

## Propiedades mecánicas y físicas y aplicación clínica de un nuevo composite de baja contracción

Sillas Duarte Jr., DDS, MS, PhD<sup>a</sup>, Ana Carolina Botta, DDS, MS<sup>b</sup>, Jin-Ho Phark, DDS, Dr. Med. Dent.<sup>c</sup>, y Avishai Sadan, DMD<sup>d</sup>

*La contracción de polimerización es uno de los principales problemas de las restauraciones adhesivas directas posteriores. Recientemente se ha desarrollado un nuevo material de composite de baja contracción. Sin embargo, existen pocos datos todavía sobre la manipulación clínica de este composite. Los composites con base de silorano representan una alternativa a los composites tradicionales con base de metacrilato para las restauraciones directas posteriores. Este artículo discute de forma crítica los últimos informes detallados sobre la polimerización, adhesión, pulido, y estabilidad de color de los composites de silorano, centrándose en su aplicación clínica. La evaluación inicial de esta nueva categoría de composite muestra propiedades mecánicas y físicas aceptables.*

(*Quintessence Int.* 2009;40:631-8)

<sup>a</sup>Profesor Adjunto. Departamento de Asistencia Integrada. Universidad Case Western Reserve. Facultad de Medicina Dental. Cleveland, Ohio, EE. UU.

<sup>b</sup>Adjunto Visitante de Investigación. Departamento de Asistencia Integrada. Universidad Case Western Reserve. Facultad de Medicina Dental. Cleveland, Ohio, EE. UU. Departamento de Odontología Restauradora. São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

<sup>c</sup>Profesor Adjunto. Departamento de Asistencia Integrada. Universidad Case Western Reserve. Facultad de Medicina Dental. Cleveland, Ohio, EE. UU.

<sup>d</sup>Decano y Profesor. Facultad de Odontología. Universidad del Sur de California. Los Ángeles, California, EE. UU.

Correspondencia: Dr. Sillas Duarte.  
Department of Comprehensive Care. Case Western Reserve University.  
School of Dental Medicine.  
10900 Euclid Avenue, Cleveland, OH 44106-4905, EE. UU.  
Correo electrónico: sillas.duarte@case.edu

Los composites se han usado en la restauración dental desde hace más de 50 años<sup>1</sup>. Los composites con base de metacrilato exhiben un comportamiento clínico aceptable, pero su contracción sigue representando un problema. La contracción de polimerización produce una contracción volumétrica, causando tensiones en las restauraciones adhesivas que pueden conducir a deformación de las cúspides<sup>2</sup>, microfiltración<sup>3</sup>, disminución de la adaptación marginal<sup>4</sup>, microgrietas del esmalte<sup>5</sup> y sensibilidad postoperatoria<sup>6</sup>. Por todo ello sería muy deseable disponer de un composite de baja contracción.

Lo que ocasiona la contracción volumétrica de los composites es la reacción que se produce durante su fraguado: las moléculas de resina se unen mediante enlaces químicos formando una red o polímero. Para disminuir la contracción y mejorar el manejo de los composites convencionales de base de metacrilato algunos fabricantes han aumentado el contenido de relleno de los mismos. Estos composites reciben el nombre de composites compactables o condensables. Sin embargo, los composites compactables no consiguen disminuir la contracción de polimerización, produciendo una contracción similar o incluso mayor a la que se observa en los composites convencionales de metacrilato<sup>7-9</sup>. La contracción de polimerización es una propiedad intrínseca de la matriz de resina. Consecuentemente, para reducir la contracción volumétrica, sería deseable desarrollar un nuevo sistema de matriz de resina.

Recientemente, se ha introducido una nueva categoría de polímeros para uso en odontología restauradora: los composites con base de silorano. El nombre silorano deriva de sus componentes: siloxano y oxirano.

