

## Sistemas adhesivos: revisión y recomendaciones para su aplicación

Uwe Blunck, Dr.

(*Quintessenz Team-Journal*. 2008;38:327-37)

### Una tarea de todo el equipo

La técnica adhesiva es una parte esencial de la odontología restauradora y uno de los procedimientos más habituales del trabajo que desempeña el odontólogo a diario. La aplicación consecuente de esta técnica abre las puertas a muchos abordajes terapéuticos nuevos que ofrecen la posibilidad de minimizar la pérdida de sustancia necesaria para la retención de las restauraciones. Los sistemas adhesivos que lo permiten y que están disponibles en el mercado se deben considerar relativamente sensibles a la técnica. Sólo con una aplicación correcta en la que debe participar todo el equipo de la consulta se puede garantizar el éxito de la técnica adhesiva. Es necesario conocer con exactitud los requisitos que se deben cumplir e identificar las fases de trabajo en las que se pueden producir fallos, para evitarlos. Sólo de ese modo será posible cementar restauraciones con resultados satisfactorios a largo plazo.

En este artículo se exponen los principios de la técnica adhesiva y su puesta en práctica por parte del equipo de trabajo.

### Tratamiento previo de la superficie

La adherencia al tejido duro dental se produce en gran medida gracias a la unión micromecánica a la superficie rugosa del esmalte o de la dentina. La rugosidad de la

superficie se obtiene por medio de un tratamiento previo específico, y debe aprovecharse en su totalidad de forma oportuna. Para eso es necesario que la superficie se pueda humedecer o que se acondicione con un líquido humectante, denominado primer, que facilite la penetración en las zonas microrretentivas.

### *Grabado del esmalte con ácido fosfórico...*

La superficie retentiva en el esmalte aparece con la disolución de los cristales de hidroxiapatita provocada por ácidos. Los ácidos que se pueden utilizar con dicho propósito son el ácido fosfórico, de eficacia demostrada desde hace muchos años, o soluciones de monómeros ácidos, que en un principio se utilizaban para el tratamiento previo de la dentina.

El grabado del esmalte con ácido fosfórico se suele realizar aplicando un gel de ácido fosfórico con una concentración de entre el 30% y el 40% que, tras dejarlo actuar durante un tiempo determinado, se elimina de la superficie mediante lavado con spray de agua. En el esmalte preparado se recomienda un tiempo de grabado de entre 15 y 45 s; cuanto más se prolonga la acción del ácido fosfórico, mayor es la garantía de que se obtiene un patrón de grabado adecuado. En el esmalte no preparado (como en casos de sellado de fisuras o de modificación de la forma del diente) conviene prolongar el tiempo de grabado hasta los 60 s a fin de obtener un patrón de grabado retentivo y seguro.

Después de lavar la superficie dental para eliminar el ácido fosfórico y de secarla con aire, se puede apreciar el patrón de grabado retentivo (fig. 1) como una superficie de esmalte opaca. Mediante el grabado con ácido fosfórico se aumenta tanto la energía superficial como la humectación del esmalte. Para poder mantener intacta la humectación de dicho patrón de grabado es necesario

---

Correspondencia: Uwe Blunck.  
Clínica Universitaria Charité, Berlín, Alemania.  
Campus Virchow-Klinikum.  
Zentrum für Zahnmedizin Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin.  
Augustenburger Platz 1, 13353 Berlín, Alemania.  
Correo electrónico: ublunck@charite.de

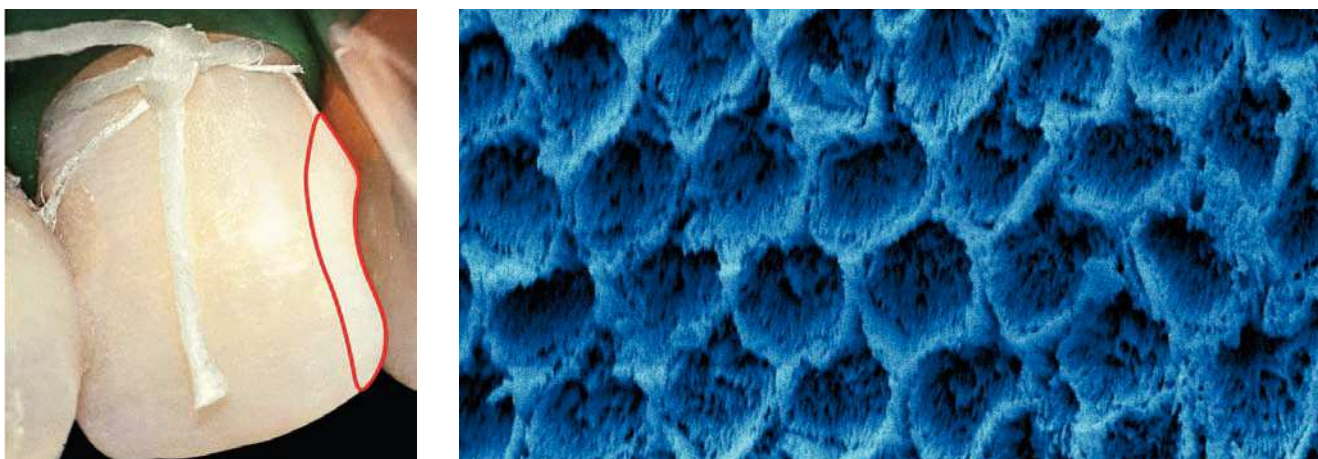


Figura 1. Patrón de grabado del esmalte después de aplicar ácido fosfórico (gel de ácido fosfórico al 35% durante 30 s).

crear un aislamiento adecuado del campo operatorio por el que se impida la entrada de saliva, sangre y fluido crevicular. En caso de que la superficie altamente reactiva del esmalte se contamine, el adhesivo fluido no podrá penetrar en la superficie retentiva y se pondrá en peligro el éxito de la adherencia.

La mezcla de monómeros de baja viscosidad que infiltra la superficie microporosa del patrón de grabado y a la que se denomina, entre otros, adhesivo, «bond», agente de unión o sellador, tiene por objetivo lograr la unión micromecánica una vez finalizada la polimerización.

