información volcada se presentan a continuación los protocolos básicos para la utilización de cada grupo de sistemas adhesivos: 4ª generación (Tabla 5), 5ª generación (Tabla 6), 6ª generación (Tabla 7) y Universales (Tabla 8). Posteriormente se presentan los protocolos modificados con maniobras opcionales de optimización (Tablas 9, 10, 11 y 12). Nuevamente, se hace especial énfasis en la lectura atenta de las instrucciones de fábrica de cada material.

CONCLUSIONES

En el presente artículo han sido desarrollados, fundamentados y consensados los aspectos más relevantes acerca del manejo de los sistemas adhesivos poliméricos en esmalte y dentina.

Las conclusiones del grupo de consenso, volcadas en este artículo, serán objeto de continua revisión y modificaciones en caso de que sean pertinentes.

Los protocolos adhesivos a sustratos no dentarios y protocolos de técnicas específicas como aquellas que involucren la protección dentinaria inmediata serán futuros objetivos de los grupos de consenso de la FOUBA.

N°	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico (15 s)	Generar patrones de grabado en esmalte
2	Lavado y secado completo del esmalte y del smear layer	Favorecer la interacción del monómero funcional
3	Primer ácido: frotado enérgico por 15-20 segundos	Disolución del smear layer. Desmineralización e infiltración simultánea de la trama colágena. Formación de la capa híbrida
4	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
5	Bond: no es necesario frotar	Generación de capa hidrófuga
6	Aire a presión muy suave o microbrush seco	Remover excesos y homogeneizar capa de bond
7	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo

TABLA 7. Protocolo básico- Sistemas adhesivos autograbantes de 6ª generación en modo grabado selectivo

N°	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico (15 s)	Generar patrones de grabado en esmalte
2	Lavado y secado completo del esmalte y del smear layer	Favorecer la interacción del monómero funcional
3	Primera capa de adhesivo: frotado enérgico por 15-20 segundos	Disolución del smear layer. Desmineralización e infiltración simultánea de la trama colágena. Formación de la capa híbrida
4	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
5	Segunda capa de adhesivo: frotado por 15-20 segundos	Capa adicional para aumentar espesor de capa adhesiva
6	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
7	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo

TABLA 8. Protocolo básico- Sistemas adhesivos Universales en modo grabado selectivo

N°	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Grabado con ácido fosfórico 32-37% por 15 segundos en esmalte y dentina	Desmineralización para generar patrones de grabado en esmalte y exponer trama colágena en dentina
2	Lavado y secado	Eliminar ácido, subproductos del grabado y exceso de agua
3	Clorhexidina 2%: Frotar 20 segundos	Inhibición de enzimas proteolíticas endógenas
4	Secado: esmalte seco y dentina húmeda (con protección con torunda tissue o teflón)	Eliminar exceso de agua preservando las fibras colágenas expandidas
5	Primer: frotado 15-20 segundos	Infiltración de la trama colágena por monómeros hidrófilos-formación de la capa híbrida dentinaria
6	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
7	Bond: no es necesario frotar	Generación de capa hidrófuga
8	Aire a presión muy suave o microbrush seco	Remover excesos y homogeneizar capa de bond
9	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
10	Resin coating (solo restauraciones indirectas): capa de 0.5mm de composite fluido	Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/ microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
11	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
12	Capa de fibras de polietileno (dentinias de bajo potencial adhesivo)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
13	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

TABLA 9. Protocolo optimizado- Sistemas adhesivos de grabado independiente de 4ª generación

N°	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Grabado con ácido fosfórico 32-37% por 15 segundos en esmalte y dentina	Desmineralización para generar patrones de grabado en esmalte y exponer trama colágena en dentina
2	Lavado y secado	Eliminar ácido, subproductos del grabado y exceso de agua
3	Clorhexidina 2%: Frotar 20 segundos	Inhibición de enzimas proteolíticas endógenas
4	Secado: esmalte seco y dentina húmeda (con protección con torunda tissue o teflón)	Eliminar exceso de agua preservando las fibras colágenas expandidas
5	Primera capa de adhesivo: frotado 15-20 segundos	Infiltración de la trama colágena por monómeros hidrófilos-formación de la capa híbrida dentinaria
6	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
7	Segunda capa de adhesivo: frotado 15-20 segundos	Capa adicional para dar mayor grosor a la capa adhesiva
8	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
9	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
10	Resin coating (restauraciones directas e indirectas): capa de 0.5mm de composite fluido	Hidrofobización. Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
11	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
12	Capa de fibras de polietileno (dentinias de bajo potencial adhesivo)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
13	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