Bowen, el introductor del bisfenol glicidil metacrilato (bis-GMA), había investigado previamente los epóxidos

(oxiranos) como posibles candidatos para la matriz de resina<sup>1</sup>. Sin embargo, las dudas sobre su estabilidad en agua y su biocompatibilidad, entre otras, impidieron el desarrollo posterior de los oxiranos como agentes para la restauración dental<sup>10</sup>. El composite con base de silorano está compuesto por una matriz de silorano (23,0%), relleno (76,0%), iniciadores (0,9%), estabilizadores (0,13%) y pigmentos (0,005%). La polimerización de los composites con base de silorano se produce por medio de una reacción fotocatiónica de apertura de anillos, lo que resulta en una contracción de polimerización menor que la de los composites con base de metacrilato<sup>11,12</sup>.

Este artículo discute de forma crítica los últimos informes detallados sobre la polimerización, adhesión, pulido y estabilidad de color de los composites con base de silorano, centrándose en su aplicación clínica.

### Composite de silorano

#### Química

El composite de silorano se basa en una fotopolimerización catiónica con apertura de anillos (FPCAA). Esta última es una forma de polimerización por adición, en la que el extremo terminal de un polímero actúa como centro reactivo, al que otros monómeros cíclicos se unen formando una cadena de polímero más grande mediante propagación iónica<sup>13</sup>. En concreto la FPCAA se produce cuando el centro reactivo de la cadena de propagación es un ion con un átomo de carbono con carga positiva (carbocatión). El proceso de fraguado se inicia cuando el donante de electrones ayuda al mecanismo de oxidación-reducción y degrada la sal de ionodinium a un catión ácido, que es el que comienza el proceso de polimerización por apertura de anillos<sup>12</sup>. Después de la adición de un monómero oxirano, el anillo epoxi se abre formando una cadena o, en el caso de monómeros de doble función o multifuncionales, formando una red<sup>12</sup>. Las principales ventajas de esta nueva categoría de composite son (1) la baja contracción volumétrica<sup>12</sup> y (2) la ausencia de una capa de inhibición del oxígeno<sup>14</sup>.

La disminución de la contracción de polimerización permite una adaptación superior con menor deflexión cuspléa que la observada en los composites con base de metacrilato<sup>15,16</sup>. Los composites con base de silorano presentan una contracción volumétrica media del 0,9%<sup>12</sup>, mientras que los de base de metacrilato presentan una contracción volumétrica media de entre un 2,3% a 3,0%<sup>17</sup>. En los composites con base de metacrilato, debido a la elevada contracción de polimerización, las paredes de la preparación se mueven hacia el interior<sup>2</sup>, aumentando

la tensión residual en el diente<sup>4</sup>. La deformación cuspléa causada por la distribución de la tensión residual es una de las principales causas de sensibilidad postoperatoria durante la masticación<sup>2</sup>. Este fenómeno se observa de forma frecuente en las restauraciones posteriores de composite con base de metacrilato de Clase I y Clase II. En la FPCAA, la flexión de los tejidos dentales también se produce, pero en menor grado<sup>15,16</sup>. Por lo tanto, la técnica de colocación por incrementos sigue siendo aconsejable en este material.