### ... O con monómeros ácidos

Las soluciones de monómeros ácidos, formuladas inicialmente para el tratamiento previo de la dentina, constituyen un método alternativo de grabado del esmalte. Estas soluciones ácidas presentan una capacidad ácida

menor, es decir, tienen un efecto de grabado menos intenso que el ácido fosfórico, se aplican en forma fluida y no son eliminadas de la superficie mediante lavado con spray de agua. El ácido que contienen estas soluciones también desmineraliza la superficie del esmalte y los monómeros van infiltrando la superficie retentiva creada con el proceso de grabado. El patrón de grabado generado con estos sistemas adhesivos no se aprecia durante su aplicación. Pero si se expone el patrón de grabado obtenido (fig. 2), se observa que es menos profundo que el que se logra con la aplicación de ácido fosfórico. Cuando finaliza el tiempo de actuación la solución aplicada es liberada del solvente, compuesto en gran medida por agua, puesto que sólo entonces los ácidos, que se presentan en la forma disociada, empiezan a actuar. Después de la evaporación del solvente los monómeros forman una capa fina y permanecen juntos, lo que permite su interconexión por medio de la polimerización.

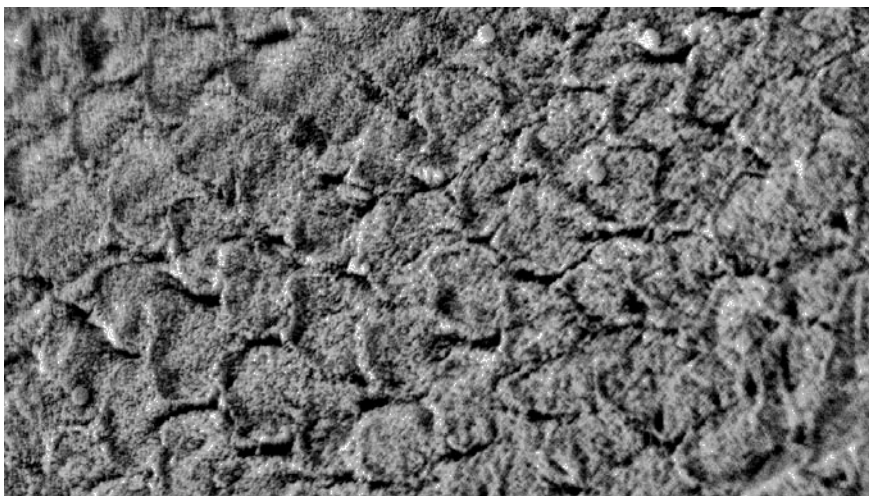


Figura 2. Patrón de grabado del esmalte obtenido con primer autograbante (expuesto tras una limpieza con acetona).

*La diferencia clave*

Tanto la utilización de ácido fosfórico y su posterior lavado con spray de agua como el uso de soluciones de monómeros ácidos y la evaporación del solvente mediante soplado aprovechan la superficie retentiva del esmalte generada por la eliminación de los cristales de hidroxiapatita. Ahora bien, ambos métodos se diferencian en un aspecto clave: el ácido fosfórico se lava con spray de agua, razón por la que se habla de «técnica de grabado y lavado» (etch & rinse); las soluciones de monómeros ácidos, por su parte, se denominan «sistemas adhesivos autograbantes» (self-etch).

*La unión a la dentina es más problemática*

Se ha tardado bastante tiempo en obtener una unión eficaz y estable de los sistemas adhesivos a la dentina. Para lograrlo era necesario solucionar dos problemas:

- La estructura de la dentina es de carácter hidrófilo (que absorbe el agua con facilidad) sobre todo por el líquido presente en los túbulos dentinarios; esto dificulta la creación de un contacto íntimo entre dicha superficie hidrófila y el composite, cuya composición química básica es hidrófoba (repelente al agua).
- Cada vez que se realiza un tratamiento mecánico se genera sobre la dentina un barrillo dentinario que evita el contacto directo con la dentina compacta.

**Primer hidrófilos**

El primer problema se solventa mediante la utilización de primer hidrófilos como HEMA, cuyo tamaño molecular es lo suficientemente reducido como para pene-

trar en los intersticios del entramado colagenoso de la superficie dentinaria expuesto por medio del tratamiento previo con ácido. Estos primer tienen además la función de mejorar la baja humectación de la dentina superficial.

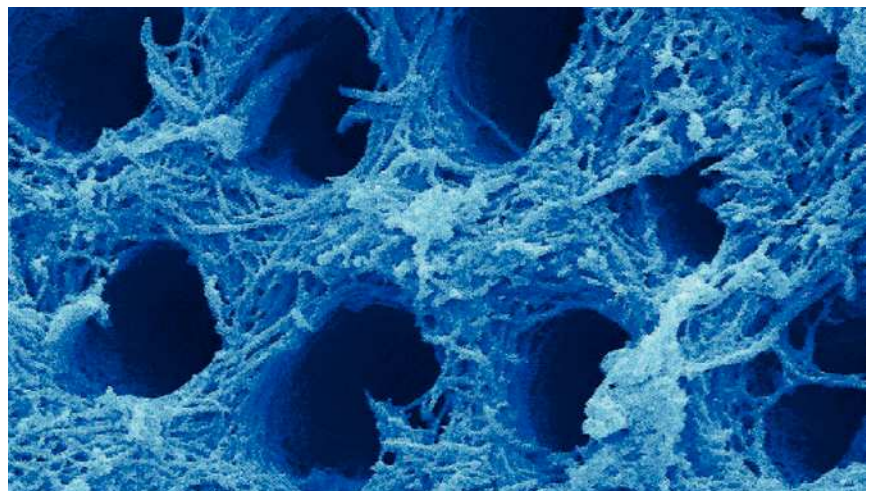
Por otra parte, existe un riesgo de aparición de alergias cutáneas asociado a la manipulación de este tipo de primer en los miembros del equipo de la consulta; para el paciente, el riesgo es menor. Por esa razón conviene evitar el contacto directo de estos materiales con la piel. La utilización de guantes no ofrece una protección totalmente segura, puesto que los monómeros se difunden a través de éstos en cuestión de minutos.

**Eliminación del barrillo dentinario**

Para solucionar el segundo problema, esto es, eliminar la capa de barrillo dentinario que se genera tras el tratamiento mecánico de la dentina, se pueden aplicar dos estrategias distintas:

- Aplicación de ácido fosfórico y su posterior eliminación mediante lavado con spray de agua tras un tiempo de actuación breve.
- Aplicación de soluciones de monómeros ácidos.