TABLA 10. Protocolo optimizado- Sistemas adhesivos de grabado independiente de 5ª generación

N°	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Microarenado con óxido de aluminio de 29 a 50 µm por 10 segundos	Limpieza de la preparación. Disminución del espesor y densidad del smear layer dentinario
2	Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico (15 s)	Generar patrones de grabado en esmalte
3	Lavado y secado completo del esmalte y del smear layer	Favorecer la interacción del monómero funcional
4	Primer ácido: frotado enérgico por 15-20 segundos	Disolución del smear layer. Desmineralización e infiltración simultánea de la trama colágena. Formación de la capa híbrida
5	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
6	Bond: no es necesario frotar	Generación de capa hidrófuga
7	Aire a presión muy suave o microbrush seco	Remover excesos y homogeneizar capa de bond
8	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
9	Resin coating (solo restauraciones indirectas): capa de 0.5mm de composite fluido	Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
10	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
11	Capa de fibras de polietileno (dentinias de bajo potencial adhesivo)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
12	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

TABLA 11. Protocolo optimizado- Sistemas adhesivos autograbantes de 6ª generación

N°	PASO CLÍNICO	OBJETIVO
1	Microarenado con óxido de aluminio de 29 a 50 µm por 10 segundos	Limpieza de la preparación. Disminución del espesor y densidad del smear layer dentinario
2	Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico (15 s)	Generar patrones de grabado en esmalte
3	Lavado y secado completo del esmalte y del smear layer	Favorecer la interacción del monómero funcional
4	Primera capa de adhesivo: frotado enérgico por 15-20 segundos	Disolución del smear layer. Desmineralización e infiltración simultánea de la trama colágena. Formación de la capa híbrida
5	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
6	Segunda capa de adhesivo: frotado por 15-20 segundos	Capa adicional para aumentar espesor de capa adhesiva
7	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
8	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
9	Resin coating (restauraciones directas e indirectas): capa de 0.5mm de composite fluido	Hidrofobización. Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
10	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
11	Capa de fibras de polietileno (dentinas de bajo potencial adhesivo)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
12	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

TABLA 12. Protocolo optimizado- Sistemas adhesivos Universales

REFERENCIAS

Alam, A., Chowdhury, A. F. M. A., Yamauti, M., Saikaew, P., Hoshika, S., Carvalho, R. M., Sano, H., y Sidhu, S. K. (2022). Cause-Effect relationship of varying bonding thicknesses in dentin adhesion of universal adhesives. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 24(1), 291-300. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b3240695>

Albertini, G., Bechelli D., y Capusotto, A. (2021). SAT: Sistematización Adhesiva Temporaria. Integración estético-oclusal predecible en rehabilitación conservadora. Informe de caso y revisión bibliográfica. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*, 109(2), 107-118. <http://doi.org/10.52979/raoa.1132>

Alleman, D. S., y Magne, P. (2012). A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence International*, 43(3), 197-208. <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/840494>

Awad, M. M., Alrahlah, A., Matinlinna, J. P., y Hama, H. H. (2019). Effect of adhesive air-drying time on bond strength to dentin: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 90, 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2019.02.006>

Belli, S., Dönmez, N., y Eskitaşcioğlu, G. (2006). The effect of c-factor and flowable resin or fiber use at the interface on microtensile bond strength to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8(4), 247-253. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a11377>

Breschi, L., Maravic, T., Comba, A., Cunha, S. R., Loguercio, A. D., Reis, A., Hass, V., Cadenaro, M., Mancuso, E., Mayer-Santos, E., Niu, L., Pashley, D. H., Tay, F. R., y Mazzoni, A. (2020). Chlorhexidine preserves the hybrid layer in vitro after 10-years aging. *Dental Materials*, 36(5), 672-680. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.03.009>