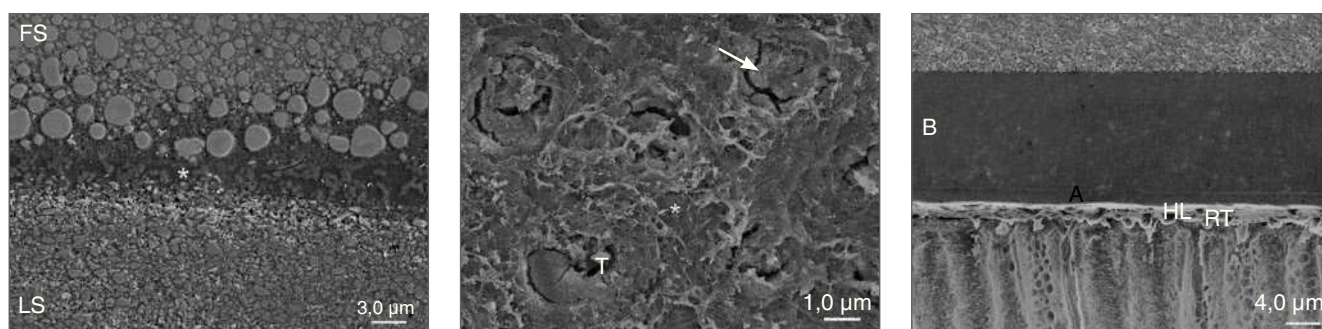
#### Manejo clínico

Los sistemas de composite de silorano (Filtek LS, 3M ESPE) son hidrofóbicos<sup>14</sup>, por lo que no es de esperar en ellos ninguna capa de inhibición de oxígeno<sup>18</sup>. El tiempo de colocación de las sucesivas capas de silorano no debe ser demasiado largo. Un retraso de 5 min entre capas produce una resistencia adhesiva significativamente menor y un aumento del porcentaje de fallos adhesivos<sup>18</sup>. La unión entre las capas sucesivas depende de la reactividad del composite<sup>18</sup>, reduciéndose la reactividad química con el tiempo<sup>19</sup>. Cuando hay que realizar una reparación en un composite de silorano se requiere el empleo de una resina intermedia con base de fosfato-metacrilato<sup>18</sup>. La aplicación de un adhesivo de resina hidrofóbica (LS Bond, 3M ESPE) permite conseguir adhesión no sólo a los composites de base de silorano, sino también a los de base de metacrilato<sup>18,20</sup> (fig. 1). El grupo fosfato de la resina adhesiva hidrofóbica reacciona con el oxirano, mientras que el grupo acrilato reacciona con el dimetacrilato, consiguiendo la unión de los dos composites<sup>18</sup>.

Los sistemas de polimerización catiónica son muy susceptibles a la humedad<sup>13</sup>. Una vez en contacto con ella, el agua compite por los iones oxonium con el monómero, y los iniciadores catiónicos se inactivan, todo lo cual afecta a la polimerización<sup>13</sup>. El composite de silorano, una vez polimerizado, presenta una buena estabilidad química en ambientes acuosos<sup>14</sup> y una capacidad de absorción de agua pequeña<sup>21</sup>. Por todo ello, siempre que se emplean este tipo de composites en clínica es imprescindible emplear aislamiento con dique de goma.

#### Adhesivo del silorano

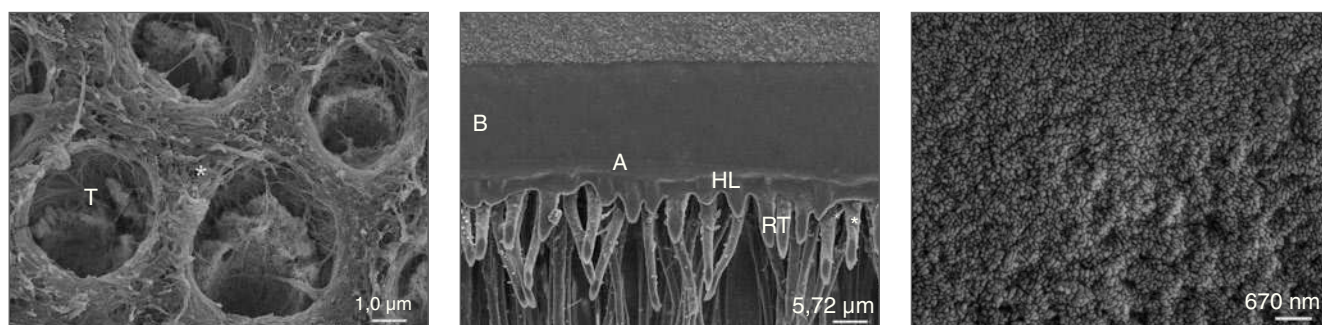
Para obtener una adecuada adhesión del silorano a los tejidos duros dentales, el fabricante desarrolló un adhesivo específico. El adhesivo de silorano está compuesto por un primer autograbante hidrofílico en un solo paso y por una resina adhesiva viscosa e hidrofóbica. La apli-



**Figura 1 (izquierda).** Microfotografía mediante el microscopio electrónico de barrido con emisión de campo secundaria de electrones (FESEM), de la reparación de un composite con composite de silorano (10.000 aumentos). \*: LS Bond; FS: composite de nanorrelleno (Filtek Supreme Plus, 3M ESPE); LS: composite de silorano (Filtek LS, 3M ESPE).