Para eliminar por completo el barrillo dentinario también se puede utilizar ácido fosfórico en la dentina, aunque el tiempo de actuación no debe exceder de los 20 s. Este método, además de disolver el barrillo dentinario, desmineraliza la superficie de la dentina y la entrada de los túbulos exponiendo el entramado colagenoso (fig. 3). Dicha exposición será más o menos profunda en función del tiempo de actuación y del método de aplicación del ácido fosfórico; es decir, si se ha aplicado de forma activa y con movimiento o si sólo se ha depositado en la



*Figura 3.* Entramado de colágeno después de grabar la dentina con ácido fosfórico durante 15 s.

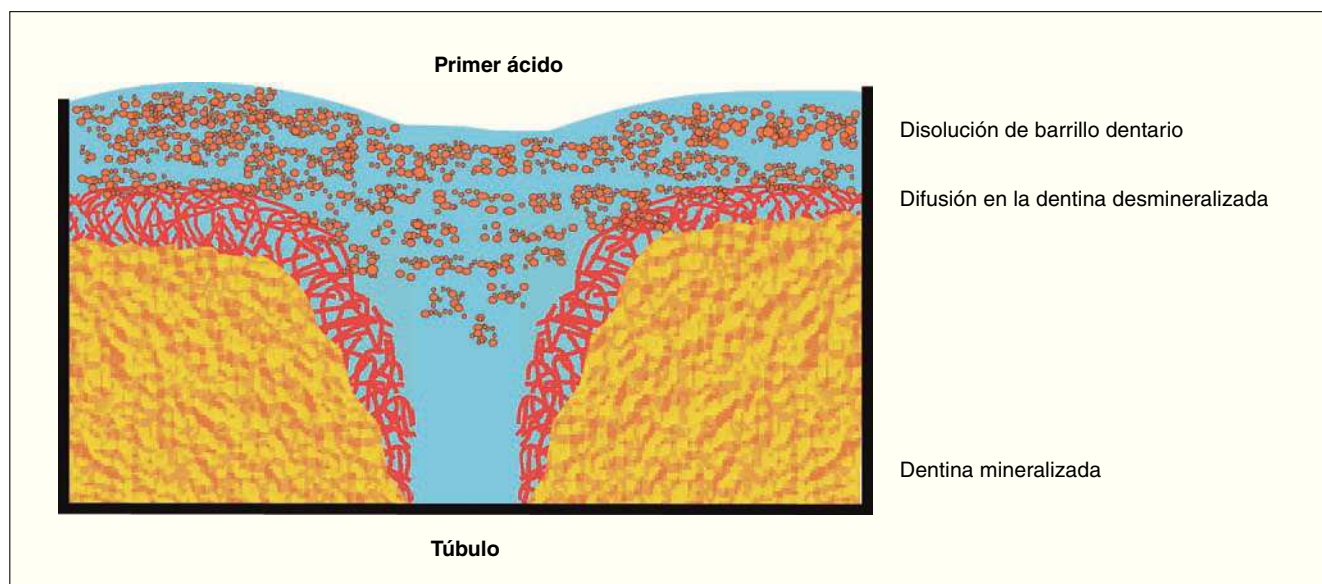


Figura 4. Esquema del mecanismo de acción de los primer autograbantes para crear la unión a la dentina.

superficie. Cuanto más prolongada es la acción del ácido fosfórico, reforzada por una aplicación activa, más profunda es la capa de red de colágeno en la que puede penetrar sólo el primer hidrófilo, una molécula de cadena corta, que mejora la humectación de la dentina. Pero el entramado de colágeno expuesto es sensible a la desecación, que puede provocar su colapso y dificultar la penetración del primer hasta las zonas más profundas de la dentina desmineralizada. Obviamente, este efecto se da con más frecuencia cuando quedan expuestas capas más profundas. De ahí que para asegurar la penetración del primer en esa capa de fibras de colágeno el tiempo indicado de grabado de la dentina con ácido fosfórico sea de entre 15 y 20 s. El primer infiltrado en el entramado de colágeno pasa a formar la capa híbrida<sup>6</sup>. Con la aplicación de otra mezcla de monómeros compuesta principalmente de moléculas de cadena larga, que se mezcla con el primer, se obtiene el nexo de unión con el composite que se aplica a continuación.

El problema de garantizar la infiltración a través de los intersticios expuestos por el grabado con ácido fosfórico, hasta las zonas más profundas del entramado de colágeno dentinario, se puede sortear adoptando la segunda estrategia mencionada para tratar el barrillo dentinario. Ésta consiste en aplicar una solución de monómeros ácidos que disuelven el barrillo dentinario y pueden llegar de ese modo hasta la dentina compacta, para provocar en ella una desmineralización (fig. 4). Dado que el ácido y los monómeros actúan en el mismo primer, el grado de penetración de éste corresponde exactamente al grado de exposición alcanzado del en-

tramado de colágeno. Mediante la disolución de la hidroxiapatita, la evaporación del solvente (que suele ser agua) y la polimerización del sistema adhesivo se finaliza la acción ácida.

### Sistemas adhesivos

Básicamente existen cuatro fases de trabajo mediante las cuales se crea la adherencia al tejido duro dental (fig. 5):

- Acondicionamiento del esmalte mediante grabado con ácido.
- Acondicionamiento de la dentina con ácido fosfórico o primer ácidos para exponer el entramado de colágeno.
- Aplicación de un primer (monómero hidrófilo de cadena corta) que mejora la humectación de la dentina, penetra en el entramado de colágeno expuesto y forma la denominada capa híbrida.
- Aplicación de un agente adhesivo con monómeros de cadena larga con el fin de estabilizar la capa híbrida, de lograr la unión micromecánica en el patrón de grabado del esmalte y de crear la unión al composite.

Los diferentes sistemas adhesivos abordan estas cuatro fases de trabajo con distintas metodologías (fig. 6). Los sistemas adhesivos se podrían clasificar en dos grandes grupos: aquellos que requieren un tratamiento previo con aplicación y lavado posterior de ácido fosfórico y aquellos que trabajan con soluciones de monómeros ácidos, y que permanecen en la superficie del diente.

