

**ACTUALIZACIÓN DE GUÍA PRÁCTICA DEL MANEJO CLÍNICO PARA LA
RESTAURACIÓN DE PREPARACIONES CAVITARIAS CLASE I, II, III, IV, V Y VI**

**Lorena Xiomara Riveros Santa
Giovanna Patricia Piedra**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y MATERIALES DENTALES
BOGOTA DC – FEBRERO 2019**

HOJA DE IDENTIFICACION

Universidad El Bosque

Facultad Odontología

Programa Operatoria Dental Estética y Materiales Dentales

Título: Actualización de guía práctica del manejo clínico para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV, V y VI

Línea de investigación: Guías de práctica clínica

Tipo de investigación: Posgrado /línea docente

Residentes: Lorena Xiomara Riveros Santa
Giovanna Patricia Piedra

Director: Olga Lucia Zarta

Asesor metodológico: Luis Fernando Gamboa

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD

HERNANDO MATIZ CAMACHO	Presidente del Claustro
JUAN CARLOS LOPEZ TRUJILLO	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL G.	Rector(a)
RITA CECILIA PLATA DE SILVA	Vicerrector(a) Académico
FRANCISCO FALLA	Vicerrector Administrativo
MIGUEL OTERO CADENA	Vicerrectoría de Investigaciones.
LUIS ARTURO RODRÍGUEZ	Secretario General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
MARIA ROSA BUENAHORA	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA ESCOBAR	Directora Área Bioclínica
MARIA CLARA GONZÁLEZ	Director Área comunitaria
FRANCISCO PEREIRA	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
OLGA LUCIA ZARTA	Directora Posgrado de Operatoria Dental, Estética y Materiales Dentales

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Francisco, Angela, Roberto y Elizabeth, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos inculcaron.

Agradecemos a nuestros docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad El Bosque, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra carrera de manera especial, a la Dra. Olga Lucía Zarta y al Dr. José Luis Gamboa, tutores de nuestro proyecto de investigación quienes nos han guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes.

A todos quienes hicieron posible nuestro sueño Gracias!!

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador, darnos fuerza y valor para continuar en este proceso de obtener uno de nuestros anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, ya que gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos, gracias por ayudarnos a crecer pero sobre todo gracias por nunca cortarnos las alas.

A nuestras parejas e hijos por estar siempre acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A la Universidad El Bosque y a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	
Abstract	
Artículo	
	Página
Introducción	
1. Marco Teórico	2
2. Planteamiento del problema	33
3. Justificación	34
4. Objetivos	35
4.1 Objetivo General	35
4.2 Objetivo Específico	35
5. Propósito	36
6. Aspectos metodológicos	37
6.1 Tipo de estudio	37
6.2 Pregunta de investigación	37
6.3 Criterios de Inclusión	37
6.4 Criterios de Exclusión	37
6.5 Instrumento para recolección de información	37
6.6 Búsqueda de la Información	38
6.6.1 Aislamiento	38
6.6.2 Grabado total	39
6.6.3 Adhesión	40
6.6.4 Técnica de obturación	41
6.6.5 Técnica de Separación (matrices)	42
6.6.6 Fotopolimerización	43
6.6.7 Pulido	44
6.6.8 Rebonding	45
7. Resultados	46
8. Discusión	47
9. Conclusiones	75
10. Bibliografía	77

RESUMEN

Sistemas adhesivos en odontología restauradora: una revisión documental

Debido a la alta demanda por parte de los usuarios en cuanto a los tratamientos estéticos, restauradores o no, se configuran los sistemas autoadhesivos como un material emergente y con una gran utilidad, y así, se han desarrollado diferentes investigaciones experimentales y teóricas que conllevan a un progreso de las diferentes metodologías para su aplicación en la dentina. En éste artículo se presenta una revisión documental que involucró la base de datos de la Universidad El Bosque, de la Pontificia Universidad Javeriana, de la Universidad la Salle, EBSCO host y SciELO, con criterio de año desde el 2014 hasta el presente año partiendo del término meSH “*Self-etch Adhesives*” como criterio de búsqueda en título, resumen, objetivos y el contenido de los artículos. Como resultado se presenta la clasificación de los sistemas adhesivos, resistencia de unión, nanofiltración, algunas consideraciones clínicas para su uso, el futuro de los sistemas adhesivos y por último, un conglomerado de algunos estudios experimentales de pertinencia.

Palabras Clave: *adhesivos dentales, autograbadores, revisión documental*

ABSTRACT

Adhesive systems in restorative dentistry: a documentary review

The high demand by users of aesthetic treatments – be them restorative or not – configure self-adhesive systems as a very useful emerging material. This has led to various experimental researches and theories which spur on different methodologies for their application on dentin. The present article is a documental review which involved El Bosque University, Pontifical Xaverian University, La Salle University, EBSCO host and SciELO databases, from 2014 to the present, and self-etch adhesives as the mesh term criterion for tittle, abstract, objective and content of the articles. The result is a classification of adhesives systems, bonding resistance, nano-filtration, some technical considerations for their use, their future and a series of pertinent experimental studies.

Key words: dental adhesives, self-etching, documental review.

ARTICULO

Sistemas adhesivos en odontología restauradora: una revisión documental

Adhesive systems in restorative dentistry: a documentary review

Lorena Xiomara Riveros Santa ¹, Giovanna Patricia Piedra ²

RESUMEN

Debido a la alta demanda por parte de los usuarios en cuanto a los tratamientos estéticos, restauradores o no, se configuran los sistemas autoadhesivos como un material emergente y con una gran utilidad, y así, se han desarrollado diferentes investigaciones experimentales y teóricas que conllevan a un progreso de las diferentes metodologías para su aplicación en la dentina. En éste artículo se presenta una revisión documental que involucró la base de datos de la Universidad El Bosque, de la Pontificia Universidad Javeriana, de la Universidad la Salle, EBSCO host y SciELO, con criterio de año desde el 2014 hasta el presente año partiendo del término meSH “*Self-etch Adhesives*” como criterio de búsqueda en título, resumen, objetivos y el contenido de los artículos. Como resultado se presenta la clasificación de los sistemas adhesivos, resistencia de unión, nanofiltración, algunas consideraciones clínicas para su uso, el futuro de los sistemas adhesivos y por último, un conglomerado de algunos estudios experimentales de pertinencia.

Palabras Clave: *adhesivos dentales, autograbadores, revisión documental.*

ABSTRACT

The high demand by users of aesthetic treatments – be them restorative or not – configure self-adhesive systems as a very useful emerging material. This has led to various experimental researches and theories which spur on different methodologies for their application on dentin. The present article is a documental review which involved El Bosque University, Pontifical Xaverian University, La Salle University, EBSCO host and SciELO databases, from 2014 to the present, and self-etch adhesives as the mesh term criterion for tittle, abstract, objective and content of the articles. The result is a classification of adhesives systems, bonding resistance, nano-filtration, some technical considerations for their use, their future and a series of pertinent experimental studies.

Key words: dental adhesives, self-etching, documental review.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad gracias a los nuevos sistemas autoadhesivos, los sustratos dentales pueden ser restaurados clínica y eficazmente gracias a los componentes de adhesión de los sistemas autoadhesivos, sin embargo, uno de los obstáculos importante es realizar la unión a la dentina debido al gran contenido de agua en su composición que puede interferir con la unión por su característica hidrófoba a los soportes de colágeno de la dentina. Por lo tanto, se realiza un ataque químico preliminar del sustrato dental eliminando el barrillo dentinario que aumenta la permeabilidad de la dentina y la conductividad hidráulica, característica de la dentina que permitirá al agente autoadhesivo unirse al sustrato dental, reduciendo así la preparación dentaria y obteniendo una serie de ventajas que evocan en una odontología restauradora mínimamente invasiva.

Por otro lado, existen diferentes métodos de aplicación de los autoadhesivos y éste trabajo que es optativo para obtener el grado de Operatoria Dental, Estética y Materiales Dentales de la Universidad del Bosque, tiene como objetivo el diseño de una guía práctica de manejo clínico, otorgando una forma única y estandarizada para el tratamiento y uso de los autoadhesivos en odontología restauradora.

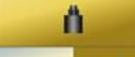
De ésta manera, en éste artículo se presenta una revisión documental que involucró la base de datos de la Universidad El Bosque, de la Pontificia Universidad Javeriana, de la Universidad la Salle, EBSCO host y SciELO, con criterio de año desde el 2014 hasta el presente año partiendo del término meSH "*Self-etch Adhesives*" como criterio de búsqueda en título, resumen, objetivos y el contenido de los artículos. Como resultado de ésta revisión se encontraron veintiún artículos que orientan la revisión documental hacia la definición, clasificación, uso y recomendaciones de los sistemas adhesivos en odontología restauradora; dichos artículos se categorizan de la siguiente forma: diez experimentales in vitro, cuatro experimentales in vivo, dos observacionales y cinco estudios de revisión sistemática.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

De acuerdo a la evolución en la metodología de la odontología restauradora, que tiene como punto de partida los procedimientos realizados por Buonocore en 1955, el uso de sustancias con carácter ácido como el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido fosfórico (H_3PO_4) tiene como finalidad aumentar

significativamente la duración de la adhesión en los sistemas dentarios. Éste grabado con ácido puede producir microporosidades por la su capacidad corrosiva, como propiedad química, en el esmalte dental para permitir la retención de la resina adhesiva, sin embargo, es necesario poner de presente que ésta técnica tiene como desventaja el hecho de causar daños importantes en el esmalte, el tiempo y costo que implica ésta metodología (Guaña, 2018).

Así, se configuran los sistemas adhesivos autograbadores que se permiten omitir el procedimiento con sustancias ácidas y en consecuencia el deterioro de la capa dentaria, además, desmineraliza, acondicionar e infiltrar la dentina y el esmalte de una sola vez, también minimiza la problemática de la deficiente penetración del monómero adhesivo y disminuye el riesgo de la sensibilidad después de la operación. Es decir, existen sistemas adhesivos de tipo independiente y autograbadores que difieren en el proceso antes de realizar su aplicación para asegurar el tiempo de vida y su eficiencia teniendo en cuenta diferentes características químicas, cómo se muestra en la Tabla 1:

Contemporary Dental Adhesive Systems				Characteristics			Longevity
System Mode	Delivery	Adhesion Steps			Acidity	Hydrophilicity	Bond Stability ^b
		Etching	Primer	Adhesive			
Etch-and-rinse	3-step				+	+	++++
	2-step				++	++	+++
Self-etch	2-step				+++	++	++++
	1-step				++++	+++	+
Universal	1 or 2 steps ^a				+++	++	+(+) +

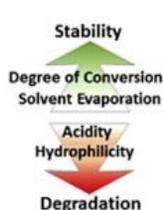


Tabla 1. Características químicas de los sistemas adhesivos. Tomado de Bedran-Russo (2017).

En términos de establecer una correcta estabilidad y aumentar la longevidad de los diferentes sistemas adhesivos es necesario reducir la acidez de dichos monómeros en fuertes ($\text{pH} \leq 1$), intermedios ($\text{pH} \approx 1,5$), débiles ($\text{pH} \geq 2$) y la capacidad hidrofílica en orden de aumentar la estabilidad del enlace entre la dentina y el sistema adhesivo, además como lo plantean Garrofé, Martucci, & Picca (2014), existen diferentes tipos de sistemas adhesivos de autograbado que corresponden a un envase del “primer autoacondicionante” y un segundo envase que corresponde al “bond” (denominados de sexta generación), luego los que tienen sólo una etapa que presentan un mayor tiempo de vida útil por requerir la mezcla de dos compuestos antes de su utilización, por

lo que se presentarán en dos envases. Por último los que se presentan en un solo envase sin necesidad de mezcla (denominados de séptima generación).

RESISTENCIA DE UNIÓN

Cómo se evidencia en el apartado anterior, se deben cumplir ciertas necesidades químicas para el correcto funcionamiento de los sistemas adhesivos autograbadores además de las recomendaciones del fabricante para el uso y los requerimientos básicos que como lo plantean Parra y Garzón (2012) las superficies deben estar lo suficientemente limpias, la energía superficial debe ser elevada y en lo atinente al adhesivo: el ángulo de contacto debe ser igual a cero lo que se logra con buena humectabilidad, baja tensión superficial, baja viscosidad y fluidez adecuada, para que tenga la capacidad de penetración por capilaridad en los espacios estrechos, con la mínima contracción de polimerización posible para evitar la fase de separación por la solidificación del adhesivo.

NANOFILTRACIÓN

La filtración es una técnica física de separación que tiene diferentes aplicaciones en la industria, en la odontología de restauradora y específicamente en lo atinente a los sistemas autoadhesivos, las porosidades que se encuentran en la membrana permiten el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración, esta separación se da cuando la resistencia de unión a la pared de la cavidad es más baja que el estrés de contracción de la restauración. Con el fin de evitar la nanofiltración se implementan las siguientes metodologías: la evaporación total del solvente, un selle adecuado de los túbulos dentinales por medio de las interdigitaciones de resina que evitan la salida por presión del fluido dentinal, una infiltración completa del sistema adhesivo y la inactivación de la acción de las metaloproteinasas. Es importante evitar dicho fenómeno para aumentar significativamente la confiabilidad de unión de los sistemas adhesivos es esencial para el éxito a largo plazo de las restauraciones en resina, el sellado de los márgenes protege contra la microfiltración y posteriores complicaciones como sensibilidad posoperatoria, decoloración marginal y caries recurrente (Parra y Garzón, 2012).

CONSIDERACIONES CLÍNICAS PARA EL USO DE SISTEMAS ADHESIVOS

Es necesario precisar nuevamente que para un correcto uso de los sistemas adhesivos es importante tener en cuenta las diferentes recomendaciones de los fabricantes, y según, Bedran-Russo (2017) cuando se realiza un procedimiento de adhesivo dental, se debe tener en cuenta que la unión al esmalte es más predecible que la de la dentina o el cemento debido a las diferencias de composición entre estos sustratos, es decir, las restauraciones con márgenes en el esmalte producen mejores resultados. Por otro lado, la acción de la saliva y la sangre en las diferentes metodologías de restauración disminuye la resistencia de unión y debe evitarse volviendo a grabar la superficie, enjuagar y secar la superficie contaminada, y aplicando capas adicionales de adhesivo, entre otras, cómo se muestra en la Tabla 2.

Strategy	Purpose	Technique
Field Control	Prevent contamination of prepared tooth structure	Optimal use of rubber dam isolation
Enamel grinding	Expose enamel rods, increase bond effectiveness and durability	Brevel cavosurface of cavity preparation using fine diamond or hand instruments
Selective etching	Improve bond strenght and reduce microleakage	Apply phosphoric acid to enamel and rinse before using self-etch system
Wet bonding technique	Prepare dentin for hybridization	Remove excess of wáter from acid.etched dentin with sponges; apply primer on moist dentin
Dentin desensitizer	Occlude dentinal tubules to reduce permeability and sensitivity	Additional step before primer application
Matrix metalloproteinase inhibitors	Inhibit activation of endogeneous enzymes responsable for the degradation of collagen fibrils	Extra step used as an additional primer of dentin or with exiting primer
Enhanced solvent evaporation	Remove interfacial wáter	Critical air drying of primer or adhesive layer before light curing
Hydrophobic coating	Reduce wáter sorption and stabilize hybrid layer over time	Multiple layer of a hydrophobic resin layer might be applied
Dentin impregnation	Enhance dentin impregnation of resin monomen into tubules	Increased application time of adhesive resin with vigorous brushing technique
Extended polymerization	Improve polymeriztion and reduce permeability	Curing times used beyond manufacturer recommendation
Wet etanol bonding	Permits the use of hydrophobic resins thar absorb Little water	Rub of ethanol in dentin before primer application protocol is not completely established for clinical user

Tabla 2. Estrategias para mejorar el enlace en los sistemas adhesivos. Tomado de Bedran-Russo (2017).

FUTURO DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

En el desarrollo de éste documento se han expuestos las características, tipos, ventajas y desventajas de los sistemas adhesivos y su aplicación en la odontología restauradora, es importante poner de presente que aunque mayoritariamente se han llevado a cabo estudios experimentales a corto plazo que se configuran dentro de los tratamientos estéticos, restauradores o no, como un material emergente y con una gran utilidad. Ésta gran demanda conlleva al constante desarrollo e investigación de los diferentes materiales y metodologías para su uso, es decir, las diferentes propiedades intrínsecas, químicas y biológicas de los materiales van a incidir directamente en la longevidad del procedimiento, por ejemplo, es necesario adelantar estudios en lo atinente al desarrollo de monómeros para aumentar la estabilidad del enlace de la resina y así disminuir la degradación a través del tiempo, inhibidores enzimáticos que ataquen el sitio activo de las diferentes enzimas encargadas de la degradación o sustituir los materiales ácidos usados para evitar la desmineralización del material dentario. En suma, éste es un tema que se ha configurado de acuerdo a la demanda de los pacientes para el tratamiento dental que permite desarrollar diferentes investigación para reducir costo, aumentar la estabilidad y el bienestar del usuario (Gomes, 2004).

REVISIÓN DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES

Además, la revisión documental permitió establecer y revisar diferentes autores como Drobac, Stojanac, Ramic, Permovic & Petrovic (2015), Elmi, Ehsani, Esmaeili & Khafri (2018), Felipe, Sutil, Malaquias, Paris, De Marques, Souza, Loguercio (2017), Flury, Lussi & Peutzfeldt (2017), Takamizawa, Watanabe, William, Latta, Tsujimoto, Jhonson, & Miyazaki (2017), Villat, Attal, Brulat, Decup, Doméjean, Dursun & Grosogeat (2016), que envuelven temas como la comparación entre la fuerza de enlace de los sistemas adhesivos, la remoción de caries a partir de un sistema autoadhesivo antibacterial o tradicional, caracterización de los sistemas autoadhesivos en la dentina, durabilidad de los sistemas autoadhesivos, comportamiento del sistema autoadhesivo con sustancias químicas agregadas o diferentes activadores de los sistemas autoadhesivos.

Además, complementan y orientan los pre-tratamientos que se le deben aplicar a las muestras de trabajo antes de aplicar los autoadhesivos, los tratamientos estadísticos, la aleatorización de las muestras y los lineamientos generales para llevar a cabo un estudio experimental. Por supuesto los resultados de dichos estudios guían al correcto tratamiento de aplicación de acuerdo al contexto

previo de la intervención. Es decir, la anterior selección de estudios experimentales se configuran como un compilado metodológico que junto con los temas tratados en éste artículo orientan y definen cómo adelantar un estudio experimental en el uso de los sistemas autoadhesivos.

CONCLUSIONES

A partir de la revisión documental presentada en éste artículo se concluye que los sistemas adhesivos autograbadores se configuran dentro de los tratamientos estéticos, restauradores o no, como un material emergente y de gran utilidad donde previamente se han definido diferentes metodologías para el pre tratamiento del material dentario y el uso del sistema con el fin de aumentar significativamente la durabilidad del tratamiento evitando el deterioro del esmalte y la resina. Además, como recomendación a futuros trabajos de investigación, es necesario seguir realizando estudios experimentales y teóricos para contribuir a dicha iniciativa del deterioro partiendo del uso de diferentes sustancias químicas o de variaciones procedimentales durante la aplicación.