**Figura 2 (centro).** FESEM secundaria de electrones de dentina tratada con el primer autograbante LS. Se observa la intensa decalcificación intertubular que pone de manifiesto las fibras de colágeno (\*); sin embargo, los túbulos (T) todavía están obliterados por tapones de barrillo dentinario (flecha) (10.000 aumentos).

**Figura 3 (derecha).** FESEM secundaria de electrones de un espécimen restaurado con LS Adhesive System (3M ESPE). Se observan las lengüetas de resina y la clara distinción entre la capa adhesiva (A) y la capa de adhesivo (B) (5.000 aumentos). HL: capa híbrida; RT: lengüetas de resina.



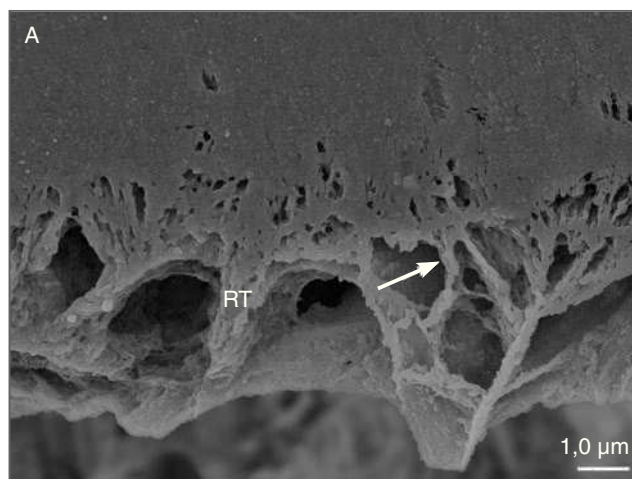
**Figura 4 (izquierda).** FESEM secundaria de electrones de dentina grabada con ácido fosfórico al 35% durante 15 s seguido de la aplicación del primer autograbante LS. Se observa la intensa exposición de la red de colágeno (\*); T: túbulos.

**Figura 5 (centro).** FESEM secundaria de electrones de un espécimen grabado con ácido fosfórico y restaurado con LS Adhesive System. Se observa el aumento de las lengüetas de resina en comparación con la figura 2 y también la anastomosis (\*) entre los túbulos de resina (3.500 aumentos). A: capa adhesiva; B: LS Bond; HL: capa híbrida; RT: lengüetas de resina.

**Figura 6 (derecha).** FESEM secundaria de electrones de esmalte tratado con el primer autograbante LS (35.000 aumentos).

cación del primer autograbante (LS Self-etch primer, 3M ESPE) sobre la dentina produce una intensa decalcificación intertubular, y esto a su vez una exposición de la red de colágeno<sup>20</sup> (fig. 2). Sin embargo, la mayoría de los túbulos de dentina quedan bloqueados por el barrillo dentinario<sup>20</sup> (fig. 2). Tras la aplicación y polimerización de la resina adhesiva, se observa una capa híbrida de 1,7 a 2,0 µm con pocas lengüetas de resina<sup>20</sup> (fig. 3). El adhesivo de silorano específico consigue resistencias adhesivas aceptables, independientemente de que se apli-

que siguiendo las instrucciones del fabricante o mediante pregrabado<sup>20</sup>. Las figuras 4 y 5 muestran el efecto de 15 s de grabado con ácido fosfórico seguidos de la aplicación del LS Adhesive System (3M ESPE) sobre la dentina y sobre la capa híbrida, respectivamente. El envejecimiento del adhesivo condujo a una ligera disminución de las resistencias; sin embargo, la nanofiltración aumentó, por todo lo cual es necesario investigar la efectividad del pregrabado de la dentina antes de la aplicación de los adhesivos de autograbantes<sup>20,22-24</sup>.