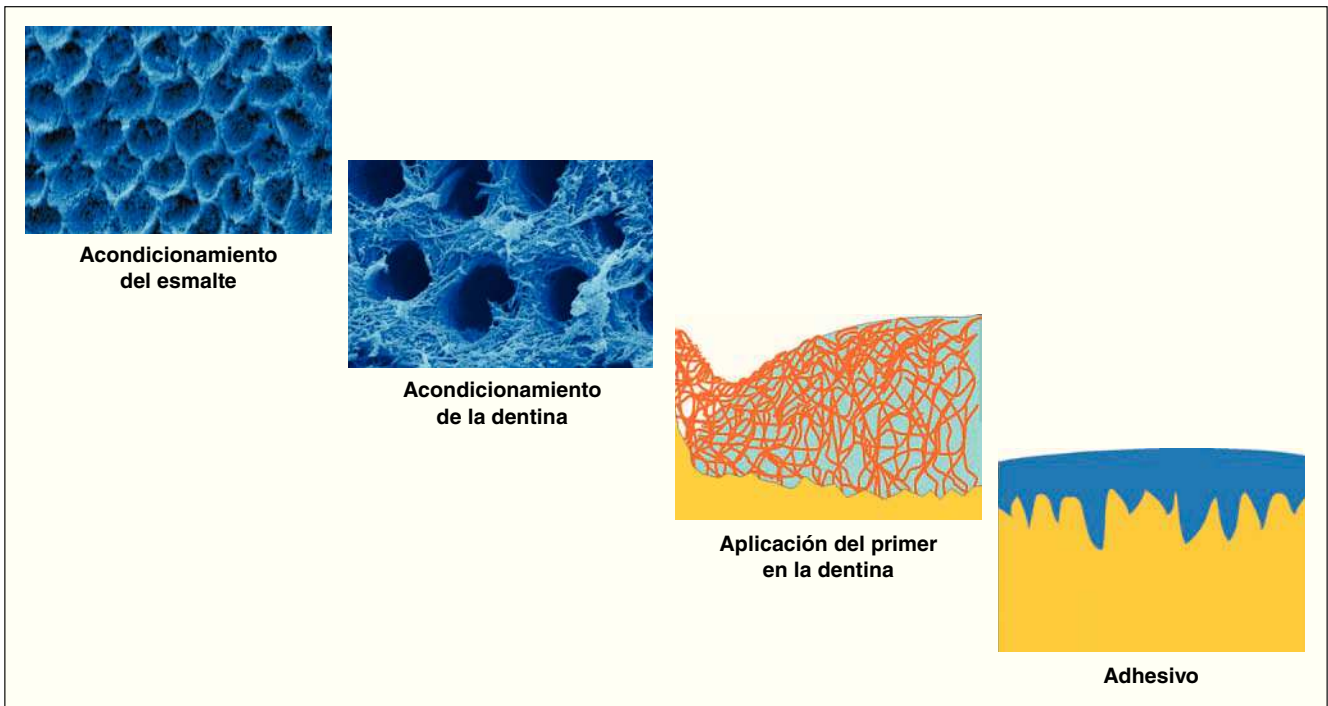


Figura 5. Los cuatro pasos necesarios para crear una unión al esmalte y a la dentina.

		Acondio- namiento del esmalte	Acondio- namiento de la dentina	Aplicación del primer en la dentina	Adhesivo	
<b>Técnica de grabado y lavado</b>	Sistema multifrasco					Syntac classic
						Adper Scotchbond MP Optibond FL Solobond Plus Gluma Solidbond
	Sistema un solo frasco	Aplicación en varias capas				cumdente Adhesive Ena Bond
		Aplicación en un solo paso				Admira Bond Adper Scotchbond 1XT Excit Gluma Comfortbond + One Coat Bond Optibond Solo PQ 1 Prime & Bond NT Solobond Mono TECO XP Bond
<b>Adhesivos autoacondicionadores</b>		Aplicación en dos pasos				AquaPrime & Mb Clearfill Linerb. 2V Adper Scotchbond SE AdheSE Clearfill SE Bond Contax One Coat SE Bond
		Con mezcla				Adper Prompt L-Pop Xeno III One up Bond F Futurabond NR
	Sistema todo en uno	Sin mezcla				AdheSE One Adper Easy Bond artCem One G-Bond Bond Force Clearfil Tri S Bond iBond Self Etch One Coat 7.0d OptiBond All-in-One Xeno V

Figura 6. Sistemas adhesivos clasificados por grupos con la misma técnica de procesamiento.

### *Técnica de grabado y lavado*

Mediante esta técnica se realiza simultáneamente el acondicionamiento del esmalte y la dentina con ácido fosfórico. Este método se denominó en un primer momento «técnica de grabado total». Cuando se empezó a aplicar la técnica adhesiva se daba mucha importancia al acondicionamiento selectivo sólo de la porción adamantina de la cavidad con ácido fosfórico y a no incluir la dentina en la fase inicial de grabado bajo ningún concepto. Hasta que los resultados obtenidos con el avance de las investigaciones demostraron que el grabado de la dentina no necesariamente supone un problema para la pulpa siempre y cuando la dentina se selle a posteriori de forma eficaz, de esta forma se empezó a grabar toda la superficie de la cavidad con ácido fosfórico (de ahí «técnica de grabado total»). Entretanto, el perfeccionamiento de los sistemas adhesivos ha dado lugar a nuevos sistemas autograbantes (ácidos) basados en soluciones de monómeros con los que también se graba al ácido simultáneamente el esmalte y la dentina. Estos sistemas no son eliminados con el spray de agua. Por esa razón, cuando se utiliza ácido fosfórico es más conveniente hablar de técnica de grabado y lavado (etch & rinse). De ese modo, los sistemas adhesivos se pueden clasificar en el grupo de los sistemas de grabado y lavado o en el grupo de los sistemas autograbantes. En el caso del primer grupo el ácido fosfórico deberá generar en el esmalte un patrón de grabado claro, caracterizado por una superficie de aspecto opalino, y no podrá actuar durante demasiado tiempo sobre la dentina para evitar que la exposición del entramado de colágeno sea demasiado profunda. Para que el primer pueda penetrar verdaderamente en las áreas más profundas, hasta las zonas no desmineralizadas, el tiempo de actuación necesario del ácido fosfórico sobre la dentina es muy breve (entre 15 y un máximo de 20 s). Dentro del grupo de sistemas adhesivos que se utilizan en combinación con la técnica de grabado y lavado existen varios subgrupos (ver tabla 1). Algunos sistemas adhesivos, tales como Adper Scotchbond Multi Purpose, Gluma Solidbond, OptiBond FL, Solobond Plus, Syntac Classic y Quadrant Uni Bond, se componen de dos frascos (o incluso de tres, como en el caso de Syntac Classic). Uno de ellos contiene el primer, que penetra en el entramado de colágeno expuesto tras el acondicionamiento con ácido fosfórico, y mejora la humectación para la posterior incorporación del segundo componente, el adhesivo. El primer se compone de monómeros de cadena corta que tienen la capacidad de penetrar en los espacios nanoscópicos del entramado colagenoso. El adhesivo, en cambio, se compone de mo-