CORRESPONDENCIA

Lorena Xiomara Riveros Santa

Universidad el Bosque

Facultad de Odontología

Bogotá, Colombia

Correo electrónico: Loresantica@hotmail.com

Patricia Giovanna Piedra Campoverde

Universidad el Bosque

Facultad de Odontología

Bogotá, Colombia

Correo electrónico: giovypiedra06_@hotmail.com

REFERENCIAS

Abdo, F., Sabri, A., Elmarakby, A. M., Hassan, A. M., Ahmed, C., & Hassan, M. (2017). Attitude and knowledge of isolation in operative field among undergraduate dental students, *European Journal of Dentistry* 11(1), 83–88. DOI: <https://doi.org/10.4103/ejd.ejd>

Bedran-Russo, A. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth – Adhesive Interface Dental adhesives Dentin Enamel Bond strength Biodegradation Technology. *Dental Clinics of NA*, 61(4), 713–731. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.001>

Ebrahimi, M., Janani, A., Majidinia, S., Sadeghi, R., Shirazi, S., & Materials, D. (2018). Are self-etch adhesives reliable for primary tooth dentin? systematic Alireza A review and meta-analysis, *J Conserv Dent*. 21(3), 243–250. DOI: <https://doi.org/10.4103/JCD.JCD>

Elmi, M., Ehsani, M., Esmaeili, B., & Khafri, S. (2018). Comparison of bond strength of a composite resin with two different adhesive systems and a resin modified glass ionomer to calcium enriched mixture. *Journal of Conservative Dentistry* 21(4), 369–372. DOI: <https://doi.org/10.4103/JCD.JCD>

Felipe, M., Sutil, E., Malaquias, P., Paris, T. De, Marques, L., Souza, D., Loguercio, A. D. (2017). Effect of self-curing activators and curing protocols on adhesive properties of universal adhesives bonded to dual-cured composites. *Dental Materials*, 33(7), 775–787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.005>

Flury, S., Lussi, A., & Peutzfeldt, A. (2017). Long-Term Bond Strength of Two Benzalkonium Chloride-Modified Adhesive Systems to Eroded Dentin, *BioMed Research International*, Volume 2017, Article ID 1207208. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/1207208>

Garrofé, A., Martucci, D., & Picca, M. (2014). Adhesión a tejidos dentarios, *Rev. Fac. de Odon. UBA*, 29 (67), 5–13.

Drobac, M., Stojanac, I., Ramic, B., Permovic, M. & Petrovic, L. (2015). Micromorphological characterization of adhesive interface of sound dentin and total-etch and self-etch adhesives, *Med Pregl*, LXVIII (1-2), 10–17. DOI: <https://doi.org/10.2298/MPNS1502010D>

Gomes, M. (2004). Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes. *Avances en Odontoestomatología*, 20(4), 193-198. Recuperado en 09 de diciembre de 2018, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000400004&lng=es&tlng=es.

Guaña, T. (2018) Fuerza de adhesión: sistema adhesivo convencional vs sistemas adhesivos autograbados con resina nanohíbrida en clase I. Universidad Central de Ecuador.

Huang, X., Pucci, C. R., Luo, T., Breschi, L., Pashley, D. H., Niu, L., & Tay, F. R. (2017). No-waiting dentine self-etch concept — Merit or hype. *Journal of Dentistry*, 62(May), 54–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.007>

Khaldoan H., Hamdi H. y Salah H. (2018) Effect of smear layer deproteinization on bonding of self-etch adhesives to dentin : a systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod*, 43(2), 1–16.

Omran, T. A., Garoushi, S., & Abdulmajeed, A. A. (2016). Influence of increment thickness on dentin bond strength and light transmission of composite base materials. *Clinical Oral Investigations*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1953-6>

Parra M. y Garzón H. (2012) Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*; 24(1): 133-150.

Pedrosa, V. O., Mantovani, F., França, G., Turssi, C. P., Lucisano, F., Teixeira, L. N., & Martinez, E. F. (2018). Archives of Oral Biology Effects of caffeic acid phenethyl ester application on dentin MMP-2, stability of bond strength and failure mode of total-etch and self-etch adhesive systems. *Archives of Oral Biology*, 94, 16–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.06.012>

Pilo, R., Papadogiannis, D., Zinelis, S., & Eliades, G. (2017). Setting characteristics and mechanical properties of self-adhesive resin luting agents. *Dental Materials*, 33(3), 344–357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.01.004>

Pinna, R., Usai, P., Filigheddu, E., & Garcia-godoy, F. (2017). The role of adhesive materials and oral biofilm in the failure of adhesive resin restorations. *American Journal of Dentistry*, 30(5), 232 – 292.

Schroeder, M., Carlos, I., Bauer, J., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2018). Influence of adhesive strategy on clinical parameters in cervical restorations : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 62(May 2017), 36–53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.006>

Takamizawa, T., Watanabe, H., William, W., Latta, M. A., Tsujimoto, A., Jhonson, B., Miyasaki, J. (2017). Comparison between universal adhesives and two-step self-etch adhesives in terms of dentin bond fatigue durability in self-etch mode. *Eur J Oral Sci* 2017; 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1111/eos.12346>

Tarkany, R., Tarkany, R., Velarde, S., Mandic, L., José, R., Junqueira, R., Cep, S. (2017). Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials Titanium tetra fluoride incorporated into a two-step self-etching adhesive system : physico-mechanical characterization and bonding stability. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 75, 197–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.07.021>

Villat, C., Attal, J., Brulat, N., Decup, F., Doméjean, S., Dursun, E., Grosogeat, B. (2016). One-step partial or complete caries removal and bonding with antibacterial or traditional self-etch adhesives : study protocol for a randomized controlled trial, *Biomed Central*, 2016, 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1484-0>

Wang, R., Shi, Y., Li, T., Pan, Y., Cui, Y., & Xia, W. (2017). Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin. *Journal of Dentistry*, 62(January), 72–80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.010>

Introducción

En las últimas décadas, la odontología ha sido influenciada por factores sociales en la que el deseo de presentar una apariencia atractiva ya no es tomada únicamente como un signo de vanidad, sino como evidencia de un estilo de vida saludable. Debido a que el rostro es tomado como prueba de que se cumple esta condición, una de sus estructuras; la sonrisa, se ha convertido en el centro de atención de la sociedad.

Una de las alternativas de la Odontología más utilizadas para atender el factor estético consiste en la operatoria dental, la cual por medio de materiales como las resinas dentales de fotocurado, devuelven la funcionalidad. Cualquier tipo de tratamiento operatorio requiere de ciertos pasos específicos para la elaboración de restauraciones estéticas y funcionales las cuales deben cumplir características esenciales para alcanzar el éxito.

Las restauraciones en resinas a través del tiempo han sufrido muchos cambios en la evolución, el manejo, las técnicas y los materiales han variado dependiendo de las necesidades, especialmente cuando se habla de restauraciones en el sector anterior, las cuales por su ubicación en el maxilar requieren de un operador con experticia, entrenado en el manejo y aplicación de los conceptos hallados en la evidencia científica.

Por esta razón el propósito de este trabajo de grado es actualizar la guía práctica del manejo clínico para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV y V, realizado por Fandiño y Ruíz en la Universidad el Bosque, agregando un apartado para los sistemas adhesivos de VI generación con el fin de establecer parámetros claros y definidos al momento de clínica para evitar errores en las técnicas restaurativas.

1. Marco teórico

La planificación operatoria para la restauración de preparaciones cavitarias generadas por caries, abfracciones o fracturas dentarias requiere que el operador conlleve una secuencia de pasos clínicos.

El primero de los pasos clínicos es el aislamiento total del campo operatorio. Existen muchas maneras de aislar un área o un diente, de modo que un procedimiento restaurador puede ser realizado sin la interferencia de los tejidos blandos, la lengua, saliva y u otros fluidos. En marzo 15 de 1864, en Monticello, New York, el *Dr Sanford C. Barnum* aisla un molar mandibular del Señor *R. C. Benedict* con una pieza “pañó de goma”. La tela de caucho nació ese día y el *Dr. Barnum* compartió su idea la cual tuvo éxito durante muchos años en la odontología restaurativa sufriendo cambios dramáticos. Los procedimientos con tela de caucho buscaban proteger al paciente y aisla el diente mejorando las técnicas restaurativas.

Christensen (1994) y *Croll* (1985) Durante muchos años, la tela de caucho ha sido reconocido como un método efectivo para obtener aislamiento de campo. Además que reduce el tiempo de restauración, mejorar la visibilidad del operador, protege la lengua y la mantiene fuera del campo operatorio, protege el paciente de aspirar o tragar spray de agua, detritos infectados, materiales restaurativos o fragmentos de instrumentos fracturados, reduce el riesgo de lacerar tejidos blandos con instrumentos (pieza de mano, jeringa de aire y agua) , reduce la posibilidad de una contaminación pulpar después de una invasión mecánica en los espacios pulpares, controla la interrupción verbal por parte del paciente mejorando la concentración mental del clínico y reduciendo el tiempo del procedimiento, controla expectoraciones continuas del paciente durante el procedimiento y brinda al paciente seguridad, confort y relajación.

Un aislamiento ideal de un campo seco sólo se puede realizar con una pieza de látex de 5 o 6 pulgadas. Los pacientes que son alérgicos deben utilizar una tela que no sea de látex. Una tela de cinco pulgadas de ser usada para niños para que no cubra la nariz o los ojos una tela de seis pulgadas provee un excelente campo de trabajo para adultos.

Las telas de caucho se encuentran en varios colores, sabores y densidades, pero para mejores resultados y para su fácil uso el material debe ser más denso. El uso de una tela gruesa extragruesa puede limitar y hasta eliminar la rasgadura de ésta y permitir una mejor retracción de los tejidos blandos.

Las telas de caucho generalmente están disponibles en una serie de colores, grosores y colores, pero la mayoría de técnicas operativas, obtienen mejores resultados usando un material grueso.

Existen servilletas disponibles para telas de caucho los cuales deben ser colocadas entre la tela y el rostro del paciente, éstas ayudan a prevenir cualquier irritación en las mejillas, labios y mentón que puede ser causada por el látex particularmente durante las técnicas de retracción.

Existen dos tipos de perforadores de tela de caucho. El perforador tipo Ainsworth y el perforador tipo Ivory, los dos son excelentes si es también ensamblados.

Existen mantenedores de arco ejemplificados por el arco de Young y por el arco de Nygaard-Ostby. Un arco o ello nunca que forma de U es elaborado por diferentes fabricantes tanto del metal como en plástico. Los arcos tipo Young están disponibles en tamaños tanto para adultos como para niños. Un arco plástico es poco ventajoso cuando la radiografías son parte del procedimiento, debido a su imagen radiolúcida. Sin embargo, los arcos plásticos no se sostienen tan bien como los arcos metálicos ni se pueden esterilizar con calor, y estos tienen un período de vida más corto. Los arcos de metal son menos voluminosos y duran por más años. Existe una pera de caucho comercialmente disponible que viene con un arco o borde plástico flexible fijo o que permite soportar al dique intraoralmente y eliminar la necesidad del arco, este dispositivo llamado Quick Dam es efectivo para el control de la saliva en la parte anterior de la boca pero menos efectivo en la zona posterior. Es más pequeño que la tela de caucho convencional, aproximadamente $4\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ y está disponible en tres tallas pequeña, mediana y larga. El anillo flexible debe ajustarse vestibular al diente y formar un sello con las paredes de las mejillas. Después de la inserción de la cavidad oral una seda dental es usada para introducir el material entre los espacio interproximales que va ser aislados.

Los portagrapas tipo Ivory están disponibles por diferentes fabricantes y con puntas diferentemente anguladas, éste tiene estabilizadores que evitan que la grapa rote sobre las puntas, esto es usualmente ventajoso, pero también limita el uso de estas a los dientes que se encuentren dentro de un rango de angulación normal. Los portagrapas tipo Stokes, los cuales tienen muescas cerca de

las puntas de sus bocados en los que se localizan los agujeros de una grapa, permitiendo un rango de rotación de la grapa de manera que ésta pueda ser posicionada sobre dientes que están angulados mesial o distalmente. Cualquiera de estos dos tipos servirá manera adecuada.

Las grapas son el medio usual de retención para el dique de goma. Los tres tipos básicos de grapas son con aletas, sin aletas y mariposa. Existen grapas con diferentes tamaños de bocados para ajustar en cada diente de la boca algunas grapas simplemente tienen un número designación; otras tienen una W delante el número. La W indica que la grapa es sin aletas.

El segundo de los pasos clínicos es el acondicionamiento ácido de la superficie dental. Según *Mondelli* en 1972, el acondicionamiento ácido es un procedimiento realizado con la aplicación de ácidos en la superficie del esmalte y dentina, con la finalidad de producir microretenciones, aumentando así la unión y disminuyendo la preservación de tejido dentario sano.

En 1955 *Buonocore*, basado en un principio industrial, desarrollo la técnica de ataque ácido para aumentar la unión de las resinas acrílicas al esmalte. La adhesión al esmalte es lograda a través del grabado ácido de este sustrato altamente mineralizado.

Los materiales de resina compuesta han sido desarrollados para que de alguna manera se puedan adherir al esmalte y a la dentina químicamente o micromecánicamente.

La característica del esmalte acondicionado es bastante diferente a la dentina. En ambos, sin embargo, la forma de retención se establece, fundamentalmente, por características físicas, igualmente que la aproximación con el colágeno de la dentina sea de tal magnitud que se puede considerar a una “adhesión físico –química”

El esmalte dental es el tejido más duro del cuerpo humano. Su porción mineral es aproximadamente el 96 % de su peso, el resto es componente orgánico y agua.

Los elementos minerales incluyen cristales de hidroxiapatita aproximadamente de 0.03 micras a 0.2 micras rodeadas por una película delicada de agua firmemente de limitada. El esmalte prismático, el cual está constituido en su fracción principal por cristales densos agrupados y colocados en tres direcciones.

Con esta ubicación los prismas largos (diámetro aproximado de 5 μ m) están formados desde la unión amelodentinal a la parte más cercana al extremo la superficie del esmalte. Estos prismas mantienen su integridad y soporte ya que tienen una ubicación transversal y una morfología irregular. El esmalte dental intacto contiene un 4 % de su peso en agua (11 % en volumen) o en la hidratación de la capa de esmalte alrededor de cada cristal de apatita o en los poros entre los prismas.

La dentina ha sido caracterizada como un compuesto biológico de matriz de colágeno constituido desde la unidad submicrón a tamaño nanométrico, deficiente de calcio, rico en cristales de apatita carbonatada, los dispersos entre un tamaño de micrón paralelo hiper mineralizado, pobre de colágeno, cilindros profundos (túbulos dentinales que contienen dentina peri tubular) .El volumen de la composición química de la dentina es del 50 %en minerales, 20% en agua y 30 % en matriz orgánica. El volumen de composición mineral es relativamente constante, a la función de la profundidad dentinaria, aunque la cantidad dentina inter tubular rica en colágeno gradualmente disminuye desde la superficie hasta la dentina más profunda. Esto es probablemente porque la cantidad de dentina peri tubular hiper mineralizada aumenta al mismo tiempo que la tasa de la cantidad de dentina intertubular disminuye, dejando un contenido de mineral muy similar en la dentina superficial y profunda.

La activación de la superficie del sustrato se puede lograr mediante el denominado acondicionamiento adamantina y actualmente con la aplicación de distintos procedimientos:

- a) ácidos fuertes o débiles en alta concentración.
- b) ácidos débiles en baja concentración y monómeros acidicos
- c) Oxidantes –desproteinizantes
- d) Combinaciones entre ellos

La meta el grabado del esmalte es limpiar el esmalte, remover el smear layer, para incrementar la rugosidad microscópica (*Retief y cols*, 1986) por la remoción de cristales minerales prismáticos y aprismáticos, y aumentar la energía superficial del esmalte (*Busscher y cols*, 1987) para producir una suficiente infiltración del monómero para sellar las superficies del esmalte con resina y contribuir a la retención de restauraciones en resinas compuesta. *Retief y cols* en 1986 usaron una variedad de acondicionadores ácidos y de tiempos de grabado concluyendo que a medida que la

superficie del esmalte está limpia y presente un suficiente grabado para revelar la separación de los cristales del esmalte, existirá una óptima unión esmalte- resina .

Para el grabado en esmalte se utiliza ácido fosfórico caracterizado por ser un ácido débil en concentraciones de 37% durante 15 min para obtener un patrón de grabado adecuado. *Silverstone y col* en 1975.

Fusayama y cols en 1979 defiende el grabado de la cavidad total con ácido fosfórico para remover todo el smear layer (barrillo). Los clínicos siguen las recomendaciones de Fusayama de excavar sólo la dentina cariada y no extender la cavidad hacia dentina sana. Según *Tagami* en 1992 la dentina tubular afectada por caries es generalmente esclerótica y casi impermeable.

Por consiguiente, el grabado ácido para remover el barrillo dentinal en dentina afectada con caries no incrementa la permeabilidad tubular significativamente (*Pashley y col* en 1991)

El barrillo dentinal es creada durante la preparación del esmalte la dentina y su presencia complica la adhesión de la resina.

Estudios hechos en fuerza adhesiva al esmalte y dentina antes y después de remover el barrillo dentinario ha indicado que es necesaria la remoción de la capa para obtener fuerzas adhesivas altas.

El barrillo dentinario sirve como una barrera que protege la pulpa de estímulos nocivos, pero su función es sólo temporal, porque este se puede disolver en fluidos orales. El barrillo dentinario es usualmente contaminado con microorganismos y debe ser removido antes de hacer la adhesión a la resina. Remover el barrillo dentinario con acondicionadores ácidos es muy conveniente. Este consiste en dentina pulverizada principalmente de fibras colágenas mineralizadas cortadas.

El grabado en dentina es necesario para incrementar la porosidad de la dentina intertubular para la infiltración del monómero.

El smear layer está compuesto por algunos componentes de la dentina intacta (red de fibra de colágeno mineralizadas) también contiene fibrillas de colágeno cortadas (instrumentos rotatorios) de la dentina subyacente de allí su nombre de Barrillo dentinario el cual alcanza un espesor de 1 a 2 μm (*Pashley y col 1.998*).

El autor que primero la describió fue *el Dr Boyle en 1.963* , estudios realizados por el *Dr David Eick y col en 1.970* describieron sus características topográficas apoyados con imágenes de microscopía electrónica de barrido y microsonda electrónica y en años posteriores el *Dr Brannstrom (1.984)* la subdividió en dos capas fácilmente identificables: Smear on; que se refiere a la capa superficial y amorfa y Smear plug observada en el interior de los túbulos dentinales.

La capa superficial o smear on contiene; restos de varillas adamantinas consecuencia del tallado cavitario, restos orgánicos, dentinales y adamantinos, microorganismos.

La capa de smear plug contiene componentes propios de la dentina como; colágeno, glucosaminoglucanus, proteoglicanos desnaturalizados, restos odontoblásticos y minerales, también se observan bacterias en algunos casos cuando la dentina esta cariada.

Por lo tanto se puede afirmar que esta capa se observa cuando se efectúa una preparación dentaria, obliterando los túbulos dentinarios parcial o totalmente actuando como un verdadero tapón biológico, disminuyendo la permeabilidad dentinaria, la humedad superficial y su presencia influye en la efectividad de los sistemas adhesivos(*Pashley 1.984; Lambretchs 2.000, Tay 2.000*)

Fusayama 1.979 probó un sistema adhesivo constituido por BisGMA o bisfenol A glicidil metacrilato de glicidilo y el monómero Fenil-metacriloxietil-fenil-hidroxifosfato, siendo lanzado al mercado mundial como Clearfil Bond System F. Posteriormente en 1.980 publicó los efectos del ácido fosfórico aplicado simultáneamente sobre esmalte y dentina, idea que difundió como acondicionamiento ácido simultaneo o total . Con esto logró un aumento en la fuerza adhesiva basada en la formación de tags resinosos que penetran dentro de los túbulos dentinarios (*Fusayama 1.993*)

La tendencia actual es utilizar un gel tixotrópico de ácido fosfórico con colores contrastes, azul, verde, violeta, a rojo o amarillo.

La alta tensión superficial del agente acondicionador, al presentar mínimos fenómenos de capilaridad, permite posicionar el ácido solamente en las áreas que así lo requieran, impidiendo su accionar en zonas no deseadas.

Después del acondicionamiento de los sustratos dentales se procede a realizar el enjuague del ácido. Los tiempos de lavado de no menos a 15 segundos generalmente son reducidos para remover fosfatos de calcio disueltos, los cuales por el contrario pueden deteriorar la infiltración de monómeros dentro de las microporosidad es del esmalte grabado, en la superficie grabada. Recientemente, los tiempos de lavado tan breves como de un segundo han demostrado no empeorar la resistencia de unión para promover la micro filtración en el sitio del esmalte. (*Summit JB, 1.992, 1991.*, Mixson JM, 1.989).