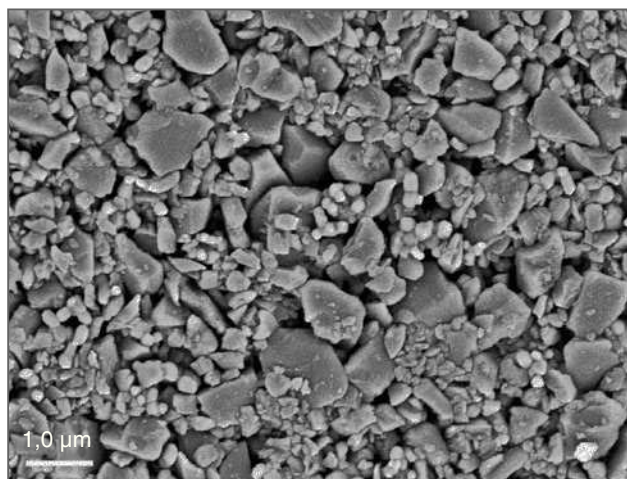


*Figura 7.* FESEM secundaria de electrones de una réplica de resina de esmalte grabado con ácido fosfórico al 35% durante 15 s seguido de la aplicación del primer autograbante LS. Se observa la intensa penetración interprismática (RT: lengüetas de resina) y la bien definida hibridación (flecha) (10.000 aumentos).

El efecto del primer autograbante (LS Self-etch primer) sobre el esmalte sólo se hizo visible con más de 20.000 aumentos. El primer ácido produjo una decalcificación interprismática superficial sobre el esmalte intacto con un contorno apenas visible de los prismas de esmalte (fig. 6). Los datos preliminares del laboratorio de los autores mostraron que se obtenían unas resistencias adhesivas medias más elevadas cuando el esmalte era pregrabado con ácido fosfórico (27,7 MPa). Esto se puede explicar por la penetración intraprismática e interprismática más profunda del adhesivo en el interior del esmalte grabado (fig. 7). La aplicación selectiva de ácido fosfórico sobre el esmalte permite un comportamiento superior de los adhesivos autograbantes<sup>23,25,26</sup>. La potenciación de la resistencia adhesiva mediante grabado ácido en los adhesivos autograbantes en un solo paso depende de la composición del adhesivo<sup>26-29</sup>. El comportamiento del adhesivo de silorano adherido al esmalte mejoró tras el grabado ácido, no mostrando fallos antes de la prueba.

### Pulido y estabilidad del color

El pulido de las restauraciones de composite depende de las características y composición del mismo, y también del sistema de pulido empleado<sup>30</sup>. El tamaño del relleno y su forma influyen de forma definitiva en la rugosidad de un composite determinado<sup>30,31</sup>. Los rellenos de silorano son una combinación de partículas de cuarzo y de partículas de fluoruro de yttrium radiopaco con forma angu-



*Figura 8.* FESEM secundaria de electrones del relleno del silorano después de disolver la matriz de resina (10.000 aumentos).

