

## Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva

Simon Flury, Dr. med. dent.

(*Quintessenz Team-Journal*. 2011;41:595-600)

El término «adhesión» (del latín «adhaerere»: pegarse a algo, lindar con algo) describe básicamente la unión entre dos sustancias distintas. En la odontología se entiende por adhesión la unión adhesiva entre el esmalte dental o la dentina y los materiales de resina odontológicos (tales como materiales de composite para obturaciones, selladores de fisuras o cementsos de resina). A su vez, el concepto «técnica adhesiva» describe el método para la obtención de una unión adhesiva entre el esmalte dental o la dentina y los materiales de resina: dicha unión adhesiva se logra básicamente mediante la utilización de los denominados sistemas adhesivos. Los sistemas adhesivos contienen en uno o varios componentes todos aquellos pasos necesarios para establecer una unión adhesiva entre el esmalte dental o la dentina y los materiales de resina.

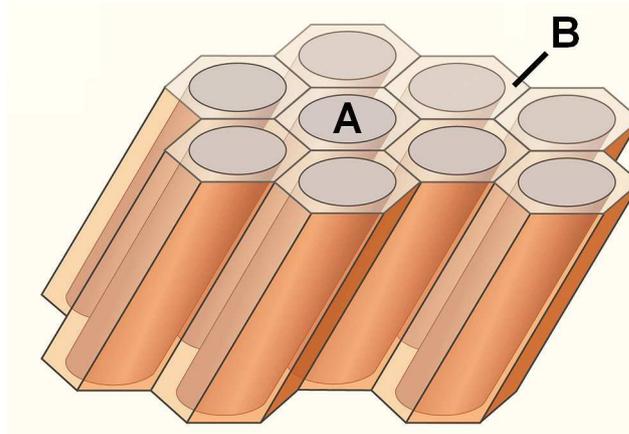


Figura 1. Representación esquemática de la estructura del esmalte dental con prismas del esmalte (A) y esmalte interprismático (B).

### Principios de la adhesión

#### Fundamentos de la adhesión en el esmalte dental

El esmalte dental está formado por células especializadas, los denominados ameloblastos (derivado del latín «enamelum»: esmalte dental; así como del griego «blastos»: germen). Estos ameloblastos crean un almacén básico claramente estructurado para la posterior mineralización densa del esmalte dental con calcio y fósforo. En cuanto se ha concluido la construcción del almacén básico y se ha alcanzado el grosor predeterminado del esmalte dental, los ameloblastos pierden su función; así pues, el esmalte dental ya mineralizado no constituye por definición un tejido sino una estructura cristalina.

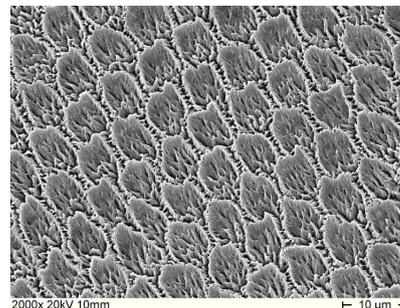


Figura 2. Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido de un patrón de grabado ácido del esmalte con microporosidades y zonas retentivas visibles (2.000 aumentos).

Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie. Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten. Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München. Múnich, Alemania.

Correspondencia: S. Flury.  
Goethestrasse 70. D-80336 Múnich, Alemania.  
Correo electrónico: simon.flury@zmk.unibe.ch

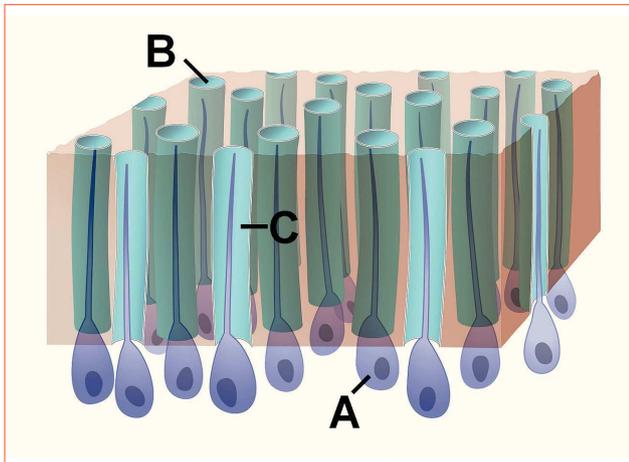


Figura 3. Representación esquemática de la estructura de la dentina con odontoblastos y sus procesos celulares (A), los túbulos dentinarios (B) y el licor dentinario (C).