Uno de los pasos operatorios más sensibles es el secado de la superficie previamente acondicionada. Para que ocurra una eficiente hibridización en la superficie dentinaria desmineralizada por el ácido, las fibras de colágeno deben mantenerse expandidas por la presencia de agua preservando así los espacios interfibrilares (Pashley 1.993). El grabado ácido aumenta la energía superficial del esmalte pero disminuye la de la dentina (*Attal y col 1.994*). Así el próximo reto es hacer coincidir la tensión superficial del primer con la superficie de la dentina desmineralizada, dependiente de si esta húmeda o seca.

Para que el líquido sea extendido uniformemente sobre la superficie de un sólido, la tensión de la superficie del líquido debe ser menor que la energía superficial del sustrato (*Erickson 1.992*). Si un líquido puede extenderse sobre una superficie, esto quiere decir que la superficie está húmeda. Esta capacidad de humectancia de los líquidos sobre una superficie usualmente es medida que se obtiene del ángulo de contacto de una gota sobre la superficie. Un ángulo de contacto alto indica poca humectación, al contrario un ángulo de contacto bajo indica buena humectación.

El primer intento para lograr un agente adhesivo corresponde a *Hagger* 1.951 el cual en Inglaterra y Suiza desarrolló el GPDM o ácido glicerofosfórico dimetacrilato, con la idea de acondicionar con ácido los tejidos dentales.

El principio de una buena impregnación de los monómeros en la dentina es muy importante para el éxito de la adhesión. La tensión superficial intrínseca de los monómeros puede variar mucho. Algunos monómeros como el N-2hidroxi-3-metacril 1 oxipropil-N-fenilglicina (NPG-GMA), N-2-hidroxi-3-metacril 1 oxipropil-N-toluglicina(NTG-GMA), 4-metacriloxietil trimelitato

anhídrido (4-META). 1,4 (o 5)–dimetacriloxietil fenil ácido fosfórico (Phenyl-P), han mostrado excelentes propiedades de humectación. (Bowen 1.965, 1980; Bowen y col 1.982, 1.996), ellos han propuesto que estos monómeros mejoran la infiltración de la superficie en estos sustratos. La humectación de la superficie de la dentina con los monómeros es el primer paso en la adhesión, pero esta condición no es garantía única del éxito de la adhesión, debido a que no garantizan la penetración de los monómeros en la subsuperficie. La permeabilidad de la red dentinal intertubular desmineralizada con los monómeros es una variable crítica en la adhesión a dentina (Nakabayashi, 1.992). Por otro lado el exceso de humedad puede perjudicar la acción del primer e inhibir su infiltración en la dentina intertubular (Jacobsen y Solderhod 1.995.)

Para obtener una relación íntima entre los monómeros de la resina y las fibras colágenas, los primers y los agentes adhesivos (bonding) deben tener la habilidad de “humedecer” las fibras colágenas. La capacidad de humectación de los monómeros varía según sus formulaciones químicas pero se saben que aquellas que contienen HEMA están dotadas de un excelente poder de impregnación (Jacobsen 1.995, Bowen 1.996).

El odontólogo debe tener en cuenta la relación de la humedad con el tipo de sistema adhesivo que se va a utilizar, es decir debe conocer cuál es el solvente del primer. Los primers disueltos en acetona muestran gran afinidad por el agua, y por lo tanto, solo serán capaces de impregnar la dentina desmineralizada siempre y cuando se halle suficientemente húmeda. Este solvente desplaza el agua de la superficie dentinal y de la malla colágena húmeda y promueve la infiltración del adhesivo a través de los nanoespacios creados en la dentina. (Kanca 1.992, Jacobsen 1.995). Por otro lado para aquellos disueltos en agua o alcohol, el contenido de humedad en la dentina resulta menos crítico y, por consiguiente la imprimación es menos susceptible a eventuales deficiencias. (Dickerson 1.999 y Jackson 1.999)

Se recomienda eliminar los residuos del solvente y del agua de lo contrario se favorecerá la presencia de porosidades en la interfaz, comprometiendo la adecuada polimerización de los monómeros resinosos (Tay 1.996)

La mayoría de los primers contienen HEMA o compuestos químicos similares que actúan como impregnadores de la dentina desmineralizada facilitando la infiltración del agente adhesivo propiamente dicho, cuanto más completa sea la interdifusión del adhesivo en el complejo del colágeno desmineralizado mejor será la calidad de la capa híbrida y su resistencia a la hidrólisis y así mismo más duradera su protección contra la micro filtración. Algunos adhesivos solamente deben dispersarse con aire para obtener una fina capa, mientras otros deben secarse para asegurar la evaporación del solvente usualmente acetona o alcohol. Sea cual fuere la secuencia de aplicación el objetivo final es lograr una capa continua y brillante que garantice el completo sellado de la dentina.

Con el pasar del tiempo los fabricantes buscaron simplificar la técnica de aplicación de los adhesivos pasando de una técnica de tres pasos a la de dos pasos de acondicionamiento ácido inicial y aplicación en un segundo paso del primer y adhesivo en un solo frasco conocidos como adhesivos de un solo frasco. Al aplicar el sistema adhesivo de un solo frasco se requiere esperar 20 a 30 segundos con el fin de permitir que este penetre y realice su acción se recomienda la aplicación de dos capas del adhesivo logre la interdifusion y reduzca la acción nociva de los radicales libres.

El concepto de adhesión a los tejidos duros del diente fue basado en la difusión, dentro de los espacios tridimensionales virtuales de las fibras colágenas dejados por la eliminación de la hidroxiapatita que es el sosten de estas, luego de la aplicación de un ácido de alta concentración como el fosfórico a esta unión resina dentina se le conoce como **Capa de hibridización** (Nakabayashi, Kojima K y Matsuhara 1982).

La dentina superficial tiene unos pocos túbulos dentinales (aprox 1% por área de superficie) y está compuesta principalmente por dentina intertubular (Gaberroglio y Branstronnm 1.976) La dentina profunda se observa después del acondicionamiento acido con grandes túbulos dentinales en forma de embudo con muy poca dentina intertubular. Aunque la capa hibrida se refiere generalmente a la infiltración de la resina en la dentina intertubular desmineralizada, esta resina también suele penetrar en el interior de los túbulos dentinales formando **Tags de resina**. Estos tags polimerizados pueden ayudar a la retención de la resina, si estos se adhieren firmemente a las paredes de los túbulos (Nakabayashi ,1.985; Titley y col 1.995, Pashley 1.996).

La formación de esta capa híbrida depende de la cantidad de dentina intertubular disponible para la adhesión, por eso es importante tener en cuenta la profundidad de la dentina, la participación de estas estructuras dentinales en el éxito de las fuerzas adhesivas fue reportado por *Pashley 1.996* concluyendo en su estudio que la dentina profunda produce alta fuerza adhesiva comparada con la dentina superficial.

Tytle y col 1.995 postularon tres mecanismos que se presentan después de grabar la dentina para la formación de los tags de resina, en todos el grabado con ácido expone los túbulos dentinales con forma de embudo y expone la lamina limitante, que es una membrana basal con un revestimiento compuesto por proteoglicanos.

- La lamina limitans se encuentra presente y no contiene agua, el fluido dentinal, los procesos odontoblasticos y los primers tienen la habilidad de penetrar el túbulo a grandes profundidades, haciendo de la resina sin relleno envuelva la dentina para formar una cubierta externa e interna sólida
- La lamina limitans esta abierta pero el túbulo está lleno de agua , fluido dentinal o un proceso odontoblastico, la resina sin relleno forma tags como una cubierta externa sólida en la dentina pero en la parte interna está abierta y sin sellante
- La lamina limitans está colapsada y puede ocluir el lumen del túbulo, lo que impide la penetración de la resina en la parte superior del túbulo.

Es decir la hibridización es infiltrar el esmalte, dentina o cemento. Esta condición cambia completamente las propiedades físico químicas de las superficies y subsuperficies dentales. La fase mineral de los tejidos duros es principalmente disuelta por la exposición de la matriz de colágeno de la dentina y esta matriz es infiltrada por monómeros resinosos que cambian intencionalmente las propiedades físicas y químicas de los tejidos duros. La capa híbrida de alta calidad resiste el ataque ácido. La infiltración de resina actualmente envuelve los cristales de hidroxiapatita en el esmalte para hacerlos resistentes al ataque ácido. (*Gwinnett y Matsui, 1.967; Hotta y col 1.992*) Esto es posible por el pretratamiento del esmalte con ácido , el cual incrementa

la rugosidad de la superficie. La capa de adhesivo infiltrada en el esmalte contiene microtags de resina pequeños de 0,05 micras de diámetro (*Gwinnett y Matsui, 1.967*).

La capa de hibridización que se genera por uniones micro- mecánicas con el colágeno dentinario y la penetración de los túbulos con la posterior formación de los resin tags, es resistente a los ácidos, es insoluble y aumenta la resistencia de unión a dentina pero presenta nanofiltraciones y microfiltraciones estos se presentan por la presencia de espacios libres de adhesivo resinoso (*Sano 1.995, Lutereau 1.996, Pashley 2.002*), la nanofiltración fue definida como la difusión de iones de plata a través de canales de tamaño manométrico dentro de las restauraciones, la más importante causa para que esto se presente es una zona híbrida pobre (*Sano y col 1.999. Tay 2.002, Okuda 2.001, 2.002*). *Okuda 2.001* encontró que la fuerza adhesiva de dos sistemas adhesivos uno de grabado total y el otro de un solo frasco disminuyen gradualmente con el tiempo, y la captación de plata (nanofiltración) no aumentó durante los períodos de prueba de su estudio.

Puede decirse que la dentina hibridizada se obtiene al preparar la superficie ya sea con un grabado parcial o total que remueve los minerales, descubre las fibrillas de colágeno de la matriz de la dentina y posteriormente es infiltrada con monómeros del adhesivo para crear un entrecruzamiento molecular de polímeros biológicos y artificiales. La estructura resultante no es dentina, ni resina sino un híbrido de los dos. La hibridización de la dentina intertubular con los tags de resina dentro de los túbulos dentinales los sella exitosamente y evita la irritación pulpar. La infiltración de la resina dentro de la matriz de colágeno aporta un acople durable y fuerte de los metacrilatos de las resinas compuestas con el esmalte, dentina y cemento. (*Nakabayashi 1.998*).

Al considerar la composición de la resina compuesta, especialmente las características de las partículas de relleno, la literatura reporta: Las primeras modificaciones a la fórmula original de resina propuesta por Bowen, fueron:

- Aumento en la radiopacidad del relleno.
- Reducción de la viscosidad de la molécula de BIS- GMA caracterizada por su elevada viscosidad, con el uso de una molécula con monómeros diluyentes de bajo peso molecular
- Reducción del tamaño de las partículas de relleno. (*Rupp 1.979*)

Ouellet 1.995 refiere la influencia de la cantidad del relleno en las propiedades físicas de las resinas compuestas, tales como:

- Resistencia.
- Pulimento.
- Coeficiente de expansión térmica.
- Resistencia al desgaste.

Si el tamaño de la partícula es pequeño y uniforme le proporciona mejor resistencia al desgaste. Si el tamaño de la partícula de relleno es grande esto hace que puedan ser fácilmente desalojados de la matriz de la resina durante la masticación, acelerando su desgaste.

Una de las más promisorias contribuciones de los materiales restauradores actuales es la creación de una nueva formulación de resinas conocidas como nanotecnología caracterizada por una disminución marcada de la contracción por la polimerización de la resina. *Santos y cols 2.009*

Otra característica importante para ser conocida por los clínicos es reportada por *Mjor y Qvist 1.999*; *Yoshikawa y col 1.999* se refiere a que las resinas compuestas modernas para el sector posterior presentan una contracción volumétrica entre 2.6% a 4.8%. Los diferentes coeficientes de expansión térmica y módulos de Young encontrados entre las resinas compuestas y la estructura dental tienden a incrementar el gap lo que conduce a un aumento en la microfiltración, esta es la principal razón para el reemplazar las restauraciones en resinas compuestas.

El éxito de una restauración en resina compuesta no solo va a estar sujeta a las características del material sino también a la técnica empleada para obturar la cavidad.

Las quejas más frecuentes reportadas por los profesionales después de la colocación de las resinas compuestas son: márgenes pigmentados y rugosidad de las superficies. *Rupp 1.979*.

Los márgenes pigmentados se asocian a:

- Fracturas o agrietamientos del esmalte durante la preparación cavitaria
- Uso de resinas compuestas con una elevada contracción al curado.
- Manipulación muy lenta, lo que lleva a una pérdida de plasticidad durante la colocación del material.

- Inadecuado mantenimiento de la presión durante el cementado o curado de el composite.
- Uso de instrumentos de pulido muy abrasivos que producen defectos en las áreas marginales entre el diente y la restauración.

Todos estos factores pueden ser controlados por el operador y no son defectos propios del material de restauración. *Rupp 1.979*

En años más recientes el Doctor *Dietschi 2.001* en su artículo reportaba; que aún hay odontólogos renuentes a la colocación de resinas compuestas en los dientes posteriores, esto debido a la mala reputación traída desde años anteriores, que sumado a la disposición de muchas técnicas y a la confusión de conceptos llevaba a una utilización del material con un pronóstico incierto. Pero indica que no hay desconocer la gran evolución que han tenido los sistemas de resinas para restauración y los sistemas adhesivos logrando una **revolución en la odontología moderna**.

Aparte de la influencia de la técnica restauradora, hay que manejar el estrés producto de la contracción por la polimerización identificando los siguientes factores (*Dietschi y col 2.001*):

- Volumen de la cavidad.
- Configuración cavitaria (*Feilzer y col 1.987; Yoshikawa y col 1.999*).
- Extensión de la cavidad hacia la Unión amelo cementaria.
- Calidad del esmalte.
- Calidad de la dentina: localización y profundidad; diámetro, densidad y orientación de los túbulos dentinales; grado de esclerosis del tejido dentinario, posible contaminación (cementos a base de eugenol); caries.
- Fuerza adhesiva del agente de unión (adhesivo)
- Composición y estructura del material

Actualmente el estrés puede ser controlado o reducido de diferentes maneras (*Dietschi y Krejci 2.001*):

1. Reducción del estrés controlado por el operador:
 - Aplicación de una capa de resina adhesiva “elástica” (primera capa) *Kemp-Scholte y Davidson 1.990*.
 - Uso de una técnica adhesiva selectiva (*Lutz y col 1.986; Krejci y Stavridakis 2.000*)

- Aplicación de una base intermedia de tipo liner con un “bajo modulo elástico” (segunda capa) *Bindi 1.998*
- Colocación del material con la técnica multicapa.

2. Reducción de la tensión por otros fenómenos:

- Deformación del material en las superficies libres, también llamado escurrimiento. *Davidson y De Gee 1.984*
- Deformación elástica del material restaurador.
- Deformación elástica del diente.
- Absorción de agua

La magnitud y la dirección del estrés es controlado por los estos importantes factores (*Kreshi y Krejci 2.001*):

- Intensidad de la luz
- Posición de la luz
- Espesor del incremento
- Configuración del incremento de material
- Reactividad del material (cantidad de catalizador o iniciador)
- Opacidad y chroma del material de resina
- Relleno: composición, tamaño, forma y cantidad.

La justificación que expone la literatura para la colocación de las resinas, con **técnica de multicapa** se origina en que con esta, se logra reducir la tensión o estrés de contracción durante la polimerización, aumentando el número de incrementos desde gingival hacia la superficie oclusal y la técnica en bloque basado en resultados de estos estudios según los estudios solo estaría indicada en restauraciones preventivas (volumen mínimo). *Dietschi y col 2.001*.

Las restauraciones realizadas con resinas compuestas exigen un trabajo artístico por parte del odontólogo. Estos materiales son realizados hoy en día cumpliendo requisitos de alta estética y funcionalidad. Así, mediante la utilización de técnicas adecuadas y el conocimiento del material el

profesional puede obtener un resultado predecible y la estética deseada. Las técnicas más reconocidas son:

- a. *Técnica Incremental o multicapa:* La cual es caracterizada por la colocación de capas consecutivas de material de un grosor no mayor a 2mm, las cuales a medida que se van llevando a la cavidad se fotopolimerizan antes de llevar a la cavidad la siguiente capa de material. Técnica a la cual se le atribuyen beneficios entre los cuales se encuentran; el control de la contracción de la polimerización llevando a un resultado predecible es decir al reducirse el volumen entre cada incremento, esto se compensa con la siguiente capa y así la posterior contracción por polimerización puede producir un daño menor ya que la sola reducción del volumen de la última capa puede afectar la interface adhesiva, adaptación de la restauración, control de la profundidad de curado, se reduce el riesgo de sobrecontorno restaurativo y se logran restauraciones con un aspecto natural.

Se atribuye a esta técnica problemas como filtración y contracción que pueden llevar a sensibilidad postoperatoria, invasión bacteriana y caries; aumento en el tiempo de trabajo por el operador para realizar la restauración.

Pueden realizarse los incrementos de tres maneras:

- Incremental horizontal u oclusolingival
- Incremental oblicua
- Incremental vestíbulo lingual o faciolingual

- b. *Técnica estratificada.* Va de la mano con la técnica incremental exige habilidades artísticas por parte del profesional, referentes a la selección del color. Fue introducida para el uso de resinas compuestas contemporáneas, materiales los cuales pueden reproducir varios grados de Chroma presentes dentro de un diente. La técnica logra incorporar tonos de dentina de la resina compuesta en las porciones profundas de la preparación, usando dos o tres incrementos se disminuye el chroma en dirección a la superficie oclusal. La capa del esmalte es colocada, siguiendo los contornos establecidos con las capas de dentinas de diferentes grosores, dependiendo del efecto deseado. Efectos adicionales pueden aportarse a la restauración usando varios tonos de esmaltes opalescentes o resinas de colores intensos

o con la ayuda de tintes. Cumpliendo con estos requisitos de alta estética se puede obtener el resultado deseado debido a que el color es incorporado en la cavidad desde el fondo de la preparación (profundidad óptica) hasta que se completa la obturación.

- c. *Técnica centrípeta*: Técnica utilizada en cavidades compuestas en las cuales después de acondicionar la superficie se coloca una capa de 1mm aproximado de grosor en contacto íntimo con la matriz de separación la cual va a desde la porción la pared gingival en su porción más externa en sentido coronal proporcionando el contorno a la cavidad, posteriormente se colocan las capas incrementales que no superen los 1.5 a 2.0 mm de espesor en el interior de la cavidad para completar la obturación.

- d. *Técnica en bloque*: Procedimiento reportado en la literatura en la cual se obturan cavidades de pequeñas a medianas, en un solo incremento. Sus mayores desventajas son que al utilizar esta técnica para obturar cavidades profundas o con un factor C elevado resulta en; un alto estrés producto de la contracción por la polimerización del material, no se garantiza la profundidad de curado del material, flexión cuspidéa, sensibilidad postoperatoria, fracturas en la interface diente/restauración que lleva a microfiltración con la subsecuente caries.

Otra condición que influye al obturar una cavidad es el control del factor C. El factor C es la relación entre las paredes adheridas y las paredes libres de una cavidad (*Feilzer y col 1.987*). En otras palabras el estrés que generan las resinas durante su polimerización, aumenta conforme lo hace la superficie cavitaria sobre la que se adhieren, en relación a la superficie libre que queda de ellos. . El diseño de la cavidad permite controlar el estrés por contracción.

El factor de configuración cavitaria o factor C matemáticamente es:

Factor C : Superficie adherida /superficie libre

De esta forma puede decirse que una conformación cavitaria favorable se obtiene cuando esta, proporcione una amplia superficie libre al colocar el material. Po ejemplo en una cavidad clase I pequeña y profunda es la que presenta el mayor factor C (más desfavorable) debido a que el material se encuentra adherido a todas las superficies y no tiene capacidad de fluir, llevando a resultados poco predecibles ya que al fotopolimerizar la resina, el estrés es mayor dentro de la cavidad que la fuerza adhesiva llevando a fracasos en la interface diente-restauración.