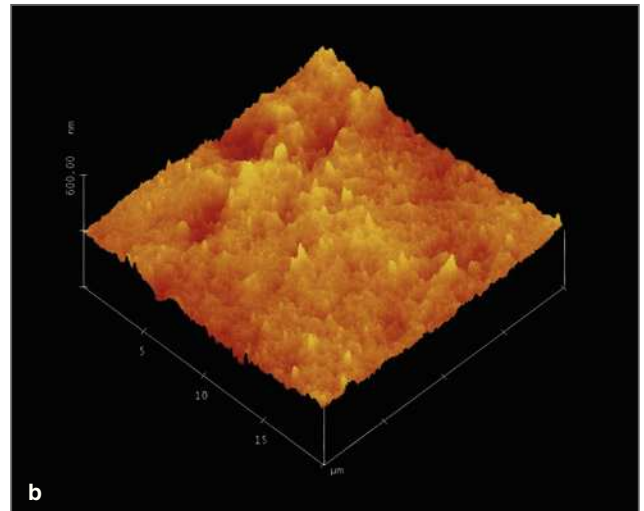
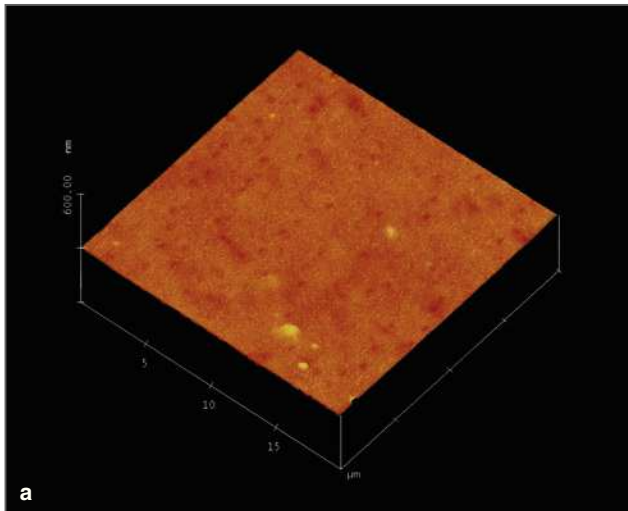
lar y esférica. Estos autores midieron el tamaño de los rellenos tras separar la matriz de resina de los mismos mediante acetona, y observarlos mediante el microscopio electrónico de barrido con emisión de campo de alta resolución. Los rellenos oscilaban en tamaño entre 2,29 y 0,04  $\mu\text{m}$ , con una media de 0,55  $\mu\text{m}$  (fig. 8). Por lo tanto, el composite con base de silorano puede clasificarse como un composite híbrido, y su rugosidad es comparable a la de los composites.

Para comprender mejor la rugosidad del composite de silorano, se observaron especímenes de silorano mediante el microscopio de fuerza atómica antes y después de su pulido (figs. 9a y 9b). La mejor microrrugosidad del silorano fue la que se obtuvo mediante la matriz de poliéster  $R_a = 5,3 \pm 1,3 \text{ nm}$ . El pulido mediante discos de óxido de aluminio (Sof-Lex Pop-On, 3M ESPE) y puntas de silicona (Jiffy Cusps, Ultradent) dio lugar a proyecciones en la superficie del silorano de 64,4 nm y 39,8 nm, respectivamente. Las restauraciones de composite pulidas deben presentar valores de rugosidad de la superficie similares o inferiores a los del esmalte dental intacto<sup>32</sup>.

Las mediciones de la superficie del esmalte mediante el microscopio de fuerza atómica revelaron una rugosidad de 46,0 nm. El silorano permite conseguir una superficie similar a la del esmalte cuando se pule con puntas de silicona.

Recientemente se ha estudiado la estabilidad del color y la retención de brillo in vitro de los composites de si-





Figuras 9a y 9b. Secuencia de imágenes tridimensionales de un composite de silorano (Filtek LS) pulido con matriz Mylar (a) y puntas de silicona (b).

lorano comparándola con la de los composites de base de metacrilato expuestos a envejecimiento acelerado, observándose un comportamiento superior del silorano<sup>33</sup>. La capacidad de mantener el brillo ayuda al composite a mimetizar el diente restaurado<sup>33</sup>. De hecho, clínicamente, se observó una adaptación óptima de la restauración al diente; después de dos semanas se comprobó un mimetismo de color agradable.