- Breschi, L., Maravic, T., Cunha, S. R., Comba, A., Cadenaro, M., Tjäderhane, L., Pashley, D. H., Tay, F. R., y Mazzoni, A. (2018). Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. *Dental Materials*, 34(1), 78–96. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.005>
- Cadenaro, M., Josic, U., Maravić, T., Mazzitelli, C., Marchesi, G., Mancuso, E., Breschi, L., y Mazzoni, A. (2023). Progress in dental adhesive materials. *Journal of Dental Research*, 102(3), 254–262. <https://doi.org/10.1177/00220345221145673>
- Carvalho, R. M., Tjäderhane, L., Manso, A. P., Carrilho, M. R., y Carvalho C., A. R. (2012). Dentin as a bonding substrate. *Endodontic Topics*, 21(1), 62–88. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2012.00274.x>
- Chen, R. S., Liu, C. C., Tseng, W. Y., Jeng, J. H., y Lin, C. P. (2003). Cytotoxicity of three dentin bonding agents on human dental pulp cells. *Journal of Dentistry*, 31(3), 223–229. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(02\)00088-x](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(02)00088-x)
- Comba, A., Baldi, A., Garavelli, M., Maravić, T., Breschi, L., Mazzoni, A., Mazzitelli, C., y Scotti, N. (2022). Effects of surface pretreatments on bond strength and morphology of aprismatic enamel. *Journal of Adhesive Dentistry*, 24(1), 367–374. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b3240701>
- De Munck, J., Van Landuyt, K. L., Coutinho, E., Poitevin, A., Peumans, M., Lambrechts, P., Braem, M., y Van Meerbeek, B. (2005). Fatigue resistance of dentin/composite interfaces with an additional intermediate elastic layer. *European Journal of Oral Sciences*, 113(1), 77–82. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00185.x>
- De Rose, L., Krejci, I., y Bortolotto, T. (2015). Immediate endodontic access cavity sealing: Fundamentals of a new restorative technique. *Odontology*, 103(3), 280–285. <https://doi.org/10.1007/s10266-014-0174-1>
- Ekambaram, M. y Yiu, C.K.Y. (2016). Bonding to hypomineralized enamel – A systematic review. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 69, 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.03.016>
- Ermis, R. B., Ugurlu, M., Ahmed, M. H. y Van Meerbeek, B. (2019). Universal adhesives benefit from an extra hydrophobic adhesive layer when light cured beforehand. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 21(2), 179–188. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a42344>
- Fazelian, N., Kasraei, S., y Khamverdi, Z. (2022). Effects of C-Factor on bond strength of universal adhesives to floor and wall dentin in Class-I composite restorations. *Journal of Adhesive Dentistry*, 24(1), 2–8. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b2701599>
- García Cuerva, M., Piguillem Brizuela, F. J., Horvath, L., Tartacovsky, H., Gualtieri, A., Rodriguez, P., y González Zanotto, C. (2016). Comparación en la resistencia de unión en la fijación de postes de base orgánica con la utilización de cementos resinosos vs ionómeros modificados con resina. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 31(70), 32–38. <https://repositorio.odontologia.uba.ar/items/show/1345>
- García Cuerva, M., Trigo Humarán, M. M., Tartacovsky, H. J., Boaventura Dubovik, M. A., Shin, L. N., y Bertoldi Hepburn, A. (2021). Resistencia adhesiva de postes de fibra a los diferentes tercios del conducto radicular. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 36(82), 35–42. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/75>
- Garrofé, A., Martucci, D., y Picca, M. (2014). Adhesión a tejidos dentarios. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 67(29), 5–13. <https://repositorio.odontologia.uba.ar/items/show/1090>
- Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A. P., Vermelho, P. M., Fronza, B. M., Nikaido, T., y Tagami, J. (2015). Self-etch adhesive systems: a literature review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3–10. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302442>
- Giannini, M., Vermelho, P. M., de Araújo Neto, V. G. y Soto-Montero J. R. (2022). An update on universal adhesives: indications and limitations. *Current Oral Health Reports*, 9(1), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s40496-022-00309-w>
- Gómez de Ferraris E, Campos Muñoz A. (2019). *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. 4ta ed. Editorial Médica Panamericana.
- Hardan, L., Bourgi, R., Cuevas-Suárez, C. E., Devoto, W., Zarow, M., Monteiro, P., Jakubowicz, N., Zoghbi, A. E., Skaba, D., Mancino, D., Kharouf, N., Haïkel, Y., y Lukomska-Szymańska, M. (2023). Effect of different application modalities on the bonding performance of adhesive systems to dentin: A systematic review and meta-analysis. *Cells*, 12(1), 190. <https://doi.org/10.3390/cells12010190>
- Innes, N. P., Frencken, J. E., Bjørndal, L., Maltz, M., Manton, D. J., Ricketts, D., Van Landuyt, K., Banerjee, A., Campus, G., Doméjean, S., Fontana, M., Leal, S., Lo, E., Machiulskiene, V., Schulte, A., Splieth, C., Zandona, A., y Schwendicke, F. (2016). Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Advances in Dental Research*, 28(2), 49–57. <https://doi.org/10.1177/0022034516639276>