Mehl y cols (1.997) indican que en la práctica clínica, se puede intentar reducir el estrés o tensión por contracción de tres formas:

- Programando tiempos de fotocurado que extiendan la fase de post-gel, permitiendo un mayor tiempo de flujo del material durante la fase inicial del proceso de polimerización.
- Utilizando técnicas incrementales, las cuales reducen la relación de las superficies adheridas y no adheridas. (*Feilzer y cols 1987*)
- Eligiendo resinas compuestas con contracción de polimerización baja y alta capacidad de flujo intrínseco visco elástico. (*PeutzFeldt y Amunssen 2.004*)

Una de las preocupaciones más relevantes es la contracción de la polimerización, que puede llevar a la formación de gaps, este hecho conjuntamente con el estrés masticatorio y los cambios térmicos, constituyen las causas principales de la microfiltración en restauraciones clase II y por lo tanto de caries secundarias. A pesar de mejoras recientes en los sistemas adhesivos, varios estudios in-vitro demostraron una considerable microfiltración marginal y una pobre adaptación de las restauraciones compuestas, principalmente cuando los márgenes cervicales están situados en el dentina y cemento dental.

Varias técnicas clínicas alternativas se han introducido para evitar los problemas de sellado en cavidades clase II. Entre éstos, mencionamos el reemplazo de una parte substancial del compuesto de resina en la cajuela proximal con una base de cemento de ionomero de vidrio introducida por *McLean y cols en 1985*.

De hecho, los cementos convencionales de ionómero vidrio- estaban inicialmente cubierto totalmente con las resinas compuestas en la técnica de sándwich cerrado

Alternativamente, algunos autores dejaban este material expuesto en los márgenes cervicales de las restauraciones de la clase II ("técnica del sandwich abierto "). Sin embargo, este concepto falló principalmente debido a una pérdida continua del material.

Recientemente, algunos nuevos materiales menos sensibles a la aplicación de estos procedimientos con las características mecánicas y físicas mejoradas, y con un mejor control durante

direccionamiento clínico fueron introducidos en el mercado. Son los ionómeros de vidrio modificados con resina.

Tolidis (1998) El ionómero de vidrio convencional era utilizado con la técnica del sándwich abierto, puesto que demostraron un mejor comportamiento de este material usando esta técnica comparada a su uso en la técnica de sándwich cerrado. Otros estudios también han demostrado malos resultados cuando este material fue utilizado como base con una técnica de sándwich cerrado.

La técnica de sándwich abierto consiste en varios pasos:

- Secar la cavidad con jeringa de aire.
- Acondicionamiento del sustrato dental con el primer del ionómero modificado con resina dispuesto en un microbrush.
- Airear suavemente la superficie acondicionada y polimerizar por 20 segundos.
- Mezclar polvo y líquido según las indicaciones del fabricante.
- Llevar la mezcla a la cajuela y colocar una capa delgada de 1mm de espesor aproximadamente
- Polimerizar por 40 segundos.
- Obturar la cavidad de acuerdo a la técnica seleccionada.

El uso de resinas compuestas para obturar dientes posteriores ha incrementado la dificultad de restablecer los contactos proximales, debido a que la consistencia del material de obturación no desplaza la banda hacia el diente adyacente tan eficazmente como lo hace la amalgama. (*Brackett y cols 2.005*)

Anillos de separación con matrices segmentadas se encuentran en el mercado con la ventaja de que ya están precontorneadas, una desventaja de estos anillos es que no se adaptan completamente a los márgenes gingivales por lo cual se requiere el uso de cuñas y esto dificulta la reproducción de los contornos linguales y vestibulares en restauraciones muy extensas. Las matrices plásticas transparentes permiten un efectivo fotocurado de las resinas pero la literatura reporta que no son adaptables a las diversas situaciones clínicas y prefieren las matrices metálicas aunque al utilizarlas se requiera fotopolimerización extra después de remover la matriz (*Brackett y cols 2.005*).

Desde los años 80 nuevos sistemas de resinas fueron introducidos al mercado los cuales estaban caracterizados por realizar su reacción de polimerización por la activación mediada por luz. (Phillips 2004) reporta que las resinas dentales solidifican al polimerizar. La polimerización se produce a través de una serie de reacciones químicas por las cuales se forma la macromolécula, o polímero, a partir de un gran número de moléculas conocidas como monómeros. A menudo la resina sintética se denomina un plástico. Un material plástico es una sustancia que, a pesar de ser dimensionalmente estable en condiciones normales, en algún momento de su fabricación ha sido reformada plásticamente. Y las resinas están compuestas por moléculas muy grandes la forma y morfología particulares de la molécula determinan si la resina es una finca, un material rígido o un producto similar a la goma.

La utilidad de los plásticos debido a su capacidad para adquirir formas complejas, en ocasiones mediante la aplicación de calor y presión. Según su comportamiento térmico, se pueden clasificar en polímeros termo plásticos y termofragables, dependiendo de si se ablandan al calentarse. Las características más significativas de los polímeros son el hecho de que constituyen moléculas muy grandes y que su estructura molecular escapadas de adoptar configuraciones y conformación es casi ilimitadas. En una situación ideal la polimerización debería producir moléculas lineales sin embargo en ocasiones las unidades estructurales de los polímeros se conectan entre sí para formar un polímero ramificado o entre cruzado no lineal. Los monómeros pueden unirse en por medio de uno o dos tipos de reacción: polimerización de adición y polimerización de condensación. El además, los monómeros de polimerización se activan uno a uno y se van uniéndose sucesivamente para formar una cadena en cada vez más grande. En la polimerización por condensación los componentes son disfuncionales y todos se reactivan o son reactivos de manera simultánea. Posteriormente, las cadenas crecen mediante los enlaces escalonados de los monómeros bifuncionales que, en ocasiones, aunque no siempre, da lugar a un subproducto de bajo peso molecular como el alcohol o el agua. Existen cuatro etapas distintas en el proceso de polimerización por adición: inducción, la propagación, transferencia de cadenas y terminación. En la etapa inducción se llevan a cabo dos procesos la activación y la iniciación. Para que comience el proceso de polimerización por adición se necesita una fuente de radicales libres, esto se pueden generar por activación de las moléculas que producen radicales, empleando una segunda sustancia química,

calor, luz visible, luz ultravioleta o transferencia de energía de otro compuesto que actúan como radical libre. Los más utilizados en la odontología son el calor y la luz visible.

Como requisitos el compuesto polimerizable por adición debe tener un grupo no saturado, es decir, un doble enlace así como una fuente de radicales libres. Un radical libre es un átomo o un grupo de átomos que poseen un electrón impar el electrón no apareado confiere a los radicales libres la capacidad de liderar electrones. Cuando el radical libre y su electrón impacta se acercan a un monómero con un doble enlace y con alta densidad de electrones, se extrae un electrón y se empareja con el electrón R para formar un enlace entre el radical y la molécula del monómero, dejando desvalijado al otro electrón del doble enlace. Por lo tanto, el radical libre original se enlaza con un lado de la molécula de monómero y forma un nuevo lugar de un radical libre en el otro extremo. En este momento se ha iniciado la reacción. La sustancia química que forma los radicales libres y que se emplea para iniciar la polimerización no es un catalizador (se define incorrectamente esta manera), ya que entra en la reacción química y pasará a formar parte del compuesto químico final. Es más adecuado denominarla iniciador, ya que se utiliza para iniciar la reacción. Una serie de sustancias capaces de generar radicales libres son potentes iniciadores de la polimerización del polímero (metacrilato) y otras resinas metacrilato empleadas en la odontología. El iniciador más utilizado es el peróxido de benzoilo que activa rápidamente entre los 50 y 100° C para liberar dos radicales libres por moléculas de peróxido de benzoilo. La iniciación es el periodo durante el cual las moléculas del iniciador se energizan y rompen formando radicales libres. Posteriormente, estos radicales reaccionan con las moléculas del monómero para iniciar el crecimiento de la cadena. (Phillips 2004)

Hasta hace muy poco tiempo se creía que el éxito o fracaso de los materiales fotopolimerizables estaba dado por el material en sí; sin embargo, las investigaciones llevaron a considerar que gran parte de la responsabilidad recae sobre las lámparas de fotocurado, y vemos como en los últimos años esta tecnología ha cambiado casi año tras año.

En la actualidad, muchos profesionales de la odontología se ven enfrentados a elegir diferentes instrumentos del mercado odontológico sobre los cuales no tienen la información adecuada, a raíz de esto los comerciantes se aprovechan de la ignorancia de los compradores, un caso muy repetido

de esto es el de las lámparas de fotocurado, ya que de estas se encuentran gran variedad, cada una representada por distintas casas comerciales.

Dentro de la gran variedad de sistemas de fotopolimerización se encuentran halógenas (baja, media y alta intensidad), laser, arco de plasma y luz emitida por diodos (LED). El sistema halógeno se posiciono durante muchísimos años como la única fuente de polimerización pero debido a sus desventajas la tecnología evoluciono hasta hoy para desarrollar el sistema LED. La luz de las lámparas halógenas se genera basándose en filamentos convencionales en los que el 90% de la energía se transforma en calor y se pierde, mientras que la tecnología LED hace brillar un cristal por lo que la energía se transforma directamente en luz, usan uniones de semiconductores barnizados, esta tecnología no necesita filtros y tiene un tiempo de vida de varias miles de horas sin una degradación de la luz significativa. (Stahl 2000).

Según Brackett (2007) Las resinas fotopolimerizables fraguan mediante la polimerización de radicales, las moléculas (fotoiniciadores) absorben los fotones entrantes y la energía absorbida activa las moléculas. En estado activo, dichas moléculas permiten la formación de radicales si están presentes uno o varios activadores entonces los radicales libres provocan la reacción de la polimerización. Las moléculas del iniciador son capaces de absorber únicamente los fotones de una franja espectral específica.

Para la iniciación de la polimerización de resinas, es necesario la excitación de una diquetona (amina terciaria), como es la Canforoquinona, la cual es responsable de la generación de radicales libres involucrados directamente en este proceso. Normalmente la polimerización de resinas esta generalmente en el espectro azul con una longitud de onda aproximadamente de 470 nm, la longitud indicada para la excitación de ésta es de 480nm. Tiene un intenso color amarillo debido a sus propiedades de absorción. (Brackett 2007).

Park (1999) reporta que la fenilpropanodiona tiene un espectro de absorción que se extiende desde la franja de longitud de onda UV hasta aprox. 490 nm entre 350.430 nm y es más usada en la formulación de los colores bleach de composite y barnices protectores incoloros.

Las lucerinas es un óxido de acilfosfina , se blanquea completamente una vez que la fotoreacción ha finalizado. Su pico de sensibilidad se ha desplazado a una franja de longitud de onda considerablemente menor. La Lucerina TPO y PPD se pueden polimerizar solo hasta un cierto punto con las convencionales lámparas LED de primera y segunda generación, ya que su baja salida espectral apenas cubre el espectro de absorción de estos iniciadores.

El desempeño clínico de las resinas fotopolimerizables es altamente influenciado por la calidad de la unidad de curado, la unidad de Halógena comúnmente usada tiene algunas desventajas tales como el decrecimiento de la emisión de luz con el transcurso del tiempo, esto puede resultar de la conversión del monómero de las resinas con implicaciones químicas negativas (Stahl 2000).

Las unidades de fotocurado convencionales presentan un espectro de luz visible (azul), una longitud de Onda promedio 468 nm, caracterizada por presentar una radiación inocua para tejidos (excepto ojos), diferente peso y tamaño, medidores de tiempo e intensidad , fibras conductoras de luz y aditamentos especiales.

Compuesta por bombillas halógenas de tungsteno de 12 v X 35W80w./75w./52w.

Filtro óptico que se encarga de no dejar pasar radiaciones innecesarias o perjudiciales: UV, infrarojos, deja pasar luz de fotocurado 460 a 480 nm, guía de luz: fibra flexible o rígida, conduce el haz de luz a la punta activa y ventilador: para aireación y refrigeración.

El estándar de las lámparas de polimerización LED, reportan alcanzar intensidades de luz de 350 mw/ cm². Un LED es un diodo que emite luz y un diodo es un semiconductor y los semiconductores están hechos fundamentalmente de silicio. El silicio es básicamente un aislante, que al mezclarlo con ciertos elementos hace un dopaje. Dopaje N: en este caso el silicio se dopa con el fósforo o arsénico. Estos dos elementos tienen en su orbita externa 5 electrones que sobran al combinarse con una red de átomos de silicio. El quinto electrón se encuentra libre para moverse, lo que permite que una corriente eléctrica fluya a través del silicio, en este los electrones tienen carga negativa de allí su nombre. Dopaje P: en este caso el silicio se mezcla con el Boro o Galio en pequeñas cantidades, estos tienen tres electrones en su orbita externa por lo que termina faltando un electrón cuando se combina con una red de átomos de silicio; este electrón faltante hace que se formen

huecos en la red, estos huecos permiten que circule una corriente a través del silicio, provocando que se forme un hueco en el átomo que desprendió dicho electrón, este proceso se repite por lo que forma una corriente de huecos a través de la red.

Tanto el dopaje N como el P tiene propiedades conductoras pero no son muy buenos conductores de ahí el nombre de semiconductor más simple y conocido como Diodo. El diodo permite la circulación de la corriente en un sentido contrario. Cuando se conecta el diodo a una batería el terminal P al borde negativo y el N al positivo los huecos son atraídos por los electrones que provienen del terminal negativo de la batería, lo mismo sucede con el lado N, los electrones libres son atraídos hacia el terminal positivo, por lo tanto no circula corriente por la juntura ya que los electrones y los agujeros se movieron en sentido contrario, en cambio si se le da la vuelta al diodo, los electrones libres de la terminal N se repelerán con los electrones libres de la terminal negativa de la batería por lo que los primeros se dirigirán a la zona de juntura. En la juntura los electrones y los huecos se recombinan formando así una corriente que fluirá en forma permanente.

El Led viene provisto de dos terminales de 2 a 2.5 cm de largo y es de forma cuadrada. La parte interna del cátodo es más grande que el ánodo, ya que el cátodo es el encargado de sujetar el sustrato de silicio, por lo que será este terminal el encargado de disipar el calor generado hacia el exterior, ya que a terminal del ánodo se conecta al chip por un hilo delgado de oro, el cual prácticamente no conduce calor. El terminal que sostiene el sustrato también cumple la función de reflector, ya que posee forma de parabólica, este es un punto en la concepción de la LED ya que un mal enfoque puede ocasionar la pérdida de energía.

Otro componente de los LED son los Stand Off o separadores, que son toques en los terminales y sirven para separar los LEDs de la plaqueta, por ejemplo cuando se van a colocar varios LEDs. Por último el encapsulado epoxi que es el encargado de proteger al semiconductor de las inclemencias ambientales y ayuda a formar el haz de emisión.

Dentro de las características ópticas del LED aparte de su luminosidad esta la del ángulo de visión, se define generalmente el ángulo de visión como el desplazamiento angular desde la perpendicular donde la potencia de emisión disminuye a la mitad. Según la aplicación que se le dará al LED se necesitara distintos ángulos de visión así son típicos LED's con 4, 6, 8, 16, 24, 30, 45, 60 y hasta

90 grados de visión. Generalmente el ángulo de visión está determinado por el radio de curvatura del encapsulado.

En general las unidades de curado de alta intensidad son recomendadas basados en los estudios de profundidad de curado y de propiedades físicas de las resinas. Sin embargo unos más también consideran los posibles efectos negativos de las lámparas de alta intensidad en el desarrollo de la contracción por estrés. Lámparas con intensidades iniciales altas conlleva a que la resina experimente una reacción de polimerización rápida e inmediata endureciendo muy rápidamente. La tasa de contracción de las resina de fotocurado es muy alta durante los primeros 30-40 segundos de la reacción de polimerización. Por esta razón las lámparas de fotocurado han sido desarrolladas con varios ciclos de curado con velocidades altas para reducir las brechas marginales en las resinas.

El modo Soft-Star consiste en iniciar la polimerización con una luz de baja intensidad ($\pm 100\text{mW/cm}^2$) seguido de una aplicación de una luz de alta intensidad ($\pm 800\text{mW/cm}^2$). Este modo puede ser dividido en tres técnicas separadas: paso a paso, rampa y pulse-delay. (Burguess 2002)

El programa paso a paso emite una irradiación baja por 10 segundos, y luego aumenta inmediatamente a su máximo valor para la duración de la exposición.

El programa en rampa la irradiación aumenta gradualmente del valor más bajo hasta alcanzar la máxima intensidad sobre un corto periodo de tiempo después de cual se mantiene constante a la duración de la exposición.

El programa pulse- delay usa un corto y bajo nivel de intensidad y un retardo para pulido y finalmente una larga exposición a una intensidad completa. (Kanca 1999)

El modo transdental consiste en iniciar la polimerización con una luz de alta intensidad ($\pm 800\text{mW/cm}^2$) a través de las paredes de la superficie dental. Esta técnica se basa de en la creencia común que la dirección del vector de la contracción esta dirigida hacia la luz de la polimerización, frustrada para cambiar la dirección de los vectores hacia las paredes consolidadas.(Alves 2008)

Es de conocimiento general en la clínica que los procedimientos de acabado y pulido proporcionan estética y longevidad a las restauraciones dentales y que la presencia de rugosidades en la

superficie favorecen la acumulación de placa bacteriana, la cual conlleva a irritación gingival, caries recurrente y pigmentación de las restauraciones. *Yap AU y cols 1.998*

El acabado y pulido se relaciona directamente con la longevidad de las restauraciones. Las actuales resinas compuestas exhiben mejores propiedades, reduciendo el tamaño de las partículas de relleno, aumentar la carga, facilitando el pulido. El acabado deja una superficie con gran cantidad de estrías o grietas aproximadamente 40 μm que van a ser minimizadas por el pulimento, con instrumentos de mayor a menor grado de granulación, para dar un aspecto macroscópicamente aceptable.

El acabado es primer paso del pulido el cual es definido como la remoción cruda de los excesos de material, procurando dar contorno general anatómicamente perfecto. Incluye el modelado, contorneado y alisado de la restauración. El siguiente paso es el Pulido mediante el cual se le proporciona lustre o brillo a la superficie de un material, este depende del tamaño de la partícula de la resina y se realiza con copas, cepillos, felpas y discos.

Los discos son empapados en uno de sus lados por partículas de óxido de aluminio y se encuentran en 4 colores diferentes con distintas granulometrías.

Las copas son puntas siliconizadas que poseen tres formas: Copas, Discos y forma de llama, estas facilitan el acceso en oclusal de dientes posteriores y caras palatinas/linguales de los anteriores, las copas y conos son destinados especialmente para el acabado de la restauración.

El *astropol* es un sistema de acabado y pulido a alto brillo para restauraciones realizadas con composite y cerómeros. *Astropol* es un completo juego de puntas de acabado y pulido para aplicaciones oclusales e interproximales disponibles en tres grados de abrasión y cuatro formas diferentes: llama pequeña, llama grande, Copa y Disco.

El sistema de pulido *Astrobrush* son cepillos que producen brillantes resultados sin necesidad de utilizar pasta de pulido, ya que cada filamento actúa como un pequeño instrumento de pulido.

El último paso en la técnica es conocida como rebonding o resellado. Esta es una técnica utilizada para sellar los espacios o gaps que se presentan producto de la contracción. La técnica propuesta es simple; al terminar una restauración después de colocar la resina y definir su morfología, los

márgenes son grabados y se aplica una capa de resina de baja viscosidad que logra infiltrar las microfracturas, sellando la interface y reduciendo la microfiltración.

Varios estudios sugieren el uso de materiales como sistemas adhesivos o sellantes de foseas y fisuras para el resellado de las restauraciones ya polimerizadas. Sin embargo también se ha reportado que no todos los sistemas de resina son de baja viscosidad impidiendo esto, que humecten y fluyan adecuadamente en las microfracturas. Esta poca humectabilidad puede ser a causa de diferentes formulaciones, el solvente (agua-acetona-alcohol), los modificadores de viscosidad (partículas de relleno, y las técnicas de curado).

La eficiencia de estos materiales en la reducción de la microfiltración depende de la profundidad de penetración de estos sistemas en las microfracturas de la superficie mejorando la integridad marginal.