### Caso clínico

Un hombre de 28 años de edad acudió a la clínica por presentar sensibilidad en su primer premolar superior derecho a la masticación de chicle. El análisis clínico y radiográfico reveló una restauración de composite Clase II defectuosa (fig. 10), que se programó para sustitución por una nueva con un composite con base de silorano. Se aisló el campo de trabajo con dique de goma, se eliminó la restauración antigua, se identificó una lesión de caries y se procedió a su excavación. A continuación, se grabaron el esmalte y la dentina con ácido fosfórico al 35% durante 15 s (figs. 11a y 11b), se lavaron, y se secó el exceso de agua mediante bolitas de algodón. Se aplicó una capa del primer autograbante (LS Primer) durante 15 s mediante un aplicador totalmente saturado (fig. 12). Se aplicó un suave soplido de aire para evaporar el solvente y obtener una película uniforme, y se fotopolimerizó durante 10 s el primer autograbante. Inmediatamente después se aplicó la resina adhesiva hidrofóbica (LS Bond) a toda la preparación empleando un aplicador totalmente saturado (fig. 13). Para obtener una película



Figura 10. Imagen preoperatoria de la restauración defectuosa.

uniforme, se sopló aire sobre el LS Bond hasta mantenerlo sin movimiento y a continuación se fotopolimerizó durante 10 s.

Se usó una matriz de metal precontorneada con un anillo de separación interdental (V3 Ring, Triodent) para modelar la morfología proximal y mejorar el contacto proximal<sup>34-36</sup>. Después se aplicó el composite de silorano en capas de 2,5 mm empleando la técnica centrípeta<sup>37</sup> para restaurar el contacto proximal y el reborde marginal (figs. 14 y 15). Cada capa se fotopolimerizó durante 40 s. La restauración de Clase I resultante se restauró empleando capas oblicuas siguiendo las vertientes cuspidas. La anatomía oclusal se completó mediante dos ca-



Figuras 11a y 11b. Pretratamiento con ácido fosfórico al 35% sobre el esmalte (a) y dentina (b).



Figura 12. Aplicación del primer autograbante (LS Primer) empleando un aplicador totalmente saturado.



Figura 13. Aplicación de la resina adhesiva hidrofóbica (LS Bond) empleando un aplicador totalmente saturado.



Figura 14. Aplicación inicial del composite de silorano (Filtek LS) en capas de 2,5 mm.

pas de composite de silorano modeladas con instrumentos de composite y pinceles. Tras la polimerización, se comprobó la presencia de rebabas en los márgenes, que se eliminaron cuidadosamente mediante un bisturí del n.º 12. Tras la evaluación oclusal, se pulió la restauración con puntas de silicona.

Se instruyó al paciente sobre higiene oral, y se citaron visitas de revisión. Dos semanas más tarde, se observaba un mimetismo aceptable con el esmalte adyacente (fig. 16).

### Conclusiones

Los composites con base de silorano representan una alternativa a los composites tradicionales con base de metacrilato para las restauraciones posteriores directas. An-



Figura 15. El reborde marginal se restauró mediante la técnica de aplicación centripeta.



Figura 16. Imagen postoperatoria.

tes de proceder a su recomendación clínica, todavía es necesario llevar a cabo evaluaciones clínicas y de laboratorio independientes y a largo plazo para entender del todo el comportamiento clínico de este composite, especialmente respecto al desgaste y a la adhesión a las estructuras dentales. La evaluación inicial de esta nueva categoría de composites muestra propiedades mecánicas y físicas aceptables y propiedades ópticas a corto plazo agradables.

#### Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Dr. Bernard Tandler su ayuda editorial.