números principalmente de cadena larga cuyo cometido es obtener una superficie lisa para que el composite, de consistencia pastosa, se pueda adaptar a las paredes de la cavidad sin burbujas de aire. Los productos de este grupo se denominan también «sistemas de grabado y lavado de tres pasos», dado que son necesarias tres fases de trabajo: grabado, aplicación del primer y aplicación del adhesivo. Con el objetivo de simplificar el procedimiento se desarrollaron los denominados «adhesivos de un solo frasco» o monocomponente para ser utilizados con la técnica de grabado y lavado. Combinan en un solo producto monómeros de cadena corta y de cadena larga. Dicha mezcla debe cumplir las dos funciones: la del primer y la del adhesivo. En algunos de estos sistemas adhesivos de grabado y lavado «de un solo frasco», tales como Ambarino Bond, Ena Bond, bre.bond, Cumdente Adhesive y Solist, el líquido se aplica dos veces y cada capa se fotopolimeriza por separado. De ese modo, la mezcla de monómeros de la primera capa actúa de primer y, la de la segunda capa, de adhesivo.

Los «sistemas de grabado y lavado de dos pasos» también simplifican la aplicación (tabla 1). La característica común a estos sistemas adhesivos es que tras el acondicionamiento del esmalte y de la dentina con ácido fosfórico y del lavado de éste con el spray de agua se aplican en una sola capa y a continuación se polimerizan. Todos los sistemas de grabado y lavado presentan el mismo problema: el entramado de colágeno expuesto tras la aplicación del ácido fosfórico debe ser penetrado por un monómero hidrófilo. Para eso es necesario que la red de colágeno no se colapse, dado que sólo se obtendrá una unión micromecánica segura si el monómero hidrófilo puede penetrar en el entramado y llegar hasta las zonas de dentina más profundas que no han sido alteradas por el acondicionamiento. Por consiguiente, la formulación de la mezcla de monómeros y solvente debe ser la idónea para permitir una infiltración óptima en el entramado colagenoso. Dicha infiltración en el entramado de colágeno puede verse limitada si la dentina se seca en exceso tras el acondicionamiento, dado que la desecación de la red de colágeno provoca su desmoronamiento. Para evitar el riesgo de que se produzca un colapso del entramado de colágeno, se han desarrollado sistemas primer con pH ácido que pueden desmineralizar el esmalte y la dentina y penetrar simultáneamente en las superficies acondicionadas. El frente de desmineralización obtenido con el grabado ácido es idéntico a la profundidad de infiltración de los sistemas de monómeros. Los sistemas ácidos aplicados con esta técnica de tratamiento previo de la dentina no se lavan con spray de agua para evitar eliminar el primer hidrófilo durante el lavado. Los sistemas adhesivos que funcionan según este principio se

Tabla 1. Sistemas adhesivos más habituales clasificados por grupos con la misma técnica de procesamiento

Sistemas con primer acondicionadores de la dentina (grabado único del esmalte con ácido fosfórico y posterior lavado con spray de agua)	Sistemas para la técnica de grabado y lavado (grabado del esmalte y de la dentina con ácido fosfórico y posterior lavado con spray de agua)	Sistemas con primer acondicionadores de esmalte y dentina (sin lavado del primer ácido)
Primer para mezclar: A.R.T. Bond (Coltène) Ecusit Primer/Mono (DMG)	Sistemas de tres pasos (grabado/primer/adhesivo): Adper Scotchbond MP (3M Espe) cmf adhesive System (Saremco) Ecusit Primer/Mono (DMG) Gluma Solid bond (Heraeus Kulzer) Microbond (Saremco) OptiBond FL (Kerr Hawe) Paama 2 (SDI) Quadrant Uni Bond (Cavex) Solobond Plus (Voco) Syntac (Ivoclar Vivadent)	Aplicación por separado del primer y del adhesivo Primer para mezclar: Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) FL-Bond (Shofu) Resulcin AquaPrime & MonoBond (Merz Dental)
Primer listo para usar: Syntac Classica (Ivoclar Vivadent) OptiBond FL <sup>a</sup> (Kerr Hawe) James-2 (Saremco) Microbond (Saremco)	Formato especial (grabado/2X primer-adhesivo): Ambarino Bond (Creamed) Ena Bond (Loser&Co) bre.bond (Bredent) Cumdente Adhesive (Cumdente) Solist (DMG)	Primer listo para usar: AdheSE (Ivoclar Vivadent) Adper Scotchbond SE (3M Espe) Clearfil SE Bond (Kuraray) Clearfil Protect Bond (Kuraray) Contax (DMG) OptiBond Solo plus Self-Etch Adhesive Syst. (Kerr Hawe) One Coat Self Etch Bond (Coltène) Unifil (GC)
	Sistemas de dos pasos (grabado/primer-adhesivo): Admira Bond (Voco) Adper Scotchbond 1 XT (3M Espe) Bond 1 (Pentron) Clearfil New Bond (Kuraray) Clearfil Photo Bond (Kuraray) Cosmedent Complete (Cosmedent) Dentamed P&B (Dr. Ihde) Excite (Ivoclar Vivadent) Fantestic Flowsive (R-Dental) Gluma Comfortbond + Desensitizer (Heraeus Kulzer) James-2 (Saremco) Microbond (Saremco) Mirage Dentin Adhäsiv (Tanaka) One Coat Bond (Coltène) OptiBond Solo Plus (Kerr Hawe) PQ1 (Ultradent) Prime & Bond NT (Dentsply) Quadrant Uni (1) Bond (Cavex) Solobond Mono (Voco) Stae (SDI) TECO (DMG) XP Bond (Dentsply)	Adhesivos todo en uno con mezcla: Adper Prompt L-Pop (3M Espe) Futurabond NR (Voco) One Up-Bond F (Tokuyama) Xeno III (Dentsply DeTrey) Flowsive SE (R-Dental)
		Sin mezcla: Adect <sup>b</sup> (BonaDent) AdheSE One (Ivoclar Vivadent) Adper Easy Bond (3M Espe) AQ-Bond (Morita) artCem One (Merz) Bond Force (Tokuyama) Clearfil Tri S Bond (Kuraray) G-Bond (GC) Hybrid Bond (Morita) iBond Self Etch (Heraeus Kulzer) One Coat 7.0 (Coltène) OptiBond All-in-one (Kerr) XenoV (Dentsply)