Los selladores son materiales de alta fluidez desarrollados para realizar el rebonding de resinas compuestas polimerizadas. Aunque se dan pocos detalles de la fabricantes, se conoce que los selladores consisten en una resina de bisfenol glicidil metacrilato sumado a monómeros de menor peso molecular, trietilene glicol dimetacrilato (THFMA) el cuál tiene la función específica de controlar la viscosidad y la humectabilidad. Estos agentes han aparecido en el mercado para reducir eficazmente la filtración marginal debido a su alta fluidez logran penetrar profundamente las superficies y en los defectos microestructurales subsuperficiales y defectos. De la polimerización, mejorando la integridad marginal de la restauración.

Protocolo:

Finalizada la restauración.

- Grabado de la interface diente restauración (aprox 2mm)
- Lavado con agua por 15 segundos
- Aireado suave
- Aplicación del sistema sellador
- Aireado suave

- Fotocurado por 20 segundos o según las indicaciones del fabricante.

Clasificación de los sistemas adhesivos

De acuerdo a la evolución en la metodología de la odontología restauradora, que tiene como punto de partida los procedimientos realizados por Buonocore en 1955, el uso de sustancias con carácter ácido como el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido fosfórico (H_3PO_4) tiene como finalidad aumentar significativamente la duración de la adhesión en los sistemas dentarios. Éste grabado con ácido puede producir microporosidades por la su capacidad corrosiva, como propiedad química, en el esmalte dental para permitir la retención de la resina adhesiva, sin embargo, es necesario poner de presente que ésta técnica tiene como desventaja el hecho de causar daños importantes en el esmalte, el tiempo y costo que implica ésta metodología (Guaña, 2018).

Así, se configuran los sistemas adhesivos autograbadores que se permiten omitir el procedimiento con sustancias ácidas y en consecuencia el deterioro de la capa dentaria, además, desmineraliza, acondicionar e infiltrar la dentina y el esmalte de una sola vez, también minimiza la problemática de la deficiente penetración del monómero adhesivo y disminuye el riesgo de la sensibilidad después de la operación. Es decir, existen sistemas adhesivos de tipo independiente y autograbadores que difieren en el proceso antes de realizar su aplicación para asegurar el tiempo de vida y su eficiencia teniendo en cuenta diferentes características químicas, cómo se muestra en la Tabla 1:

Contemporary Dental Adhesive Systems				Characteristics			Longevity
System Mode	Delivery	Adhesion Steps			Acidity	Hydrophilicity	Bond Stability ^b
		Etching	Primer	Adhesive			
Etch-and-rinse	3-step				+	+	++++
	2-step				++	++	+++
Self-etch	2-step				+++	++	++++
	1-step				++++	+++	+
Universal	1 or 2 steps ^a				+++	++	+ (+) +

Tabla 1. Características químicas de los sistemas adhesivos. Tomado de Bedran-Russo (2017).

En términos de establecer una correcta estabilidad y aumentar la longevidad de los diferentes sistemas adhesivos es necesario reducir la acidez de dichos monómeros en fuertes ($\text{pH} \leq 1$), intermedios ($\text{pH} \approx 1,5$), débiles ($\text{pH} \geq 2$) y la capacidad hidrofílica en orden de aumentar la estabilidad del enlace entre la dentina y el sistema adhesivo, además como lo plantean Garrofé, Martucci, & Picca (2014), existen diferentes tipos de sistemas adhesivos de autograbado que corresponden a un envase del “primer autoacondicionante” y un segundo envase que corresponde al “bond” (denominados de sexta generación), luego los que tienen sólo una etapa que presentan un mayor tiempo de vida útil por requerir la mezcla de dos compuestos antes de su utilización, por lo que se presentarán en dos envases. Por último los que se presentan en un solo envase sin necesidad de mezcla (denominados de séptima generación).

Resistencia de unión

Cómo se evidencia en el apartado anterior, se deben cumplir ciertas necesidades químicas para el correcto funcionamiento de los sistemas adhesivos autograbadores además de las recomendaciones del fabricante para el uso y los requerimientos básicos que como lo plantean Parra y Garzón (2012) las superficies deben estar lo suficientemente limpias, la energía superficial debe ser elevada y en lo atinente al adhesivo: el ángulo de contacto debe ser igual a cero lo que se logra con buena humectabilidad, baja tensión superficial, baja viscosidad y fluidez adecuada, para que tenga la capacidad de penetración por capilaridad en los espacios estrechos, con la mínima contracción de polimerización posible para evitar la fase de separación por la solidificación del adhesivo.

Nanofiltración

La filtración es una técnica física de separación que tiene diferentes aplicaciones en la industria, en la odontología de restauradora y específicamente en lo atinente a los sistemas autoadhesivos, las porosidades que se encuentran en la membrana permiten el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración, esta separación se da cuando la resistencia de unión a la pared de la cavidad es más baja que el estrés de contracción de la restauración. Con el fin de evitar la nanofiltración se implementan las siguientes metodologías: la evaporación total del solvente, un selle adecuado de los túbulos dentinales por medio de las interdigitaciones de resina que evitan la salida por presión del fluido dentinal, una infiltración completa del sistema adhesivo y la inactivación de la acción de las

metaloproteinasas. Es importante evitar dicho fenómeno para aumentar significativamente la confiabilidad de unión de los sistemas adhesivos es esencial para el éxito a largo plazo de las restauraciones en resina, el sellado de los márgenes protege contra la microfiltración y posteriores complicaciones como sensibilidad posoperatoria, decoloración marginal y caries recurrente (Parra y Garzón, 2012).

Consideraciones clínicas para el uso de sistemas adhesivos

Es necesario precisar nuevamente que para un correcto uso de los sistemas adhesivos es importante tener en cuenta las diferentes recomendaciones de los fabricantes, y según, Bedran-Russo (2017) cuando se realiza un procedimiento de adhesivo dental, se debe tener en cuenta que la unión al esmalte es más predecible que la de la dentina o el cemento debido a las diferencias de composición entre estos sustratos, es decir, las restauraciones con márgenes en el esmalte producen mejores resultados. Por otro lado, la acción de la saliva y la sangre en las diferentes metodologías de restauración disminuye la resistencia de unión y debe evitarse volviendo a grabar la superficie, enjuagar y secar la superficie contaminada, y aplicando capas adicionales de adhesivo, entre otras, cómo se muestra en la Tabla 2.

Strategy	Purpose	Technique
Field Control	Prevent contamination of prepared tooth structure	Optimal use of rubber dam isolation
Enamel grinding	Expose enamel rods, increase bond effectiveness and durability	Brevel cavosurface of cavity preparation using fine diamond or hand instruments
Selective etching	Improve bond strenght and reduce microleakage	Apply phosphoric acid to enamel and rinse before using self-etch system
Wet bonding technique	Prepare dentin for hybridization	Remove excess of wáter from acid.etched dentin with sponges; apply primer on moist dentin

Dentin desensitizer	Occlude dentinal tubules to reduce permeability and sensitivity	Additional step before primer application
Matrix metalloproteinase inhibitors	Inhibit activation of endogeneous enzymes responsible for the degradation of collagen fibrils	Extra step used as an additional primer of dentin or with exiting primer
Enhanced solvent evaporation	Remove interfacial water	Critical air drying of primer or adhesive layer before light curing
Hydrophobic coating	Reduce water sorption and stabilize hybrid layer over time	Multiple layer of a hydrophobic resin layer might be applied
Dentin impregnation	Enhance dentin impregnation of resin monomer into tubules	Increased application time of adhesive resin with vigorous brushing technique
Extended polymerization	Improve polymerization and reduce permeability	Curing times used beyond manufacturer recommendation
Wet ethanol bonding	Permits the use of hydrophobic resins that absorb little water	Rub of ethanol in dentin before primer application protocol is not completely established for clinical use

Tabla 2. Estrategias para mejorar el enlace en los sistemas adhesivos. Tomado de Bedran-Russo (2017).

Futuro de los sistemas adhesivos

En el desarrollo de éste documento se han expuestos las características, tipos, ventajas y desventajas de los sistemas adhesivos y su aplicación en la odontología restauradora, es importante

poner de presente que aunque mayoritariamente se han llevado a cabo estudios experimentales a corto plazo que se configuran dentro de los tratamientos estéticos, restauradores o no, como un material emergente y con una gran utilidad. Ésta gran demanda conlleva al constante desarrollo e investigación de los diferentes materiales y metodologías para su uso, es decir, las diferentes propiedades intrínsecas, químicas y biológicas de los materiales van a incidir directamente en la longevidad del procedimiento, por ejemplo, es necesario adelantar estudios en lo atinente al desarrollo de monómeros para aumentar la estabilidad del enlace de la resina y así disminuir la degradación a través del tiempo, inhibidores enzimáticos que ataquen el sitio activo de las diferentes enzimas encargadas de la degradación o sustituir los materiales ácidos usados para evitar la desmineralización del material dentario. En suma, éste es un tema que se ha configurado de acuerdo a la demanda de los pacientes para el tratamiento dental que permite desarrollar diferentes investigación para reducir costo, aumentar la estabilidad y el bienestar del usuario (Gomes, 2004).

Revisión de estudios experimentales

Además, la revisión documental permitió establecer y revisar diferentes autores como Drobac, Stojanac, Ramic, Permovic & Petrovic (2015), Elmi, Ehsani, Esmaeili & Khafri (2018), Felipe, Sutil, Malaquias, Paris, De Marques, Souza, Loguercio (2017), Flury, Lussi & Peutzfeldt (2017), Takamizawa, Watanabe, William, Latta, Tsujimoto, Jhonson, & Miyazaki (2017), Villat, Attal, Brulat, Decup, Doméjean, Dursun & Grosogeat (2016), que envuelven temas como la comparación entre la fuerza de enlace de los sistemas adhesivos, la remoción de caries a partir de un sistema autoadhesivo antibacterial o tradicional, caracterización de los sistemas autoadhesivos en la dentina, durabilidad de los sistemas autoadhesivos, comportamiento del sistema autoadhesivo con sustancias químicas agregadas o diferentes activadores de los sistemas autoadhesivos.

Además, complementan y orientan los pre-tratamientos que se le deben aplicar a las muestras de trabajo antes de aplicar los autoadhesivos, los tratamientos estadísticos, la aleatorización de las muestras y los lineamientos generales para llevar a cabo un estudio experimental. Por supuesto los resultados de dichos estudios guían al correcto tratamiento de aplicación de acuerdo al contexto previo de la intervención. Es decir, la anterior selección de estudios experimentales se configuran como un compilado metodológico que junto con los temas tratados en éste artículo orientan y definen cómo adelantar un estudio experimental en el uso de los sistemas autoadhesivos.

2. Planteamiento del problema

Cuando un diente ha sufrido una pérdida de sustancia en sus tejidos duros o presentar una alteración de color, forma o tamaño, es necesario restaurar lo con materiales y técnicas adecuadas. Este procedimiento suele llevarse a cabo por la incapacidad del diente de neo formar sus tejidos duros destruidos.

La incesante búsqueda de soluciones para subsanar los defectos clínicos de restauraciones estéticas acido la meta a muchos trabajos de investigación.

La aplicación clínica de estos materiales ha provocado la revisión y reconsideración de los principios básicos y tradicionales en las que se había cimentado la operatoria dental, originando una nueva corriente contrapuesta que procura minimizar la destrucción indiscriminada el tejido dentario sano, eliminar retenciones por socavado, obtener logros estéticos cosméticos adecuados a la anatomía del diente, permitir la aplicación de procedimientos preventivos e integrarse a la estructura adamantina y dentaria como una entidad constitutiva.

La planificación operatoria para restauración es con resina requieren que el operador realice una serie de maniobras secuenciales. Con el pasar de los años los materiales adhesivos han sufrido grandes cambios, por lo cual los pasos indicados para restaurar cavidades dentarias han variado hasta el punto de crear confusión al operador trayendo como consecuencias errores y fracasos en los tratamientos restaurativos.

Por tal motivo se creó la idea de realizar una guía de práctica clínica para estandarizar los pasos secuenciales para la restauración con materiales adhesivos basándose en la evidencia científica como soporte.

3. Justificación

Las guías de práctica clínica son recomendaciones desarrolladas sistemáticamente para asistir a los profesionales de la salud y a los pacientes en la toma de decisiones respecto a al cuidado de salud más apropiado, en circunstancias clínicas específicas.

Representan un intento de síntesis de grandes volúmenes de conocimiento en un formato conveniente y listo para ser usado por quienes participan en la toma de decisiones sobre la salud. Cuando las guías de práctica clínica se desarrollan siguiendo métodos rigurosos y son consideradas como una forma de investigación integrativa como las revisiones sistemáticas de la literatura. También pueden contribuir al proceso de actualización del conocimiento de los profesionales puesto que de resumen y traducen a recomendaciones específicas los resultados de múltiples de estudios originales.

En 1980 el colegio americano de médicos propuso un método que tratar de unir las recomendaciones emitidas con la calidad de evidencia existente. Para ello se reúne un grupo de expertos en el tema y en metodología de investigación que busca, evalúa y resume la información existente, especialmente la publicada en la literatura, para decidir sobre la presencia o no de evidencia.

Por esta razón es necesaria la elaboración de una guía práctica del manejo clínico para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV y V, con el fin de establecer parámetros claros y definidos al momento de clínica para evitar errores en las técnicas restaurativas.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

- ✓ Identificar las indicaciones para la adecuada restauración de preparaciones cavitarias clase I,II, III, IV, y VI, estableciendo parámetros claros y definidos al momento de clínica para evitar errores en las técnicas restaurativas.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Establecer una guía práctica del manejo clínico para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV, y VI.
- ✓ Establecer los materiales indicados para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV, y VI.

5. Propósito

- ✓ Por medio de una Revisión Sistemática Establecer una guía práctica del manejo clínico para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV, y VI, con el fin de establecer parámetros claros y definidos al momento de clínica para evitar errores en las técnicas restaurativas.

6. Aspectos metodológicos

6.1 Tipo de Estudio: Integrativo

Revisión sistemática la cual brinda conocimiento objetivo de la evidencia a diferencia que las revisiones tradicionales y puede contribuir a resolver incertidumbres importantes para resolver problemas.

6.2 Pregunta de investigación

¿Cuál es el protocolo para realizar obturaciones con resina compuesta para preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV, y VI?

6.3 Criterios de Inclusión

Estudios experimentales In vivo e In vitro

Humanos

Animales

Autores Representativos

Ingles

6.4 Criterio de Exclusión

Estudios descriptivos observacionales

Estudios analíticos observacionales

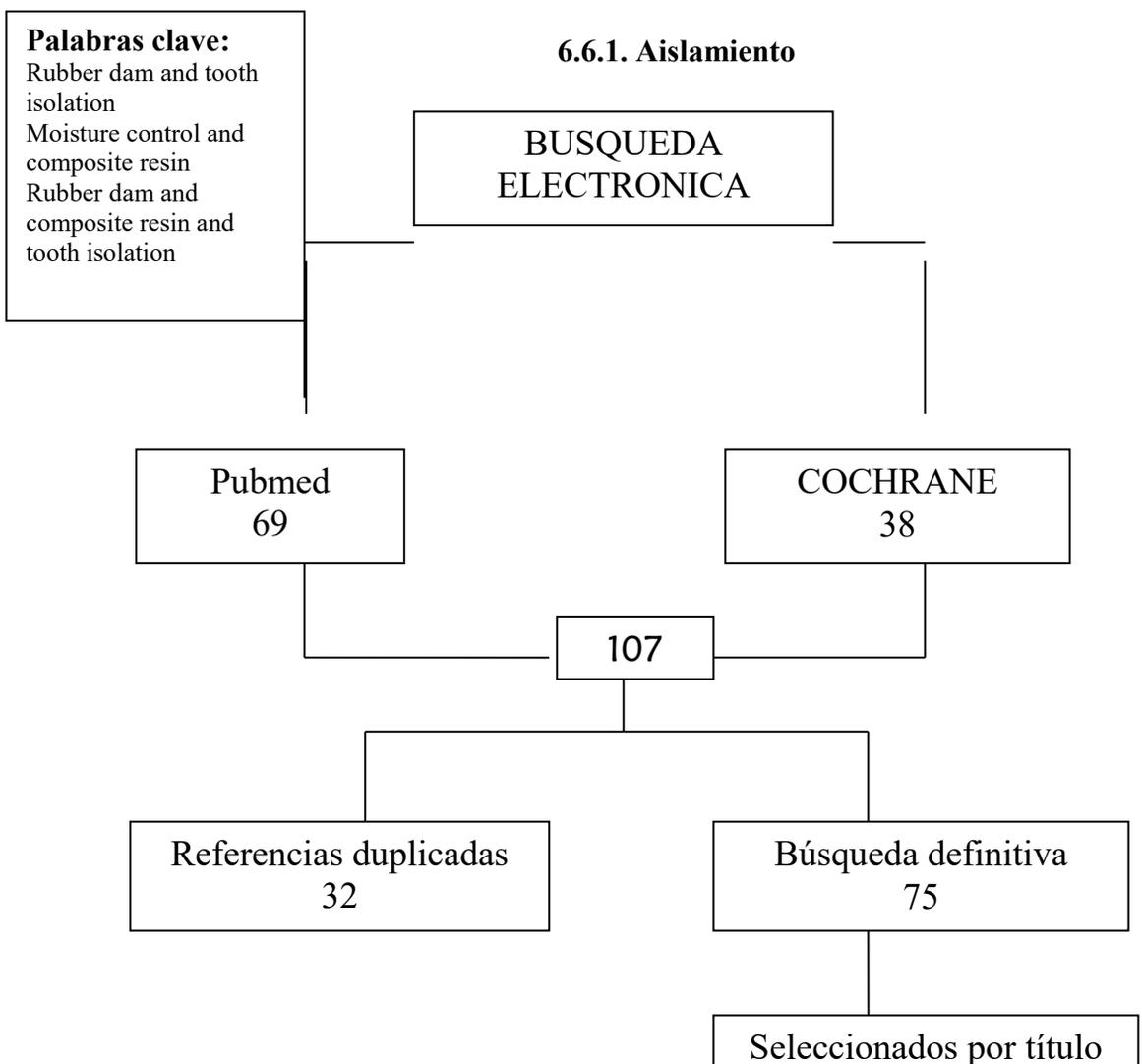
Estudios de corte transversal

6.5 Instrumento de recolección de la información

Sección	Ítem	Descripción. Debe constar:
Título	1	Relationship between surface free energies of dental resins and bond strengths to etched enamel. <i>Dent Mater.</i> Vol. 3, 60-63.