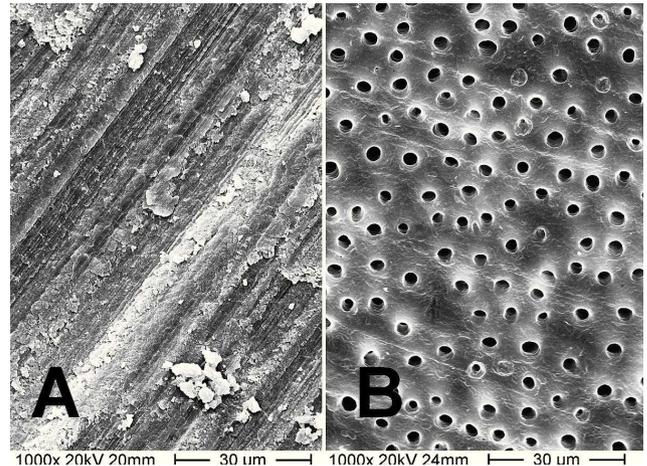


Figura 4. Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido de una capa de barrillo dentinario (A) y dentina tras la eliminación completa del barrillo dentinario (B). Los túbulos dentinarios están expuestos (1.000 aumentos).

La figura 1 muestra esquemáticamente la estructura del esmalte dental, consistente en los primas del esmalte y el esmalte interprismático situado entre estas.

El esmalte consta de mineral en un 95 por ciento de su peso y de agua en tan solo un 4 por ciento de su peso.

El punto porcentual restante corresponde a la denominada matriz orgánica, que en el esmalte dental consta casi exclusivamente de proteínas sencillas.

El principio de la adhesión en el esmalte dental se basa en el grabado ácido superficial del esmalte dental mediante un componente ácido del sistema adhesivo utilizado.

El grabado ácido provoca distintos grados de disolución de zonas de los prismas del esmalte y del esmalte interprismático (fig. 1) y se forma un denominado patrón de grabado ácido del esmalte. El patrón de grabado ácido del esmalte consta de microporosidades muy pequeñas (microporosidades) e innumerables zonas retentivas, reproducidas en la figura 2 mediante una imagen por microscopio electrónico de barrido. El patrón de grabado ácido del esmalte, con sus microporosidades y zonas retentivas, posibilita posteriormente una imbricación íntima con los materiales de resina. Para referirnos a esta imbricación íntima hablamos de una unión adhesiva «retentiva» (del latín «retinere»: retener, conservar).

#### Fundamentos de la adhesión en la dentina

La dentina situada bajo el esmalte dental también está formada por células especializadas, los denominados odontoblastos (derivado del griego «odous»: diente; y

«blastos», ya descrito anteriormente). La dentina constituye la masa principal del diente y –a diferencia del esmalte dental– no es una estructura cristalina, sino un tejido vivo. En un caso normal, los odontoblastos no pierden su función y pueden continuar formando dentina durante toda la vida de un diente. La dentina tiene una estructura porosa y está atravesada en todo su grosor por túbulos dentinarios (del latín «tubulus»: tubo pequeño). En los túbulos dentinarios se encuentran, entre otros, los procesos celulares de los odontoblastos y un líquido fisiológico acuoso, el denominado licor dentinario. La dentina se asemeja más bien al hueso humano y está mucho menos mineralizada que el esmalte dental, y a su vez posee una mayor proporción de agua y de matriz orgánica: la dentina consta de mineral (en forma de calcio y fósforo, como en el esmalte dental) en un 70 por ciento de su peso, pero está formada por agua en un 10 por ciento de su peso. El 20 por ciento del peso correspondiente a la matriz orgánica de la dentina consta casi exclusivamente de colágeno. A diferencia de las proteínas sencillas presentes en el esmalte dental, el colágeno es una proteína más compleja formada por cadenas de proteínas individuales, las fibras colágenas. La figura 3 muestra esquemáticamente la estructura de la dentina con odontoblastos y sus procesos celulares, los túbulos dentinarios y el licor dentinario. Durante el tratamiento de la dentina utilizado fresas y taladros se crea una capa de barrillo dentinario, denominada en inglés «smear layer», formada por mineral, residuos de colágeno y (en caso de caries dentinaria) restos de bacterias y sus productos metabólicos. El principio de la adhesión