<sup>a</sup>En realidad se trata de un sistema de grabado y lavado; el primer ácido se puede utilizar como acondicionador de la dentina

<sup>b</sup>Se requiere una aplicación doble

subdividen en dos grupos, los que se aplican en dos pasos y los que se aplican en un solo paso (tabla 1). En el caso de los sistemas autograbantes de dos pasos, se aplica un primer autoacondicionador sobre el esmalte y la dentina y se seca con aire antes de aplicar el adhesivo y fotopolimerizarlo en un segundo paso. En los primeros sistemas autoacondicionadores era necesario mezclar el producto de dos frascos distintos debido a la falta de estabilidad de los monómeros en el medio ácido (ejemplos: Clearfil Liner Bond 2V, Resulcin Aqua Prime & Monobond). En los sistemas más recientes el primer está listo para usar (ejemplos: AdheSE, Clearfil SE Bond, Contax, OptiBond Solo plus Self-Etch Adhesive System, One Coat SE Bond y Unifil). Estos productos contienen monómeros autoacondicionadores de cadena corta que muestran una estabilidad suficiente frente a la hidrólisis también en medios ácidos.

### *Todo en uno*

En el caso de los sistemas autoacondicionadores que incorporan primer y adhesivo en un solo producto, también denominados «adhesivos todo en uno» (all in one), se aplica una única solución que cumple con el cometido de las cuatro fases de trabajo (fig. 5). La solución es una mezcla equilibrada de monómeros hidrófilos e hidrófobos que, puesto que también son ácidos, cumplen simultáneamente la función del adhesivo, la del agente grabador y la del primer. El líquido a aplicar en algunos de estos adhesivos «todo en uno» (tales como Adper Prompt L-Pop, One Up-Bond F, Xeno III, Futurabond NR) se obtiene de la mezcla de dos soluciones, una de las cuales contiene los monómeros y la otra, principalmente, agua. Esta presentación es necesaria cuando los monómeros autoacondicionadores no son lo suficientemente estables frente a la hidrólisis en medios ácidos. Otras soluciones listas para usar ofrecen una aplicación más sencilla en un solo paso, dado que se componen de mezclas de monómeros autoacondicionadores resistentes a la hidrólisis (ejemplos: AdheSe One, artCem One, Clearfil Tri-S-Bond, iBond, C-Bond, Hybrid Bond, OptiBond All in one, Xeno V). La tabla 1 recoge los sistemas adhesivos de uso habitual clasificados por el tipo de tratamiento previo del esmalte y la dentina.

### **Evaluación de los sistemas adhesivos**

#### *Sistemas multifrasco versus sistemas todo en uno*

La revisión de la literatura científica pone de manifiesto una tendencia generalizada a evaluar los sistemas adhesivos en relación con los grupos descritos anteriormente.

Así, dentro de los sistemas adhesivos que se utilizan en combinación con la técnica de grabado y lavado, los sistemas multifrasco con aplicación por separado de primer y adhesivo muestran una dispersión de valores menor que los sistemas de un solo frasco<sup>2,3,5,12</sup>.

Por lo que respecta a los sistemas autograbantes, existe un controvertido debate acerca del efecto sobre el esmalte no preparado<sup>4,8</sup>. El efecto de grabado en el esmalte depende del pH del sistema adhesivo autoacondicionador. De ese modo, se diferencia entre productos con un efecto de grabado intenso y un pH < 1 (Adper Prompt L-Pop, AquaPrime MonoBond, Xeno IM), sistemas con un efecto de grabado moderado y un pH sobre 1,5 (AdheSE, Contax, Futura-bond NR, OptiBond Solo Plus Self-Etch One-up Bond F) y productos con un efecto de grabado suave y un pH cercano a 2<sup>13</sup> (Clearfil SE Bond, Clearfil Tri-S Bond, G-Bond, iBond, One CoatSE Bond, Unifill Bond). Por esa razón todavía no existe la recomendación general de utilizar sistemas adhesivos autograbantes en el sellado de fisuras. El patrón de grabado más seguro se sigue obteniendo con un grabado mediante ácido fosfórico. Además, la eficacia sobre dentina esclerosada, como la que puede aparecer en el tratamiento de defectos cervicales, y sobre la dentina afectada por caries y a menudo resistente al ácido, es menor que con sistemas adhesivos combinados con la técnica de grabado y lavado<sup>11,14</sup>. Otros estudios muestran que el espesor de la capa de barrillo dentinario, que depende de la aplicación de instrumentos de preparación de distinta rugosidad y de la cantidad de presión ejercida durante la preparación, puede influir en la adherencia cuando se utilizan sistemas autograbantes<sup>7</sup>. A esto hay que añadir que, en el caso de los adhesivos todo en uno en los que se aplica sólo una solución de monómeros, se habla del fenómeno de membrana semipermeable, por el que aflora a la superficie agua procedente del líquido presente en los túbulos dentinarios con mucha rapidez, lo que puede perjudicar la adaptación del composite, de naturaleza más hidrofóbica<sup>10</sup>.

En un análisis estadístico de los resultados de estudios clínicos publicados entre los años 1998 y 2004, las menores tasas de pérdida anuales se registraron con sistemas adhesivos multifrasco con grabado y lavado y con sistemas autograbantes de dos pasos. Los resultados obtenidos en el tratamiento clínico de defectos cervicales sin caries con adhesivos todo en uno fueron los que registraron una mayor dispersión de valores<sup>9</sup>. En el grupo más reciente de sistemas adhesivos, para cuyo uso se aplica un líquido listo para usar en un solo paso, unas mezclas de monómeros muy complejas deben cumplir la función de los cuatro pasos de trabajo de una vez (ver



arriba). En el caso de algunos productos se puede producir una separación de fases cuando se evapora el solvente. Por esa razón, si se utilizan productos de este grupo se recomienda encarecidamente aplicar una corriente de aire intensa a los 10 s de haber aplicado la capa de adhesivo. A pesar de que los estudios *in vitro* y los estudios clínicos a corto plazo arrojan resultados muy satisfactorios, habrá que ver si también con las obturaciones de grandes dimensiones con cargas oclusales se puede esperar el mismo éxito a largo plazo que ofrecen los sistemas de varios pasos.