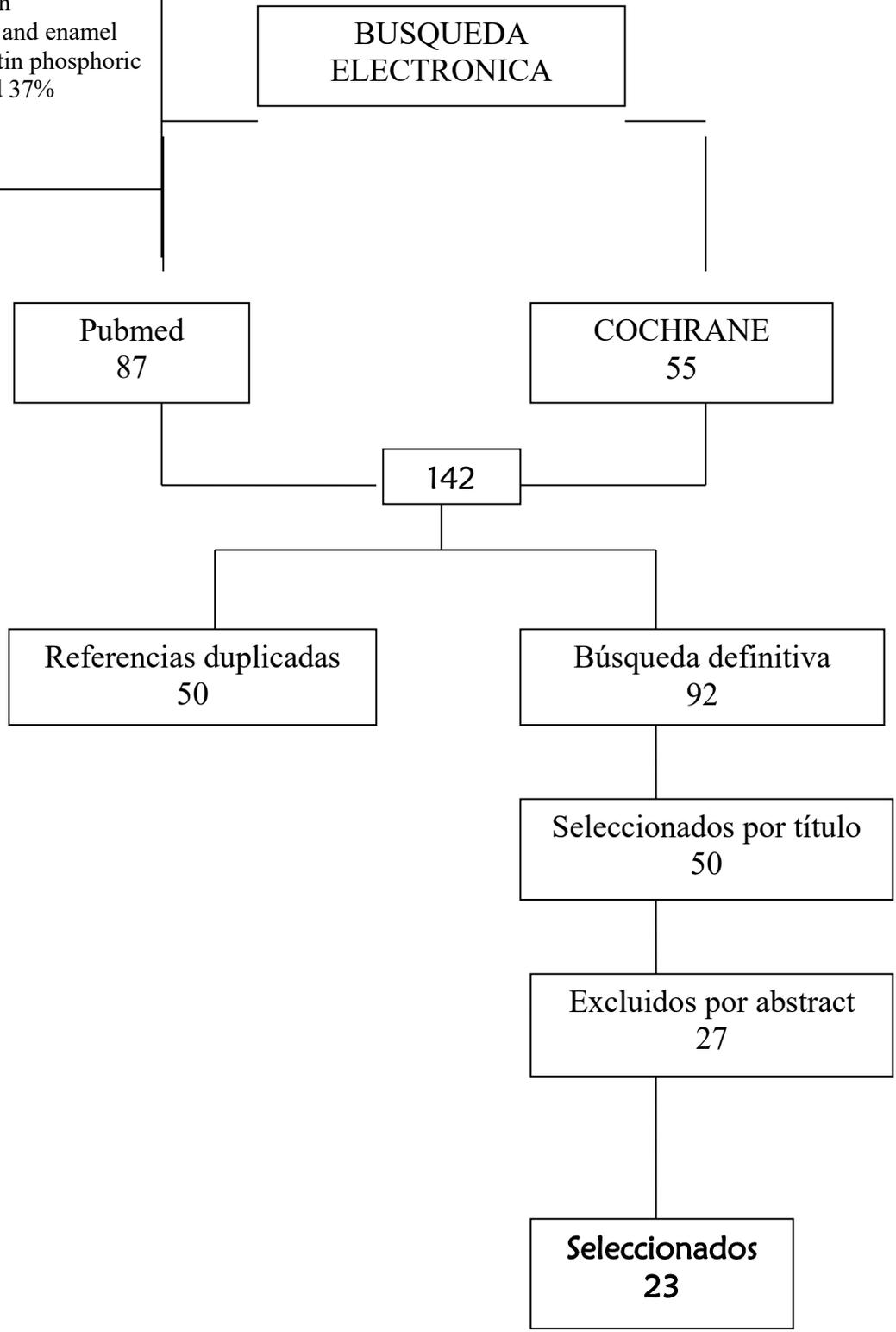
Propósito	2	El propósito de este estudio es determinar la relación entre la superficie de energía libre de 6 resinas dentales y la fuerza adhesiva ténsil de las resinas al esmalte grabado.
Muestra	3	Incisivos centrales maxilares permanentes Humanos Extraídos por enfermedad periodontal severa Dientes no cariados, libres de defectos en las superficies labiales y almacenados en 70 % de etanol.
Relevancia	4	La rugosidad de superficie producida en las superficies de esmalte grabado con 50 m/m % de ácido fosfórico y 25 m/m % de ácido pirúvico no fue significativamente diferente, mientras que la rugosidad de superficie del esmalte pulido grabado con 50 m/m% de ácido cítrico fue significativamente menor. La fuerza adhesiva de cada material fue significativamente diferente al 5.5 del nivel de significancia. Los tres ácidos produjeron distintos patrones de grabado en superficies pulidas de esmalte.
Conclusiones	5	Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que el ácido fosfórico puede ser reemplazado por el ácido pirúvico y este último ser una alternativa predecible como agente grabador.

6.6 Búsqueda de la información



Palabras clave:
Phosphoric acid and total etch
Etching and enamel and dentin phosphoric acid and 37%
✓

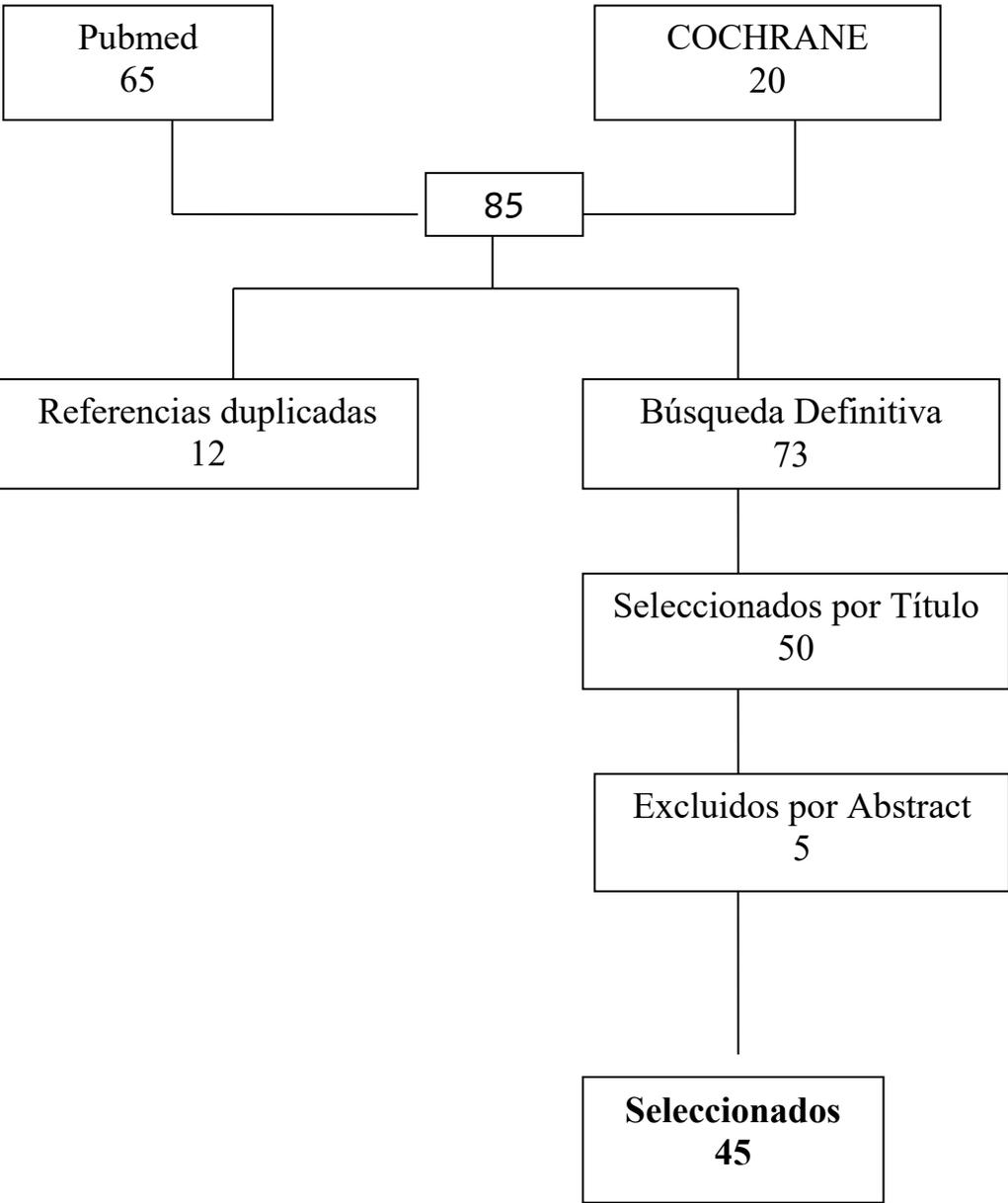
6.6.2 Grabado total



Palabras clave:
-Bonding
-Hibrid laye
-Resin bond
-Adhesive systems
- Enamel
- Dentin
. Adhesive interface

6.6.3 Adhesion

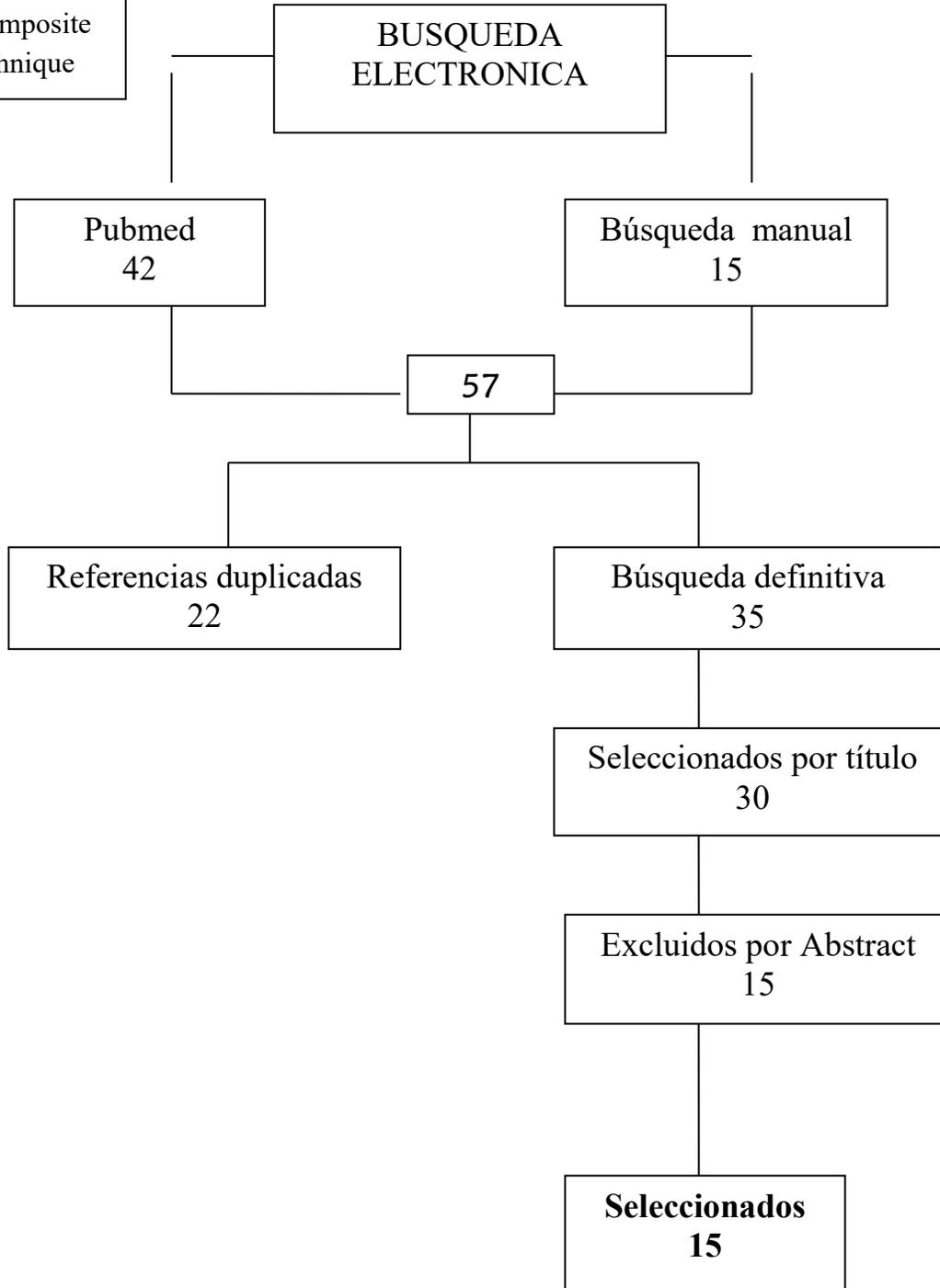
BUSQUEDA
ELECTRONICA



Palabras clave:

- ✓ Restoration techniques
- ✓ Incremental techniques
- ✓ Placement technique
- ✓ Resin composite
- ✓ Bulk technique

6.6.4 Tecnicas de obturacion

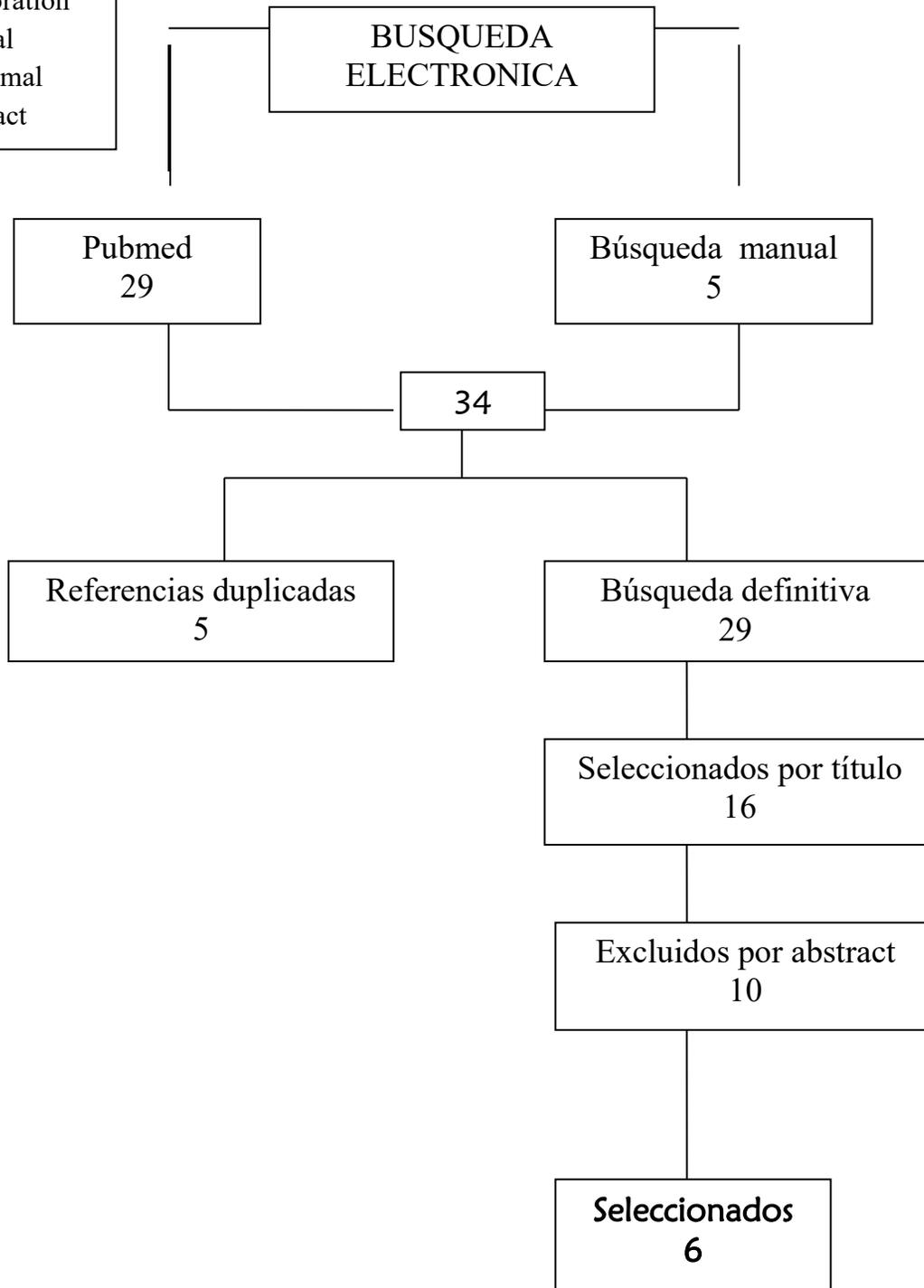


Palabras clave:

- ✓ Matrix Type
- ✓ Composite Restoration
- ✓ Dental Proximal Contact

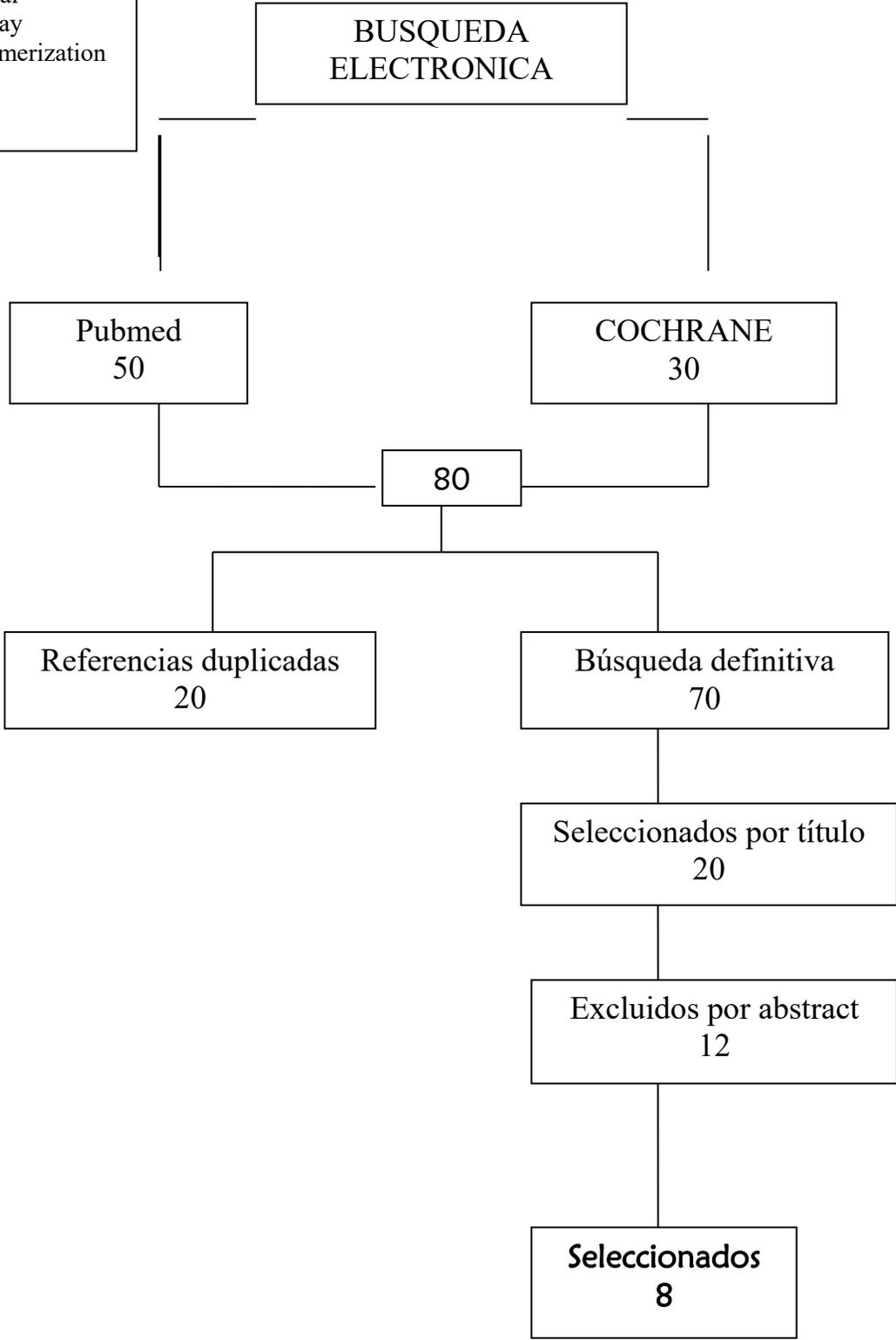
6.6.5 Tecnicas de separacion

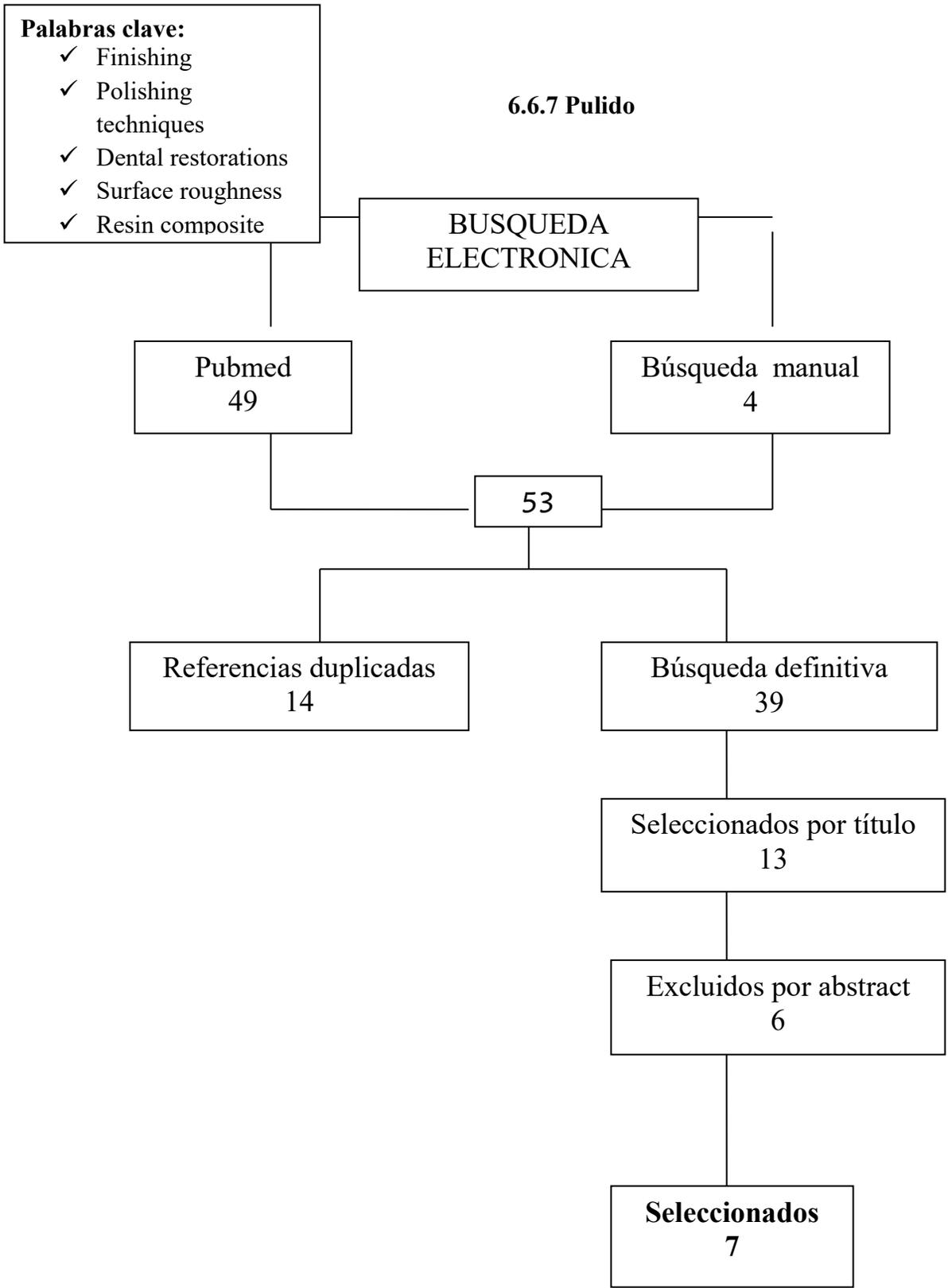
Matrices

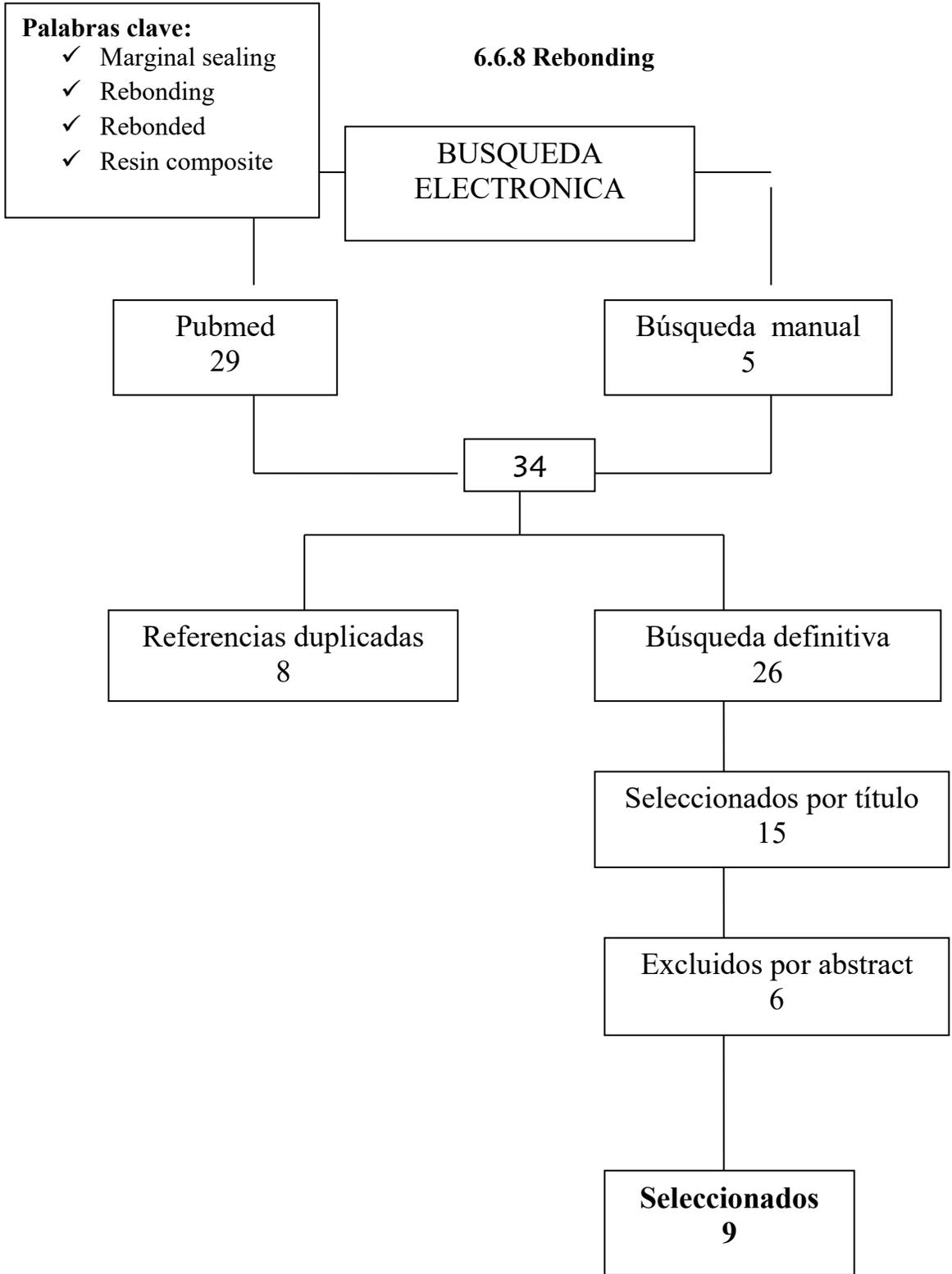


Palabras clave:
-Fotopolimerization techniques.
-Transdental
-Pulse-Delay
-Photopolimerization Modes

6.6.6 Fotopolimerizacion







8. Discusión

Es importante que la restauración de las resinas compuestas sea realizado con aislamiento absoluto. Croll (1985), reiteraba la importancia del aislamiento y reporta sus beneficios entre los cuales están: confort para el paciente, aumento del campo visual facilitando el acceso del operador además de reducción de la contaminación de la restauración durante el procedimiento.

Según Bargui (1991) el control de la humedad es crítico en la cavidad oral para obtener propiedades óptimas de los materiales dentales y así incrementar su longevidad.

Small (2002) Varios estudios (particularmente relacionados con odontología adhesiva) han mostrado una diferencia estadísticamente significativa en la fuerza adhesiva existente, cuando se comparan la colocación de restauraciones con o sin aislamiento absoluto.

Un campo aislado previene los efectos deletéreos de la saliva, la humedad compromete la adhesión dentina- resina o resina- esmalte de los procesos restaurativos (Bargui 1991).

Fuller y Donehy (1980) citado por Bargui(1991) reportaron que en un esmalte grabado la contaminación por humedad es el factor principal que afecta significativamente la adhesión entre el esmalte y la resina. Silverstone (1975) indica que solo el requisito más importante para alcanzar una buena adhesión después de grabar la superficie, es la aplicación de la resina a una superficie grabada que no ha sido contaminada con saliva.

Varios estudios han demostrado los efectos adversos en la fuerza adhesiva que ocurren cuando la superficie grabada es contaminada antes de la colocación de la resina (*Young, 1975; Evans y silverstone, 1981, Young y 1975 citados por Bargui 1991*) reportaron un 70 % de reducción en la fuerza adhesiva cuando probaron la colocación de Sellantes de fosetas y fisuras en una superficie grabada contaminada versus la colocación de Sellantes pero en la superficie no contaminada.

Silverstone (1984) demostró que un período de exposición de un segundo de saliva fresca recolectada puede resultar en la formación de una capa con una superficie tenas que no es adecuadamente removida únicamente con el régimen de lavado. Re grabar es necesario para restaurar la superficie a una condición apropiada para la adhesión. Estudios con SEM que muestran

que la contaminación con saliva de una superficie grabada realmente afecta las características morfológicas de la superficie y que las proteínas de la saliva bloquean muchos de los microporos que fueron formados durante el proceso de grabado (*Hormati y cols, 1980*). Glicoproteínas de la saliva realmente conectan los microporos en el esmalte creados por el proceso de grabado previniendo en un cierto grado que la entrada de resina dentro del microporo establezca una retención mecánica. Además, la saliva actúa como una barrera de película a nivel del contacto entre la resina y el esmalte y también baja energía superficial en el esmalte, lo que inhibe una buena adhesión. La difusión de agua de la superficie contaminada en la resina también tiene un efecto adverso en la fuerza adhesiva. Todos estos problemas muestran que es absolutamente necesario durante el procedimiento completo desde el tiempo de grabado hasta el tiempo de curado de la resina. La tela de caucho es considerada la mejor medida de control de humedad para superficies grabadas.

Barghi (1991) realizaron un estudio in vivo para medir y comparar la fuerza de adhesión de resina al esmalte colocada con aislamiento absoluto y con aislamiento relativo (usando rollos de algodón y el eyector). Los resultados del estudio mostraron una fuerza de adhesión de 18.895 Mpa en los especímenes colocados con aislamiento absoluto y 14.523 Mpa para los especímenes colocados con aislamiento relativo, siendo consistente con estudios in Vitro previos, que demostraban que la contaminación con saliva de una superficie grabada afectaba significativamente la adhesión de la resina al esmalte.

El aislamiento absoluto como es indicado en este estudio, provee una medida de control de humedad más consistente y predecible que los rollos de algodón y el eyector, resultando en una fuerza adhesiva significativamente mayor de la resina al esmalte.

Algunos monómeros promueven la adhesión permitiendo la penetración profunda del monómero de resina al esmalte grabado, indicando que la difusión de los comonómeros de resina son muy importantes en la creación de la interfase formada por el esmalte-resina. Sin embargo parece haber una pobre correlación entre la profundidad de penetración de la resina en el esmalte grabado y la fuerza de adhesión entre resina-esmalte. (Legler, 1989) citado por (Nakabayashi 1998)

Se encuentran varios tipos de acondicionadores ácidos; EDTA (Ácido -Etileno -Diamino -Tetra -Acético) produce efectos superficiales en el esmalte, igualmente actuando por tiempo relativamente largo. Fue demostrado que sales de EDTA al 10 % requerían de dos horas de aplicación para

producir variaciones notables en la superficie dental, por eso fue considerado inadecuado para el acondicionamiento ácido.

El ácido clorhídrico provoca gran destrucción en profundidades. No crea tensiones adecuadas. Según *Gwinnett y Buonacuore (1965)*, citado por Stefanello en el 2005 observaron que el ácido clorhídrico, con o sin adición de fluoreto y sodio, era un agente nocivo debido al ataque excesivo que provoca. Con el ácido cítrico el 50% presenta una acción relativamente buena, aunque su eficiencia puede disminuir en dientes a los que les fue aplicado flúor.

El ácido fosfórico en concentraciones de 35 a 50%, ha dado mejores resultados que los otros ácidos probados. *Ohsawa (1972)*, concluyó que cuanto mayor es la concentración empleada con ácido fosfórico, menores son las alteraciones producidas en la superficie del esmalte, pues el ácido fosfórico disuelve el calcio del diente, dejando la superficie más lisa y menos retentiva.

El uso de ácido fosfórico en concentraciones entre 30 a 40 %, un tiempo de grabado de no menos de 15 segundos y tiempos de lavado de 10 a 20 segundos son recomendados para lograr la superficie más receptiva del esmalte para el enlace. (Silverstone 1995) El grabado ácido remueve casi 10 μm de la superficie del esmalte y crea una micro capa porosa de 5 a 50 μm de profundidad. (Gwinnett 1971)

Han sido descritos tres patrones de grabado del esmalte. Gottlieb (1982) reportó que el 50 % del ácido fosfórico aplicado durante 60 segundos sobre el esmalte produce un precipitado de monohidrato de fosfato monocálcico que puede ser lavado. Un precipitado de dihidrato fosfato di cálcico producido por el grabado, con un ácido fosfórico de menos de 27 % se observó que no era tan fácil removerlo. La disolución de calcio y la profundidad del grabado se incrementa a medida que la concentración de ácido fosfórico aumenta hasta que alcanza una concentración de 40%. A mayores concentraciones, se observa que tiene un efecto inverso.

Barkmeier (1986) el tiempo de grabado se ha reducido desde la aplicación tradicional de 60 segundos hasta tiempos de grabado tan breves, como de 15 segundos con ácido fosfórico al 30 % y 40%. Este estudio mostro con microscopia electrónica de barrido que no existió diferencia estadísticamente significativa en cada patrón de esmalte usando un tiempo de acondicionamiento ácido de 15 y 60 segundos.

Silverstone (1975) Observo microscópicamente la superficie del esmalte acondicionado.

Reporto tres tipos de irregularidades y las clasificó en 3 patrones según sus características y el tiempo de grabado: patrón tipo I, patrón tipo II y patrón tipo III.

- Patrón I : Ocurre debido a la disolución de la porción central de los prismas, manteniendo las regiones periféricas relativamente intactas, formando pequeñas cavidades con diámetro de aproximadamente tres micrómetros, con aspecto de panal de miel. Este es el tipo acondicionamiento ácido más frecuentemente encontrado.
- Patrón II: Se caracteriza por la disolución de las porciones periféricas de los prismas, manteniendo su centro intacto. Los cuerpos de los prismas permanecen proyectándose a la superficie original del esmalte.
- Patrón III: Se caracteriza por una disolución mayor de las estructuras, envolviendo el centro y la periferia de los prismas del esmalte, afectando en un 60 a 70 % la superficie de este. Es considerado el patrón de grabado menos favorable.

En 1984 Feilzer citado por Hannig en 1999 estiman que fuerza adhesiva entre 17 y 20 Mpa son requeridos para resistir fuerzas de contracción para mantener los márgenes libres de gaps en restauraciones con resina compuesta. La resistencia adhesiva de las resinas compuestas en esmalte grabado con ácido fosfórico están en un rango de 20 Mpa. (Barkmeier (1986)

En 1955 *Buonocuore* describió que la dentina podría ser tratada con ácido fosfórico a altas concentraciones con el fin de obtener microporos geométricos en los túbulos dentinarios para posibilitar la unión de un medio adhesivo por traba mecánica.

El primer agente adhesivo dentinario fue diseñado para unirse químicamente a algún componente de la dentina sin embargo, sin embargo; provocando una débil adhesión smear layer con la subsecuentemente falla cohesiva. Cuando comparaban la adhesión de la resina al esmalte y a la dentina, la adhesión a dentina mostraba valores menores de fuerza adhesiva concluyendo que era necesario remover el smear layer como paso preliminar. (*Retief 1988, Marshall, 1993, Buonocuore y col 1956*) citado por Garone (2009).

Eick (1991) reportado por *Benderli y Yucel, (1999)* En estudios previos se encontró que el EDTA era muy efectivo para el tratamiento en la dentina sin embargo varios investigadores notaron que causa problemas de microfiltración porque produce sobre ensanchamiento de los túbulos dentinales.

En un estudio realizado por *Benderli y Yucel, (1999)* compararon 4 ácidos con 2 tiempos de aplicación para cada uno y el efecto que estos causaban en la fuerza adhesiva de la dentina a la resina, ellos observaron que no existían diferencias estadísticamente significativas entre el ácido fosfórico, ácido férrico /clorhídrico a los 60 segundos y el entre el grupo de ácido fosfórico y Na-EDTA por 60 segundos.

Ácidos fuertes como el ácido fosfórico, ácido férrico clorhídrico/cítrico resultaron en una adhesión débil que los que tuvieron una aplicación por 15 segundos.

La aplicación de ácidos fuertes como el ácido fosfórico por 15 segundos resulto en una fuerza adhesiva significativamente alta que los valores mostrados en la aplicación por 60 segundos. *Perdigao en 1995* muestra que el ácido fosfórico al 37.5% es aparentemente el grabador más efectivo disponible comercialmente resultando en la más profunda desmineralización de la dentina normal con un promedio de profundidad de 5.8um.

Nakabayashi y Pashley 1998, Van Merbeek en el 2001 sugieren que un tiempo mínimo de grabado de 15 segundos es adecuado para la adhesión sin embargo incrementar el acondicionamiento a 30 segundos aparentemente no afecta la adhesión.

Usando un microscopio de fuerza atómica y dilución de un ácido 0.5 de Ácido -Etileno -Diamino -Tetra-Acético, *Nakabayashi (1998)* reporta que la desmineralización de la dentina intertubular permite la contracción o colapso de 0.3 a 0.5 um de la matriz, independientemente del total de profundidad de desmineralización o el tipo de agente usado para causa de la desmineralización.

Summit JB y cols(1.992). relacionó el tiempo de enjuague, con agua o aire/agua, del agente grabador, sobre la microfiltración del adhesivo de resina, al esmalte grabado por 20 segundos con gel de ácido fosfórico al 37%, encontrando que al enjuagar el gel grabador del esmalte por 1

segundo con un chorro directo de agua produjo un selle efectivo entre la resina al esmalte que no presentó microfiltración y no fue diferente del selle producido por un tiempo de enjuague más largo o el enjuague de agua/aire, además sugieren que es adecuado realizar más tiempo de enjuague en preparaciones cavitarias que tienen varias paredes y que por esto no pueden ser enjuagadas con un chorro de agua a 90°.

Mixson y cols 1989; Summit et al, 1992 evaluaron el efecto al reducir el tiempo de enjuague sobre la fuerza adhesiva de la resina compuesta usada en esmalte grabado. Estos estudios reportaron una disminución en la fuerza adhesiva cuando se uso el gel de ácido fosfórico y no fue enjuagado del esmalte, comparado a la fuerza adhesiva de esmalte grabado que si fue enjuagado. Mixson concluyó que el enjuague de 2 a 5 segundos por superficie de diente debería limpiar efectivamente el esmalte grabado (gel). Summit y cols, encontraron que el enjuague por 1 segundo usando agua o aire/agua fue tan efectivo como el enjuague de 20 segundos para producir una superficie de esmalte favorable para recibir el adhesivo y así lograr una fuerza adhesiva alta.

El secado con aire ha mostrado inducir un colapso o una recesión de la malla colágena tratada debido a la perdida de los espacios interfibrilares que son necesarios a la infiltración de la resina (*Nakaoki y otros como a 2000*)

Una mejora significativa fue encontrada en la fuerza de adhesión de la resina cuando se utilizó la técnica adhesiva en húmedo. (*Kanca, 1992, Gwinnett, 1992; Perdigao, swift y cloe, 1993*). En un estudio hecho por *Hashimoto y cols, 2004* observaron que los especímenes con adhesión húmeda obtuvieron buena infiltración de la resina en grabado total y que esta puede ser alcanzada si el adhesivo de resina reemplaza toda el agua dentro de la matriz desmineralizada que previamente estaba ocupado por mineral, sin el colapso de la matriz de colágeno.

Para la hibridización de la dentina desmineralizada con resina como se mencionó anteriormente se remueve la fase mineral de la matriz dentinal (cristales e hidroxapatita), se expone la red de fibras colágenas, pero es importante conservar la humedad para evitar el colapso de la estructura fibrilar. (*Kanca 1.992, Nakaoki 2.000*)

Después de aplicar el ácido fosfórico, se remueve con agua el material solubilizado, excepto sustancias de alto peso molecular y sustituye a la mayoría del volumen ocupado previamente por

minerales, seguido del secado con aire procedimiento el cual, colapsa inmediatamente las fibras colágenas, si el adhesivo es aplicado en esta condición no podrá efectivamente hibridizar la dentina, si la penetración es incompleta se formara una **capa hibrinoide** la cual se refiere a la dentina desmineralizada infiltrada incompletamente por el adhesivo; término propuesto por *Tay y col 1.996*, esta capa no es ácido resistente.