- Jin, X., Han, F., Wang, Q., Yuan, X., Zhou, Q., Xie, H., Niu, L., y Chen, C. (2022). The roles of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate and its calcium salt in preserving the adhesive-dentin hybrid layer. *Dental Materials*, 38(7), 1194–1205. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.06.007>
- Ma, K. S., Wang, L. T., y Blatz, M. B. (2023). Efficacy of adhesive strategies for restorative dentistry: A systematic review and network meta-analysis of double-blind randomized controlled trials over 12 months of follow-up. *Journal of Prosthodontic Research*, 67(1), 35–44. https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_21_00279
- Machiulskiene, V., Campus, G., Carvalho, J. C., Dige, I., Ekstrand, K. R., Jablonski-Momeni, A., Maltz, M., Mantton, D. J., Martignon, S., Martinez-Mier, E. A., Pitts, N. B., Schulte, A. G., Splieth, C. H., Tenuta, L. M. A., Ferreira Zandon, A., y Nyvad, B. (2020). Terminology of dental caries and dental caries management: Consensus report of a workshop organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries Research*, 54(1), 7–14. <https://doi.org/10.1159/000503309>
- Magne P. (2005). Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(3), 144–155. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00103.x>
- Massé, L., Etienne, O., Noirrit-Esclassan, E., Bailleul-Forestier, I., y Garot, E. (2021). Dentine disorders and adhesive treatments: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 109, 103654. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103654>
- Nikaido, T., Inoue, G., Takagaki, T., Waidyasekera, K., Iida, Y., Shinohara, M. S., Sadr, A., y Tagami, J. (2011). New strategy to create “Super Dentin” using adhesive technology: Reinforcement of adhesive-dentin interface and protection of tooth structures. *Japanese Dental Science Review*, 47(1), 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2010.04.002>
- Nikaido, T., Tagami, J., Yatani, H., Ohkubo, C., Nihei, T., Koizumi, H., Maseki, T., Nishiyama, Y., Takigawa, T., y Tsubota, Y. (2018). Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dental Materials Journal*, 37(2), 192–196. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-253>
- Özcan, M., y Volpato, C. A. M. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (3) Adhesion to intraradicular dentin: concepts and applications. *The Japanese Dental Science Review*, 56(1), 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.002>
- Pashley, E. L., Talman, R., Horner, J. A., y Pashley, D. H. (1991). Permeability of normal versus carious dentin. *Endodontics & Dental Traumatology*, 7(5), 207–211. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1991.tb00437.x>
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Yiu, C., Hashimoto, M., Breschi, L., Carvalho, R. M., y Ito, S. (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *Journal of Dental Research*, 83(3), 216–221. <https://doi.org/10.1177/1544405910408300306>
- Perdigão J. (2010). Dentin bonding: Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental Materials*, 26(2), e24–e37. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.149>
- Perdigão J. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion – not there yet. *Japanese Dental Science Review*, 56(1), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.004>
- Peumans, M., Politano, G., y Van Meerbeek, B. (2020). Treatment of noncarious cervical lesions: when, why, and how. *International Journal of Esthetic Dentistry*, 15(1), 16–42. <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/852384>
- Piguillem Brizuela, F. J., Di Mauro, M. S., Montoro, M. R., y Lombardo, N. P. (2022a). Adhesión a dentina parte I: características del sustrato y sistemas adhesivos. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 37(87), 25–33. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/136>
- Piguillem Brizuela, F. J., Di Mauro, M. S., Montoro, M. R., y Lombardo, N. P. (2022b). Adhesión a dentina parte II: estrategias para optimizar la adhesión a dentina y protocolos adhesivos. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 37(87), 35–46. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/137>
- Rueggeberg, F., Giannini, M., Arrais, C., y Price, R. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Brazilian Oral Research*, 31(suppl), e61. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>
- Sadr, A., Bakhtiari, B., Hayashi, J., Luong, M. N., Chen, Y. W., Chyz, G., Chan, D., y Tagami, J. (2020). Effects of fiber reinforcement on adaptation and bond strength of a bulk-fill composite in deep preparations. *Dental Materials*, 36(4), 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.01.007>
- Sato, T., Takagaki, T., Hatayama, T., Nikaido, T., y Tagami, J. (2021). Update on enamel bonding strategies. *FRONTIERS IN DENTAL MEDICINE*, 2, 666379. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2021.666379>