en la dentina se basa también en el grabado superficial mediante un ácido. Dependiendo del sistema adhesivo, en el proceso se puede eliminar completamente o disolver completamente el barrillo dentinario (los túbulos dentinarios y las estructuras colágenas, la denominada red de fibras colágenas, quedan expuestos como resultado) o bien se puede alterar su estructura (los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas no quedan expuestos en el proceso). En ambos casos se produce la «penetración» de ciertos componentes de los sistemas adhesivos en la dentina y a continuación se establece asimismo una unión adhesiva retentiva. Finalmente, la figura 4 muestra una imagen mediante microscopio electrónico de barrido de una capa de barrillo dentinario y de la dentina tras la eliminación completa del barrillo dentinario.

### Principios de la técnica adhesiva

#### *Fundamentos de la estructura de los materiales de resina odontológicos*

Todos los materiales de resina odontológicos (materiales de composite para obturaciones, selladores de fisuras o cementos de resina) están formados básicamente por dos componentes principales: en primer lugar los monómeros en la matriz (la cual no guarda ninguna relación con la mencionada matriz orgánica del esmalte y la dentina, formada por proteínas) y en segundo lugar los cuerpos de relleno (abreviados como «rellenos») en la fase dispersa.

Los monómeros forman la matriz fluida de baja viscosidad. Los monómeros (del griego «mono»: uno, individual; y «meros»: parte) son moléculas con distintas estructuras que pueden unirse entre sí mediante una reacción química. De la unión de varios monómeros resultan los polímeros (del griego «poly»: mucho, muchos; y «meros» ya descrito anteriormente), y la reacción química se denomina consecuentemente reacción de polimerización.

En los materiales de resina odontológicos, la reacción de polimerización se desencadena prácticamente siempre mediante luz azul y tiene como resultado el endurecimiento del material de resina. Las excepciones son los materiales de resina denominados autopolimerizables o

*Tabla 1.* Ejemplos de diversas proporciones entre matriz (parte monómera) y fase dispersa (parte de relleno) en materiales de resina odontológicos (porcentajes del peso, %p; datos del fabricante)

Material de resina	Matriz (monómeros)	Fase dispersa (relleno)
Material de composite		
■ condensable (por ejemplo, Tetric EvoCeram*)	17-18%p	82-83%p
■ fluido (por ejemplo, Tetric EvoFlow*)	~38%p	~62%p
Sellador de fisuras (por ejemplo, Heliobond* o Heliobond F*)	58,6-97%p	40,5-2%p
Cemento de resina (por ejemplo, Variolink II*)	22-27,9%p	77,2-71,2%p

\* IvoclarVivadent, Liechtenstein.

de endurecimiento «químico», los cuales se endurecen sin necesidad de luz azul.

Los rellenos con distintos diámetros (de < 0,1 micras a 100 micras) conforman la denominada fase dispersa. Los rellenos constan de partículas de vidrio, cerámica o cuarzo, y están incrustados en la matriz de forma distribuida. Los rellenos influyen decisivamente en las propiedades físicas y mecánicas, como por ejemplo la resistencia al desgaste (resistencia a la abrasión), la resistencia a la tracción y a la presión así como la fluidez de los materiales de resina. La tabla 1 muestra que la proporción entre matriz y fase dispersa (es decir, entre el contenido de monómero y de relleno) varía en función del ámbito de aplicación de los materiales de resina. Los composites condensables poseen menor cantidad de matriz y a cambio una mayor proporción de relleno que los composites fluidos, mientras que la composición de los cementos de resina se sitúa entre la de los composites condensables y los fluidos.

En cambio, los selladores de fisuras constan de una cantidad mayor y variable (en algunos casos exclusivamente) de matriz fluida de baja viscosidad con una proporción sensiblemente reducida de relleno (tabla 1).