### Compatibilidad con distintos materiales de composite

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir un sistema adhesivo es la compatibilidad con los distintos materiales de composite. Con frecuencia las consultas dentales prefieren utilizar determinado material de composite porque tienen experiencia con dicho material, su manipulación y la elección del color. En principio es posible combinar un sistema con diferentes materiales de composite siempre y cuando se respeten todos los pasos de aplicación del adhesivo, desde el primer hasta el último componente. No obstante, existe una excepción desde otoño de 2007: el composite Filtek Silorane, cuyos monómeros presentan una polimerización por apertura de anillo en la que la contracción volumétrica y las fuerzas de contracción son mucho menores. Debido a la polimerización catiónica de los monómeros, este composite sólo puede ser utilizado con un sistema adhesivo específico y adaptado a él. Por lo demás, se pueden combinar sin problemas el resto de sistemas adhesivos fotopolimerizables con materiales de composite también fotopolimerizables. Sólo en la combinación de composites con activación química de la polimerización (composites pasta-pasta) se puede producir una incompatibilidad química cuando los componentes ácidos del primer (como el ácido maleico o el ácido poliacrílico modificado con metacrilato) neutralizan la amina terciaria básica, necesaria para la polimerización química del composite. Esto puede provocar una disminución de la fuerza de unión. Por esa razón, resulta problemático combinar sistemas adhesivos que, tras la polimerización, presentan grupos de moléculas ácidas en su superficie con composites para restauraciones con activación química de la polimerización o cementos de composite de polimerización dual. Esto es válido para la mayoría de los adhesivos con grabado y lavado de un solo frasco y para casi todos los sistemas adhesivos autograbantes. Por consiguiente, a la hora de aplicar productos de estos grupos de sistemas adhesivos es imprescindible prestar atención

a las advertencias correspondientes del fabricante. En las obturaciones plásticas el problema se puede sortear de forma sencilla mediante la aplicación de un composite fluido fotopolimerizable (los denominados «flowables») sobre el adhesivo o utilizando adhesivos con activación química de la polimerización.

### Recomendaciones para la correcta aplicación de los sistemas adhesivos

Para obtener buenos resultados con la técnica adhesiva resulta mucho más decisiva una aplicación correcta que la elección de un determinado sistema adhesivo. Durante dicha aplicación es posible que se produzcan pequeños fallos que, por otro lado, se pueden evitar mediante una preparación específica y desempeñando las fases de trabajo con suma precaución. Existe un problema habitual con la eficacia de los sistemas adhesivos que va asociado al tratamiento previo de la cavidad, antes de que se adopten las medidas necesarias para la aplicación del sistema adhesivo. En muchos casos se realiza una desinfección de la cavidad obedeciendo a una vieja costumbre, para lo que se utiliza H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOCl, alcohol, Tubulicid® y clorhexidina. Por otro lado, se ha demostrado que con la aplicación de ácido fosfórico se disminuye drásticamente la presencia de bacterias y que las soluciones de monómeros ácidos pueden tener un efecto bactericida. La utilización de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y de NaOCl provoca un aumento del contenido de oxígeno en la dentina, lo que perjudica la polimerización de los sistemas adhesivos. Para no afectar a la eficacia de los sistemas adhesivos conviene por lo tanto prescindir de una desinfección con dichas soluciones.

En la aplicación de sistemas adhesivos se recomienda tener en cuenta los siguientes puntos:

#### *Aislamiento del campo operatorio*

Deberá evitarse la contaminación con saliva, sangre y fluido crevicular no sólo después del grabado del esmalte y la dentina, sino también durante la aplicación del resto de las soluciones.

El método más seguro para aislar el campo operatorio en la mayoría de los casos es el dique de goma, siempre que se pueda colocar correctamente. Ahora bien, en el tratamiento de defectos cervicales mandibulares a menudo se dan situaciones en las que el dique de goma no garantiza un aislamiento cervical seguro. En tales casos se pueden utilizar como alternativa matrices cervicales, cuyo diseño ofrece un contacto muy estrecho con el diente en la zona del surco, lo que permite evitar la con-

taminación con saliva, sangre y fluido crevicular durante la aplicación del adhesivo y del material de obturación.

### *Técnica de grabado y lavado*

– Conviene aplicar en primer lugar el gel de grabado sobre el esmalte para obtener un patrón de grabado adecuado al cabo de unos 30 s. Sólo entonces se realizará el grabado de la dentina con ácido fosfórico al 35%-40% y un tiempo de actuación máximo de 20 s. En caso de que al aplicar el ácido en las zonas de esmalte el gel de grabado ya haya alcanzado la porción dentinaria de la cavidad, el tiempo de actuación no deberá exceder de los 20 s.

Como preparación para una aplicación precisa del gel de grabado ha demostrado ser de ayuda comprobar el paso de la cánula y la consistencia del gel de grabado, una vez comprimido. De este modo se puede evitar que el ácido fosfórico rellene toda la cavidad demasiado pronto y de forma incontrolada, haciendo imposible una aplicación diferenciada primero sobre el esmalte y después sobre la dentina.

– El procedimiento de grabado finaliza con el lavado mediante spray de agua. El agua se aplicará al menos durante 15 s para eliminar también los sedimentos resultantes del proceso de grabado. En esta fase de trabajo el cometido del auxiliar es, ante todo, absorber eficazmente el gel de grabado que se ha lavado. Es recomendable solicitar al paciente que cierre los ojos para evitar lesiones en el caso fortuito de que el gel de grabado le salpique la cara por un mal direccionamiento del chorro de agua y la correspondiente posición de la matriz.

– Conviene secar la cavidad con sumo cuidado para evitar que el entramado de colágeno se desmorone. Dentro de la técnica de adhesión en húmedo, el exceso de humedad de la dentina se elimina aplicando breves golpes de aire y procurando no desecarla demasiado; durante dicha operación el patrón de grabado del esmalte se puede controlar gracias a su aspecto opalino. En caso de que existan dudas sobre si la dentina se ha desecado, ésta se puede volver a humedecer utilizando un aplicador (Microbrush) ligeramente humedecido en agua. Este procedimiento se denomina también «re-wetting».

El aplicador o microbrush se puede curvar con el ángulo deseado para garantizar que accede de forma segura a todas las zonas de la cavidad. Esta posibilidad resulta de gran utilidad en especial en las cavidades mínimamente invasivas, cuyo acceso es en ocasiones muy difícil. El aplicador preparado de ese modo y ya utilizado puede usarse de nuevo para la aplicación del primer

después de comprimirlo contra una servilleta seca. Si se curva un aplicador que ya ha sido impregnado de primer existe el riesgo de que se produzca una contaminación con las soluciones de monómeros, con la consiguiente reacción alérgica de la piel.