- Sebold, M., André, C. B., Sahadi, B. O., Breschi, L., y Giannini, M. (2020). Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development: a narrative review. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 35(18), 1941–1967. <https://doi.org/10.1080/01694243.2020.1865611>
- Suh, B. I., Feng, L., Pashley, D. H., y Tay, F. R. (2003). Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *Journal of Adhesive Dentistry*, 5(4), 267–282. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a8754>
- Tay, F. R., Carvalho, R. M., y Pashley, D. H. (2004). Water movement across bonded dentin - too much of a good thing. *Journal of Applied Oral Science*, 12(spe), 12–25. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572004000500003>
- Tay, F. R., Suh, B. I., Pashley, D. H., Prati, C., Chuang, S. F., y Li, F. (2003). Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. *Journal of Adhesive Dentistry*, 5(2), 91–105. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36033>
- Thanatvarakorn, O., Prasansuttiporn, T., Takahashi, M., Thittaweerat, S., Foxton, R. M., Ichinose, S., Tagami, J., y Nakajima, M. (2016). Effect of scrubbing technique with mild self-etching adhesives on dentin bond strengths and nanoleakage expression. *Journal of Adhesive Dentistry*, 18(3), 197–204. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36033>
- Uribe-Echevarría, J., Priotto, E. G., y Lutri M. S. (2010). Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En H. G. Henostroza (ed.) *Adhesión en odontología restauradora*. 2da ed. (pp. 89–135). Editora Rignano.
- Van Landuyt, K. L., Peumans, M., De Munck, J., Lambrechts, P., y Van Meerbeek, B. (2006). Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dental Materials*, 22(6), 533–544. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.05.010>
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., y Peumans, M. (2020). From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7–34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., y Van Landuyt, K. L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>
- Yoshihara, K., Nagaoka, N., Nakamura, A., Hara, T., Yoshida, Y., y Van Meerbeek, B. (2021). Nano-layering adds strength to the adhesive interface. *Journal of Dental Research*, 100(5), 515–521. <https://doi.org/10.1177/0022034520979133>
- Yoshihara, K., Nagaoka, N., Okihara, T., Kuroboshi, M., Hayakawa, S., Maruo, Y., Nishigawa, G., De Munck, J., Yoshida, Y., y Van Meerbeek, B. (2015). Functional monomer impurity affects adhesive performance. *Dental Materials*, 31(12), 1493–1501. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.019>
- Yoshiyama, M., Tay, F. R., Doi, J., Nishitani, Y., Yamada, T., Itou, K., Carvalho, R. M., Nakajima, M., y Pashley, D. H. (2002). Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *Journal of Dental Research*, 81(8), 556–560. <https://doi.org/10.1177/154405910208100811>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Dirección para correspondencia

Cátedra de Odontología Restauradora
Facultad de Odontología
Universidad de Buenos Aires
Marcelo T de Alvear 2142, Piso 9^a
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH
francisco.pilguillem@odontologia.uba.ar

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0