Los adhesivos especiales (silanos, copolímeros) establecen la unión química entre la matriz y los rellenos y forman la denominada fase de unión. Otros componentes de los materiales de resina odontológicos son por ejemplo pigmentos con diversos colores dentales, estabilizadores y catalizadores «controladores» de la reacción de polimerización o sustancias de contraste radiológico (que permiten identificar los materiales de

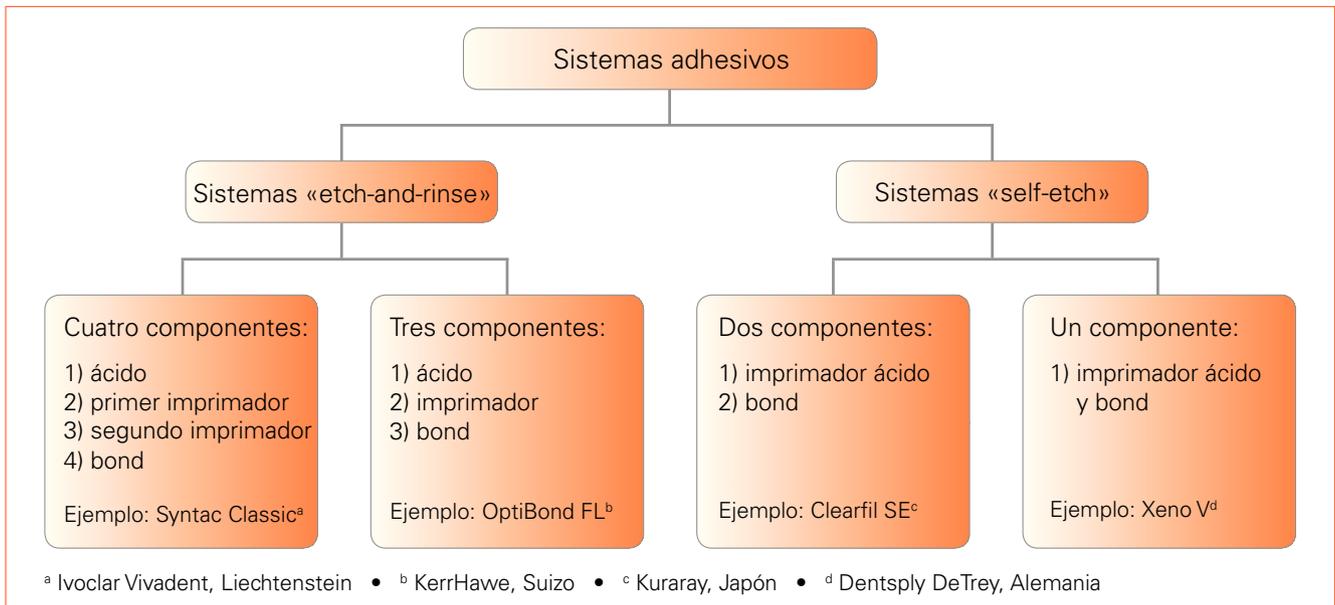


Figura 5. Clasificación de los diversos sistemas adhesivos a partir del tipo y el número de sus componentes.

resina también en las radiografías). En virtud de su composición, los materiales de resina poseen la propiedad química de ser hidrófobos (del griego «hydor»: agua; y «phobos»: temor), es decir, no se adhieren a superficies húmedas o que contienen agua.

#### Fundamentos de la clasificación de los sistemas adhesivos

Para que pueda establecerse una unión adhesiva entre el esmalte dental o la dentina y los materiales de resina, se necesitan sistemas adhesivos. Como ya se ha mencionado, los sistemas adhesivos contienen en uno o varios componentes todos aquellos pasos necesarios para establecer una unión adhesiva.

La figura 5 muestra una clasificación de diversos sistemas adhesivos a partir del tipo y el número de sus componentes; la figura 6 muestra una visión de conjunto de los componentes individuales de los distintos sistemas adhesivos. Como se aprecia en la figura 5, existen dos categorías de sistemas adhesivos: por una parte los denominados sistemas «etch-and-rinse» (sistemas de «grabar y enjuagar») y por otro lado los denominados sistemas «selfetch» (sistemas de «autograbado»). A continuación se explica el papel que desempeña cada uno de los distintos componentes de ambas categorías de sistemas adhesivos.

#### Principios de la técnica adhesiva en los sistemas «etch-and-rinse» ("grabar y enjuagar")

**Esmalte dental:** Todos los sistemas «etch-and-rinse» tienen en común el grabado ácido superficial del esmalte dental mediante un ácido independiente y separado como primer componente. En este ámbito se ha acreditado especialmente el ácido fosfórico en una concentración aproximada del 37% (fig. 6, A1 y B1).

Unas concentraciones inferiores al 30% o superiores al 40% conduce a depósitos sobre el esmalte dental, los cuales influyen negativamente en la posterior unión adhesiva a los materiales de resina. La forma de administración del ácido fosfórico suele consistir en geles coloreados.