– El primer o la solución primer-adhesivo aplicada debe tener tiempo suficiente para poder actuar en la dentina (unos 30 s) y se debe mantener en movimiento mediante una ligera «fricción» para abastecer las zonas de contacto con la superficie de la cavidad en las que la solución se haya absorbido. Conviene realizar la operación con sumo cuidado para no destruir el patrón de grabado del esmalte. A continuación deberá evaporarse el solvente, aunque no conviene prolongar demasiado la operación de secado. En el caso de las mezclas primer-adhesivo se debe dosificar minuciosamente el aire comprimido para evitar que la solución aplicada se desplace y para garantizar la formación de una película uniforme.

– También en el caso de los sistemas de tres pasos se debe dar tiempo suficiente al adhesivo para que pueda penetrar en el esmalte y la dentina a fin de garantizar una infiltración completa en el entramado de colágeno. No se debe adelgazar demasiado el grosor de la capa. Es preferible absorber los excesos con un pincel o con un microbrush a inyectar aire.

– El adhesivo o la mezcla de primer y adhesivo se fotopolimerizará durante 20 s. Conviene asegurarse de que todas las zonas de la cavidad son alcanzadas por el haz luminoso de la lámpara de polimerización durante el tiempo suficiente. Para garantizar que la lámpara de polimerización se encuentra en la posición correcta es necesario poder observar con exactitud el campo de aplicación. El contacto visual directo con la luz de las lámparas o con la luz que se difunde en la cavidad puede provocar lesiones oculares a largo plazo. Por esa razón el operador debe procurar utilizar siempre el dispositivo de protección ocular de color naranja.

### *Aplicación de sistemas autograbantes*

– En sistemas en los que es necesario mezclar el primer o la solución de primer y adhesivo se prestará especial atención a que la dosis sea correcta (se aplicarán las gotas «en caída libre») y a que la mezcla sea completa.

El control del proceso de mezcla se simplifica con la tinción de uno de los dos componentes (como en el caso de Xeno IM y One-up Bond F), lo que permite controlar visualmente el reparto uniforme de los dos componentes.

– El primer o la mezcla primer-adhesivo aplicado debe poder actuar el tiempo suficiente (unos 30 s) en el esmalte y la dentina y se debe mantener en movimiento mediante una ligera «fricción» para poner en contacto continuamente la solución ácida con la superficie de la cavidad. A continuación se debe evaporar el solvente. Sólo entonces los monómeros podrán reaccionar entre sí y polimerizarse. El operador se asegurará de que toda la cavidad queda cubierta por una película uniforme que no se desplaza bajo la corriente de aire y que se puede reconocer por el brillo de la superficie.

Sólo en el caso del adhesivo de un solo frasco todo en uno G-Bond debería evitarse alargar la aplicación, puesto que de lo contrario se puede producir una separación de fases en la mezcla de monómeros. En el resto de los productos una aplicación prolongada y activa resulta más favorable.

– En los sistemas que incluyen una aplicación por separado del adhesivo conviene no adelgazar demasiado el grosor de la película de adhesivo.

También aquí existen excepciones entre los productos del grupo más reciente de sistemas adhesivos: los sistemas autograbantes de un solo frasco que se aplican sin mezcla; en el caso de los productos AdheSE One, Bond Force, G-Bond e iBond Self Etch es importante aplicar aire sobre el adhesivo con la jeringa multifunción a la máxima potencia después del tiempo de actuación.

– El adhesivo o la mezcla de primer y adhesivo se fotopolimerizará durante 20 s. Esto permite estabilizar la unión micromecánica antes de que las fuerzas de contracción de polimerización incidan sobre ella. También en este caso conviene asegurarse de que todas las zonas de la cavidad son alcanzadas por el haz luminoso de la lámpara de polimerización durante el tiempo suficiente. Para que la polimerización no sólo del adhesivo sino también del material de composite aplicado posteriormente se efectúe con garantías de éxito es importante realizar un mantenimiento adecuado de las lámparas de polimerización e inspeccionarlas con regularidad. Esto incluye el control de la ventana de emisión de luz para detectar suciedad provocada por composite polimerizado y el control de la intensidad luminosa por medio de un fotómetro.

## Conclusión

La eficacia de un sistema adhesivo, sea cual sea, se puede ver perjudicada si la técnica de aplicación no es la

correcta. La eficacia a largo plazo sólo se puede garantizar si los propios miembros del equipo se supervisan entre sí para asegurarse de que se sigue el procedimiento correcto de trabajo.

## Bibliografía

1. Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Roh S. The battle of the bonds 1995. *Schweiz Mschr Zahnmed* 107 (1997) 37-39.
2. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Fatigue behaviour of different dentin adhesives. *Clin Oral Invest* (1999) 3:11-17.
3. Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT, Lopes M. 'No-bottle' vs 'multi-bottle' dentin adhesives – a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater* (2001) 17:373-380.
4. Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobb DS. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. *J Adhes Dent* 4 (2002):115-124.
5. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek B. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 3 (2001):237-245.
6. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 16(1982): 265-273.
7. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Tagami J. Effect of self-etching primer vs phosphoric acid etchant on bonding to bur-prepared dentin. *Oper Dent* 27(2002):447-454.
8. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching on unground enamel. *Dent Mater* 17(2001):430-444.
9. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dental Mater* 21(2005):864-881.
10. Tay FR, King NM, Chan K, Pashley DH. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? *J Adhes Dent* 4(2002):255-269.
11. Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, Yip HK, Pashley DH. Bonding of Clearfil Liner Bond II V to noncarious cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and micro-tensile bond strength evaluation. In: Momoi Y, Akimoto N, Kohno A (eds) *Modern trends in adhesive dentistry. Proceedings of the Adhesive Dentistry Forum '99* in Tsurumi, Yokohama, Japan. Kuraray, Osaka, Japan, (2000) pp 111-131.
12. Tjan AHL, Castelnuovo J, Liu P. Bond strength of multi-step and simplified-step systems. *Am J Dent* 9(1996):269-272.
13. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 28(2003):215-235.
14. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, Carvalho RM, Nakajima M, Pashley DH. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res* 81(2002): 556-560.

## Fuente

Versión ampliada y actualizada del artículo de Blunck, U.: *Sistemas adhesivos: revisión y recomendaciones para su aplicación*. Wissen kompakt. 2007,1;15-28. Copyright: Springer, Heidelberg.