#### Bibliografía

1. Bowen RL. Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res* 1956;35:360-369.
2. Tantbirojn D, Versluis A, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. Tooth deformation patterns in molars after composite restoration. *Dent Mater* 2004;20:535-542.
3. Duarte S Jr, Saad JR. Marginal adaptation of Class 2 adhesive restorations. *Quintessence Int* 2008;39:413-419.
4. Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. *Dent Mater* 2004;20:554-564.
5. Yamamoto T, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Swain MV. Calculation of contraction stresses in dental composites by analysis of crack propagation in the matrix surrounding a cavity. *Dent Mater* 2009;25:543-550.
6. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Distribution of transient properties during polymerization of a light-initiated restorative composite. *Dent Mater* 2004;20:543-553.
7. Amore R, Pagani C, Youssef MN, Anauate Netto C, Lewgoy HR. Polymerization shrinkage evaluation of three packable composite resins using a gas pycnometer. *Pesqui Odontol Bras* 2003;17:273-277.
8. Herrero AA, Yaman P, Dennison JB. Polymerization shrinkage and depth of cure of packable composites. *Quintessence Int* 2005;36:25-31.
9. Ernst CP, Meyer GR, Klocker K, Willershausen B. Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation. *Dent Mater* 2004;20:313-321.
10. Chappelow CC, Pinzino CS, Chen S, Kotha SP, Glaros AG, Eick JD. Tetraoxaspiroalkanes for polymerization stress reduction of silorane resin. *J Appl Polymer Sci* 2008;108:3738-3747.
11. Guggenberger R, Weinmann W. Exploring beyond methacrylates. *Am J Dent* 2000;13:82D-84D.
12. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005;21:68-74.
13. Odian G. Principles of Polymerization, ed 3. New York: Wiley-Interscience, 1991.
14. Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *J Dent* 2006;34:405-410.
15. Cusp movement during polymerization using experimental low-shrinkage composites. Laughlin GA, Sakaguchi RL. *J Dent Res* 2005;84(Spec Iss A):622.
16. Cusp deflection during polymerization of a silorane or control materials. Hofmann N, Grünhagen S. *J Dent Res* 2008;87(Spec Iss A):546.
17. Ruttermann S, Wandrey C, Raab WH, Janda R. Novel nano-particles as fillers for an experimental resin-based restorative material. *Acta Biomater* 2008;4:1846-1853.
18. Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Incremental layers bonding of silorane composite: The initial bonding properties. *J Dent* 2008;36:560-563.
19. Burtcher P. Stability of radicals in cured composite materials. *Dent Mater* 1993;9:218-221.
20. Duarte S Jr, Phark JH, Varjao FM, Sadan A. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial aging. *Dent Mater* 2009;25:589-600.
21. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater* 2005;21:852-863.
22. Proenca JP, Polido M, Osorio E, et al. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater* 2007;23:1542-1548.
23. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ, Naumann M, Taschner M. Selective enamel etching reconsidered: Better than etch-and-rinse and self-etch? *J Adhes Dent* 2008;10:339-344.
24. Erhardt MC, Osorio E, Aguilera FS, Proenca JP, Osorio R, Toledano M. Influence of dentin acid-etching and NaOCl-treatment on bond strengths of self-etch adhesives. *Am J Dent* 2008;21:44-48.

25. Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *J Dent* 2006;34:77-85.
26. Watanabe T, Tsubota K, Takamizawa T, et al. Effect of prior acid etching on bonding durability of single-step adhesives. *Oper Dent* 2008;33:426-433.
27. Luhrs AK, Guhr S, Schilke R, Borchers L, Geurtsen W, Gunay H. Shear bond strength of self-etch adhesives to enamel with additional phosphoric acid etching. *Oper Dent* 2008;33:155-162.
28. Erickson RL, De Gee AJ, Feilzer AJ. Effect of pre-etching enamel on fatigue of self-etch adhesive bonds. *Dent Mater* 2008;24:117-123.
29. Duarte S Jr, Botta AC, Meire M, Sadan A. Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel. *J Prosthet Dent* 2008;100:203-210.
30. Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 1997;22:260-265.
31. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006;96:33-40.
32. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int* 1993;24:641-658.
33. Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. *J Dent* 2008;36:945-952.
34. Loomans BA, Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters FJ, Dorfer CE. A clinical study on interdental separation techniques. *Oper Dent* 2007;32:207-211.
35. Loomans BA, Opdam NJ, Roeters FJ, Bronkhorst EM, Burgersdijk RC. Comparison of proximal contacts of Class II resin composite restorations in vitro. *Oper Dent* 2006;31:688-693.
36. Loomans BA, Roeters FJ, Opdam NJ, Kuijs RH. The effect of proximal contour on marginal ridge fracture of Class II composite resin restorations. *J Dent* 2008;36:828-832.
37. Bichacho N. The centripetal build-up for composite resin posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1994;6:17-23.