Tanto la coloración como la consistencia del gel sirven para facilitar el control de la aplicación. La duración del grabado ácido se sitúa entre 30 y 60 s, dependiendo de la situación clínica. A continuación debe enjuagarse el ácido (durante un mínimo de 10 s) con chorro de agua, de ahí el nombre «etch-and-rinse». Tras el secado posterior con aire, el grabado ácido se manifiesta mediante un enturbiamiento blanco lechoso visible del esmalte dental, provocado por el patrón de grabado ácido con sus microporosidades y zonas retentivas. A continuación se aplica otro componente, el denominado bond (también llamado «adhesivo») (fig. 6, A4 y B3). El bond consta de mo-

números hidrófobos y se asemeja a la matriz anteriormente descrita en el apartado «Fundamentos de la estructura de los materiales de resina odontológicos».

Por lo tanto, el bond es fluido y escasamente viscoso, y se introduce perfectamente en las microporosidades y las zonas retentivas del patrón de grabado ácido del esmalte dental.

Tras la polimerización del bond (el bond fragua mediante luz azul) se establece la anteriormente descrita unión adhesiva del bond con el esmalte dental. Los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse en un siguiente paso a los materiales de resina igualmente hidrófobos.

**Dentina:** En los sistemas «etch-and-rinse» tiene lugar también un grabado ácido superficial de la dentina mediante ácido. También en esta categoría se ha acreditado el ácido fosfórico en una concentración del 30-40% (fig. 6, A1 y B1). Sin embargo, la duración del grabado ácido en el caso de la dentina nunca debe superar los 15 s, y a continuación se enjuaga el ácido mediante chorro de agua de la manera ya descrita. Mediante el grabado ácido de la dentina se elimina por completo el barrillo dentinario y se exponen los túbulos dentinarios y la denominada red de fibras colágenas. Sin embargo, debido al elevado contenido en agua de la dentina, en este momento todavía no es posible aplicar el bond hidrófobo, y son necesarios uno o dos componentes adicionales en forma del líquido o los líquidos «imprimadores» (fig. 6, A2, A3 y B2). Los imprimadores constan de denominados monómeros anfifilos (del griego «amphi»: ambos; y «philia»: amor), los cuales están disueltos en disolventes de distintos tipos. Como su nombre sugiere, estos monómeros anfifilos poseen por una parte un componente hidrófilo que tolera el agua de la dentina y puede penetrar en la dentina, pero por otro lado también poseen una parte hidrófoba. Estas porciones hidrófobas de los monómeros anfifilos del imprimador se unen a continuación a los monómeros hidrófobos del bond. El bond utilizado en la dentina es exactamente el mismo que el empleado en el esmalte dental (fig. 6, A4 y B3). Tras la polimerización del bond se establece, favorecida por el imprimador, la unión adhesiva retentiva del bond a la dentina. Los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse posteriormente a los materiales de resina igualmente hidrófobos.

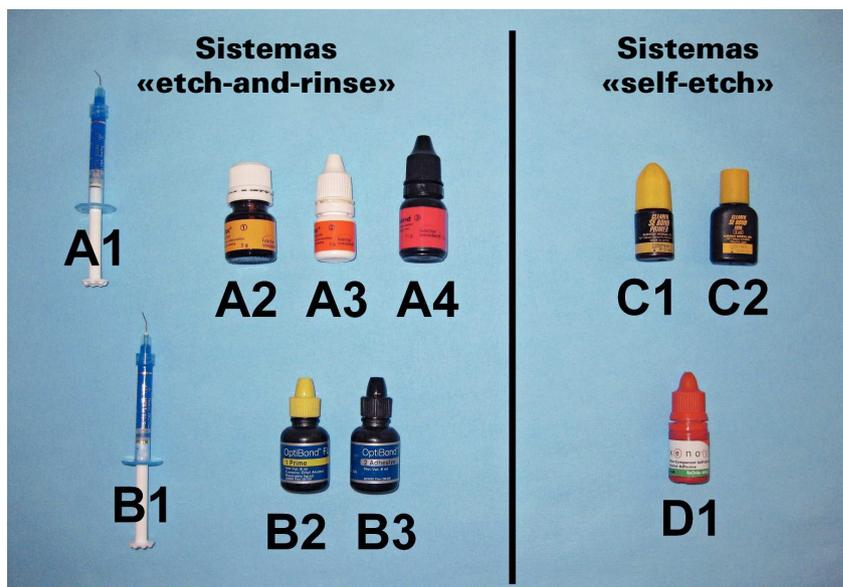


Figura 6. Visión de conjunto de los distintos sistemas adhesivos.

### Principios de la técnica adhesiva en los sistemas «selfetch»

**Esmalte dental:** Los sistemas «selfetch» no contienen ácido independiente separado como primer componente. Los sistemas «selfetch» pueden constar de dos componentes o de un único componente (los denominados sistemas «All-in-one» o «todo en uno»). En los sistemas «selfetch» con dos componentes (fig. 6, C1 y C2), el grabado ácido superficial del esmalte dental tiene lugar mediante el primer componente en forma de un imprimador «ácido» especial (fig. 6, C1). Estos imprimadores contienen –en lo que constituye la diferencia esencial con respecto a los imprimadores de los sistemas «etch-and-rinse»– monómeros ácidos o bien un ácido integrado en el imprimador. Así pues, el imprimador ácido de los sistemas «selfetch» se encarga del grabado ácido superficial del esmalte dental y de crear un patrón de grabado ácido del esmalte. No obstante, este último está considerablemente menos pronunciado que el logrado mediante el grabado con ácido fosfórico.

A continuación se aplica como segundo componente un bond (fig. 6, C2), cuya composición y función coinciden con las del bond de los sistemas «etch-and-rinse»: también penetra en las microporosidades y las zonas retentivas del patrón de grabado ácido del esmalte. Tras la polimerización se establece una unión adhesiva retentiva y los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse a los materiales de resina hidrófobos.

En los sistemas «self-etch» con un solo componente (sistemas «all-in-one»; fig. 6, D1) se combinan en el esmalte dental el grabado ácido y el bond.

**Dentina:** En los sistemas «selfetch» con dos componentes (fig. 6, C1 y C2), el grabado ácido superficial de la dentina tiene lugar mediante el primer componente en forma del imprimador «ácido» especial (fig. 6, C1). En el proceso se disuelve completamente el barrillo dentinario o bien se altera su estructura, sin que queden expuestos los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas. Al mismo tiempo, los monómeros anfifilos del imprimador penetran en la dentina. Las porciones hidrófobas de los monómeros anfifilos del imprimador se unen a continuación a los monómeros hidrófobos del bond. El bond utilizado en la dentina es exactamente el mismo que el empleado en el esmalte dental (fig. 6, C2). Tras la polimerización del bond se establece la unión adhesiva retentiva favorecida por el imprimador, y los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse nuevamente a los materiales de resina también hidrófobos.

En los sistemas «self-etch» con un solo componente (sistemas «all-in-one»; fig. 6, D1) se combinan en la dentina el grabado ácido, el imprimador y el bond.

### Agradecimientos

A la Sra. Anne Seeger, ilustradora científica, Clínicas Odontológicas de la Universidad de Berna, por las figuras 1 y 3.

### Bibliografía complementaria

- Flury S. Assistenz bei der Adhäsivtechnik. Quintessenz Team Journal, 2010; 40:251-257.
- Lussi A, Schaffner M (Hrsg.) Fortschritte der Zahnerhaltung. Quintessenz Verlag, Berlin, 2010.
- Hellwig E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln, 2009(5.).
- Frankenberger R. Adhäsiv-Fibel. Adhäsive Zahnmedizin - Wege zum klinischen Erfolg. Spitta Verlag GmbH & Co, Balingen, 2008.
- Gängler P, Hoffmann Th, Willershausen B, Schwenzer N, Ehrenfeld M. Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie. Thieme Verlag, Stuttgart 2005(2.).

## Resumen

### ■ Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva

#### **Esmalte dental**

Ácido o imprimador ácido: grabado ácido del esmalte dental → derecha patrón de grabado del esmalte → derecha microporosidades y zonas retentivas → derecha bond: unión adhesiva retentiva y unión a los materiales de resina

#### **Dentina**

Ácido o imprimador ácido: grabado ácido de la dentina → derecha eliminación/disolución completa del barrillo dentinario o alteración de la estructura del barrillo dentinarios → derecha imprimador: penetración en la dentina → derecha bond: unión al imprimador → derecha unión adhesiva retentiva y unión a los materiales de resina