Con el desarrollo de los adhesivos con radicales hidrófilos e hidrófugos, debe mantenerse la dentina húmeda e impregnada por el monómero. Así esta preparación del sustrato ofrece una ventaja adicional al prescindir del secado y por consiguiente reduce el riesgo de desecar exageradamente a la dentina y sus consecuencias desfavorables en la pulpa. (*Nakabayashi y Pashley 1.998, Pashey 2.002*).

La tensión superficial del agua es muy alta y parece contribuir al colapso de las superficies desmineralizadas de la dentina cuando se seca con aire. La capilaridad se desarrolla entre el agua (liquido) y el tubo que lo contiene (fisura del esmalte, túbulo dentinal, fibras colágenas adyacentes). La remoción de las moléculas de agua de la superficie desmineralizada de la dentina, se presenta por un proceso denominado deshidratación química que se hace posible por la acción de los solventes anhidros contenidos en los sistemas adhesivos (*Carvalho 2.004*). Al aplicarse el sistema adhesivo sobre la superficie húmeda de la dentina las moléculas rápidamente se mezclan con las moléculas de agua y al mismo tiempo trasladan monómeros hidrófilos hacia la intimidad de la matriz la mezcla solvente-agua se satura en la superficie siendo, entonces, eliminada por la evaporación (*Carvalho 2.004*).

El clínico debe tener la habilidad de interpretar cuando una cavidad esta exageradamente seca o demasiado húmeda, realizar este procedimiento sin la debida atención puede ocasionar: deficiencias en la interfaz adhesiva, filtración marginal y sensibilidad postoperatoria. Para conseguir una superficie adecuadamente húmeda se recomienda realizar la remoción del exceso de agua con un pedazo de papel absorbente. La evidencia clínica de una dentina húmeda es la presencia de una superficie brillante, sin acumulación de agua en los ángulos de la cavidad, si se ha deshidratado la superficie cavitaria, se puede re- expandir parcialmente el colágeno (*Pashley, 1996; Maciel y Carvalho 1.996, Perdigao 1.999, Nakaoki y col, 2.000*) simplemente con un pincel

embebido en agua. Rehumedecer con hidroxietilmetacrilato (HEMA) en solución acuosa ha demostrado que restaura la fuerza adhesiva en la dentina seca (*Jacobsen 1.995*). Por lo tanto la mejor conducta será evitar que se produzca la deshidratación de la cavidad tras el acondicionamiento ácido.

Perdigao (1997) citado por *Giannini (2008)* dice que algunos de los agentes adhesivos están compuestos por una mezcla de primers hidrofílicos y de resinas adhesivas hidrofóbicas en una solución simple. Estos monómeros de resina están disueltos en solventes orgánicos como la acetona y el etanol, quienes mejoran la difusión de los monómeros dentro de la matriz generalizada y juega un rol importante en la remoción de agua durante la evaporación del solvente. (*Pashley y Carvalho en 1997* citado por *Giannini 2008*).

Según *Jacobsen y col en 1995* la alta calidad del proceso de hibridación depende de la óptima infiltración del monómero entre las fibras colágenas de la matriz desmineralizada y la mayor posible remoción de de agua y solventes orgánicos de la superficie anteriormente curada. *Pashley y Carvalho en 1997* el aire comprimido ha sido utilizado para acelerar la evaporación del solvente y de agua asegurando mejores condiciones para la polimerización de la resina que se relaciona con la durabilidad de la unión resina dentina en la técnica de adhesión húmeda.

La fuerza de adhesión es afectada por la extensión de resina infiltrada en la malla colágena expuesta (*Gwinnett, 1992*) diferentes técnicas de acondicionamiento ácido lavado y aplicación del adhesivo en la evaporación del solvente pueden cambiar la cantidad de absorción de resina y el resultado en la fuerza adhesiva (*Pashley 1995*)

En un estudio realizado por *Nakaoki en el 2000* muestra que una solución al 35% en peso de HEMA en agua fue aplicada al colágeno colapsado, ocurrió una re-expansión parcial de la dentina desmineralizada. El HEMA en agua requiere de concentraciones óptimas para obtener una alta fuerza adhesiva en la dentina desmineralizada, una solución acuosa del 30 al 50% de HEMA puede parcialmente re expandir la dentina desmineralizada mientras que el 100% de HEMA no tuvo efecto como primer.

El tipo de solvente para el primer de HEMA influencia en la estabilización de la dentina desmineralizada. Según Carvalho en 1996 Cuando se desmineraliza la matriz dentinal por medio de un aireado seco se puede colapsar más del 65 % el volumen, cuando las superficies de dentina es secada con la corriente de aire por 30 segundos la mayoría de agua localizada en la matriz es removida (*Nakaoki y cols 2000*), durante la deshidratación las fibras colágenas se atraen al contacto más cercano, facilitando una variedad de asociaciones moleculares débiles entre las cadenas de polipéptidos que no son posibles en presencia de agua. Tales fuerzas interpeptídicas estabilizan la estructura de la dentina seca y la hace rígida (*Maciel y cols 1996*). Este fenómeno de contracción reduce los espacios interfibrilares que sirven como canales de difusión para la infiltración de la resina (*Gwinnett 1994*). Una vía para superar el problema de contracción es rehumedecer la superficie dentinal con agua antes de usar el adhesivo, ya que es el más fuerte solvente conocido formado por uniones de hidrogeno. Forma racimos alrededor de residuos de colágeno que previenen enlaces interpeptídicos. El agua rompe estas uniones inter peptídicas en el colágeno seco debido a su alta capacidad de crear uniones hidrogeno plastificando las fibras colágenas y llenando los espacios interfibrilares.

Las uniones interpeptídicas de hidrogeno son importantes para mantener la estructura helicoidal del colágeno. En un medio acuoso los péptidos de colágeno forman uniones hidrógeno con racimos de agua debido a su muy alto valor, relativo a los péptidos del colágeno. En la matriz dentina desmineralizada, la presencia de lavado con agua mantiene la matriz en un estado completamente expandido.

Para invertir tales situaciones indeseables los primers deben poder reexpandir la matriz colapsada. Desde entonces el hema sólo no escapadas de reexpandir una matriz dentina seca. (*Carvalho 1996, Nakaoki 2000*). Fue esperado que el Hema /agua primers pueden decir el grado más alto de expansión en por lo tanto puede resultar en la más alta fuerza adhesiva, asumiendo que los espacios interfibrilares se han preservado durante los procedimientos adhesivos. También ha sido mostrado que los solventes con altos valores de Hansen inducen en altos grados de expansión cuando son aplicados a matriz dentinal desmineralizada seca (*Pashley 2001*), Carvalho 2003 realizó un estudio en donde los actuales resultados indican que el mantenimiento o de él expansión de la matriz durante los procedimientos adhesivos es más importante que la expansión re adhesiva de la matriz. Es claro que las altas fuerzas de adhesión fueron obtenidas cuando los espacios

interferir lares son preservados al máximo. Aunque el hema/agua primer indujo la más alta expansión de la matriz seca (*Pashley y cols 2001*) las imágenes TEM mostraron que los espacios interfibrilares infiltrados con hema /agua primer fueron significativamente pequeños que los que resultaron del aplicación con Hema metanol o Hema etanol primers. El agua residual localizada dentro de las fibras no sólo mantiene su diámetro normal, pero también preserve su conformidad.

Carvalho en 2003 observa que la acetona no expande la dentina desmineralizada seca como lo hace el alcohol y que esta solo debe ser usada en una técnica adhesiva húmeda. El etanol es otro solvente orgánico que es usado como vehículo en los adhesivos, pero el presenta altas temperaturas de ebullición y menos altas presiones de vapor que la acetona. Zheng (2001) reporta que la evaporación de los solventes de los adhesivos ocurre más rápidamente si las capas de este son muy delgadas y que el etanol por ser tan volátil se evapora más rápidamente que el agua, por lo tanto si más etanol es evaporado que agua en el incremento final del adhesivo el volumen de etanol perdido permite que algunos componentes del monómero para caer fuera de la solución en una mezcla resultante causando la separación de las fases entre la ultima capa de adhesivo y la resina.

Swift y col 1.997 revelaron que al aplicar dos capas de adhesivo se consigue mejores resultados que con cuatro. *Cristensen, 1.998*, considera que los profesionales preocupados por la sensibilidad post- restauración consideran que cuanto más capa de adhesivo, menor será la incidencia de sensibilidad de ahí que la aplicación de adhesivos en capas múltiples se ha constituido en una de las técnicas de elección para reducir el potencial de sensibilidad posoperatoria (*Cristensen 1.996, Cra 1.999*). Hashimoto y col 2.004, demostraron en su estudio in vitro, que se reduce la nano filtración y se incrementan las fuerza adhesiva en corto plazo (24 horas) con simplemente aumentar el número de capas de adhesivo resultando, en una adhesión de calidad entre la dentina y la resina, gracias al aumento de resina infiltrada en la zona híbrida. Oposición a este concepto se considera que el espesor excesivo de la capa de adhesivo puede suscitar una mayor contracción de polimerización sobre todo para los adhesivos sin relleno haciendo más frágil la interfaz diente-restauración (*Garone 2002*).

La mayoría de las formulas de adhesivos tiene como base la resina BisGMA o uretano dimetacrilato UDMA, cuya polimerización es inhibida por la presencia de oxígeno. Debido a su gran reactividad

el oxígeno realmente interfiere con la formación del polímero enlazándose a las regiones de conversión de los monómeros creando así una capa oxidada no polimerizada en la superficie del material foto activado (Hilton y Schwartz 1.995), por tal razón si la capa de adhesivo queda muy delgada su superficie sería inhibida por el oxígeno y no se polimerizaría comprometiendo así su unión con el material restaurador. Por lo tanto debe evitarse dispersar el adhesivo con aire o de ser necesario tendría que hacerse de modo breve y suave 1 o 2 segundos para evitar que la capa de adhesivo quede muy delgada (*Hilton y Schwartz 1.995, Cristensen 1.996*).

Higashi (2.009), concluyó en su estudio que al frotar vigorosamente el adhesivo, se logra una mejor infiltración, aumentando el Módulo de Young y la Nanodureza de la capa híbrida.

Cuando múltiples capas son aplicadas pero no curadas la infiltración de la resina en la capa híbrida y la remoción del agua residual puede ser más completa sin incrementar el grosor de la capa sobrepuesta. Cuando cada capa consecutiva es curada la capa de adhesivo se vuelve más densa sin cambiar la calidad de la capa híbrida. Esto incrementa la resistencia adhesiva y mejora la distribución del estrés incrementando la elasticidad de la capa adhesiva densa. (*Choi 2000* citado por *Hashimoto 2004*)

Los sistemas adhesivos de un solo frasco son usados con dos capas, donde la primera capa sirve hidratar la superficie húmeda y para iniciar la sustitución de los comonómeros de los solventes de los adhesivos por agua en los espacios interfibrilares, el agua se difunde a la dentina desmineralizada y a los túbulos muy rápidamente que los comonómeros experimentan cambios en su fase (*Eliades, Vougioukalakis y Palagias, 2001. Spencer y Wang, 2002* citado por *Hashimoto 2004*). La segunda aplicación del adhesivo remueve o resolubiliza los glóbulos de resina, y se cree que remueve más agua (*Eldin y Abd el-mohsen, 2002*) el uso de múltiples aplicaciones de adhesivos sin fotocurar permite más tiempo para remover más agua de los espacios interfibrilares y más tiempo para la difusión interna de los monómeros adhesivos. (*Wang y Spencer 2002; 2003* citado por *Hashimoto 2004*)

Hashimoto 2004 reporta que la reducción de la nanofiltración y el incremento de la fuerza adhesiva en un corto término (después de 24 horas de la adhesión) se obtiene por el simple incremento del

número de capas consecutivas de adhesivo, sugiriendo que esta técnica debe ser empleada en los sistemas de grabado total.

Diferentes autores reportan que la distribución de estrés no es uniforme en una cavidad cuando el espesor del incremento de resina es superior a 2 mm, especialmente en resinas opacas o de colores oscuros, o cuando la intensidad de la luz es reducida ya sea por la luz emitida por el bombillo o por la capacidad de absorción de la luz que tenga el material restaurador y la estructura dental (*Rueggeberg 1.993 y Dietschi 2001*)

Realizar incrementos de resina no mayores a 2 mm asegura un exitoso curado en todo el espesor de la resina *Christensen GJ. 1.997. Lutz (1.991)* mostro que había un aumento en la contracción de la polimerización cuando los incrementos en la resina superaban un espesor de 2mm y sugiere que el uso de técnica incremental, sumado al uso matrices transparentes y cuñas reflectivas puede ser instrumentos para eliminar el estrés de polimerización. (*Lutz 1.992*)

Se presenta máxima contracción por polimerización cuando se utiliza una técnica en bloque para obturar cavidades. (Bowen 1982 citado por Tjan 1992)

La técnica incremental puede reducir pero no eliminar las discrepancias marginales resultantes de la contracción por polimerización(Pollack 1988, Podshadley 1985 citado por Tjan 1992).

Una de las ventajas de la técnica incremental es que la reducción del volumen en cada incremento puede ser compensada por el siguiente incremento y así la contracción de polimerización es menos perjudicial, puesto que la sola reducción del volumen en la última capa podría dañar la adhesión en la superficie(Matsumoto 1.986. citado por Tjan 1992).

Tjan Anthony 1.992 comparó tres técnicas incrementales para la colocación de resinas compuestas (capa ocluso lingual, capa oblicua y capa vestíbulo lingual) y dos técnicas en bloque para analizar la formación de microgaps en cavidades clase II, preparaciones en las cuales se ha reportado contracción de la polimerización en un rango de 1,67% a , 68%%. En estas cavidades es común encontrar a raíz de esta contracción la separación de la interface diente restauración creando gaps que llevan a sensibilidad postoperatoria, irritación pulpar o filtración bacteriana.

Reportando como resultados en su estudio que la máxima contracción(discrepancia marginal) se presento en una de las técnicas en bloque fotocurada por vestibular, lingual y la superficie oclusal por tanto no recomienda esta técnica en cavidades clase II debido a la incompleta polimerización de la resina en especial en cavidades profundas. En contraste como beneficios de la técnica incremental menciona que; no elimina, solo reduce la discrepancia marginal resultante de la contracción por polimerización, garantiza la completa polimerización de la resina, reduce también la tensión de la contracción durante la polimerización evitando la deflexión o fractura cuspidéa y por último recomienda aplicarla en restauraciones en restauraciones de 3 a 4 mm de profundidad.

Gerasimos Doutsivas (1.991) estudio en 44 molares restaurados con resinas compuestas, el diámetro del gap que se presentaba en el margen cervical con diferentes preparaciones cavitarias encontrando en todas las preparaciones gaps marginales y su diámetro fue asociado con el tipo de resina utilizada para restaurar, el diseño de la cavidad y el procedimiento. Las mayores discrepancias se encontraron en cavidades que en las que no se grabaron los márgenes en esmalte, otro hallazgo fue que en relación al adhesivo de la resina el cual era incapaz de eliminar el gap, pero logra disminuir la magnitud de este.

En cuanto a las características del material el doctor *Doutsivas (1.991)* reporta que al trabajar con resinas viscosas deberían aplicarse **técnicas incrementales** para su colocación, las cuales reducen las fuerzas de contracción entre el diente restauración en las paredes cervicales de la preparación y por ultimo al comparar preparaciones cavitarias de tipo esféricas con preparaciones rectangulares encontrón menos gap en las esféricas las cuales entre sus beneficios aportan menos desgaste dentario.

Investigadores alemanes encabezados por la *Dra Susanne Szep (2.001)* trabajaron en un estudio que buscaba evaluar dos diferentes técnicas; incremental y centrípeta y dos diferentes matrices y cuñas (matriz metálica + cuña de madera, matriz transparente + cuña reflectiva) utilizadas para obturar cavidades proximales, que influencia tenían sobre el sellado marginal y la microdureza en las restauraciones realizadas. La **técnica centrípeta** es en la cual una capa delgada de resina se coloca proximal (en contacto) con la matriz aproximadamente de 1mm y se fotocura antes de la colocación de los incrementos en la cavidad, pudiendo reducir la relación V/A, donde V es el

volumen de la cavidad y A es el área de las paredes de la cavidad, cuando todo el área es llenada con una primera capa incremental de resina, pocos gaps son observados en los márgenes comparado con la técnica incremental, los autores afirman que si se presentase este gap con los siguientes incrementos podría llenarse. Los autores reportan como hallazgos importantes en su estudio en cuanto a la evaluación de la microdureza se encontró un aumento estadísticamente significativo en todos los grupos tratados con matriz transparente y cuñas reflectivas. Y concluyen que ninguna técnica y ninguna matriz con su respectiva cuña evitaron la microfiltración en el margen cervical al restaurar cavidades clase II, en cuanto a la integridad marginal; no fue estadísticamente diferente en la técnica centrípeta con matrices transparentes y cuñas reflectivas al compararlo con la técnica incremental con matrices transparentes con cuñas de madera y reflectivas. (*Szep 2.001*)

Chi 2.006 reseña en su artículo una recomendación aplicable a la práctica clínica la cual nos dice que para obtener exitosos resultados hay que contar con dos procedimientos predecibles: la técnica incremental: la cual permite controlar la contracción, adaptación, profundidad de curado de la restauración y la técnica de estratificación la cual permite alcanzar el requerimiento estético de color en la restauración.

Otro factor que debe considerarse es el sustrato dental con que se encuentra en el margen restaurativo, diferentes autores publican información sobre este tema en particular, entre ellos el *Dr Beznos (2.001)* evaluó la microfiltración en los márgenes cervicales de cavidades clase I restaurados con resinas compuestas con diferentes técnicas y en diferentes sustratos y encontró al analizar los cortes de 40 terceros molares encontró una diferencia significativa entre los márgenes localizados en esmalte a los localizados en cemento los cuales mostraron un elevado grado de microfiltración. Su estudio estuvo de acuerdo con los hallazgos reportados en la literatura los cuales mostraban un efectivo sellado en los márgenes localizados en esmalte, en contraste con los ubicados en cemento (*Ciucchi, Bouillaguet y Holz 1.990; Hilton, Schwartz y Ferrecane 1.997. Beznos* confirmó los resultados de otros estudios los cuales mencionan la efectividad de la técnica de grabado ácido en esmalte, la cual logra controlar la microfiltración en la superficie gingival en cavidades clase I (*Dietschi, Scampa, Campanile y Holz 1.995, Neiva y otros 1.998*)

El sellado marginal generalmente puede ser predecible si alrededor de las preparaciones cavitarias, los márgenes cavosuperficiales están en esmalte, esto debido a la fuerza adhesiva que se logra en los tejidos inorgánicos es exitosa (*Carvahlo y cols 1.996*)

Por otro lado para la dentina, los valores del estrés interno son a menudo mayores y por ende la formación de gaps en la interface es más frecuente (*Kiromoto y Torii, 1.998*)

Demarco y cols 2.001 En su estudio donde aplicaron diferentes técnicas para restaurar cavidades clase II con márgenes en cemento cuando realizaron la técnica incremental por medio de capas horizontales, encontraron que el factor C se incrementaba, diferente a la técnica incremental oblicua en la cual observaron que el factor C era reducido de un 2 a 1.5. *Yoshikawa y cols (1.999)* reportaron que cuanto mayor es el factor C, la adhesión que se logra es más baja que cuando ellos usaron los mismos adhesivos en cavidades con un factor C de 1 y factor C de 3.

Nikolaenko y cols 2.004 realizaron un estudio para aclarar la influencia de tres adhesivos y la técnica incremental empleada sobre la fuerza adhesiva en dentina cuando diferentes factores de configuración fueron aplicados, trabajaron con cavidades clase I y fueron obturados con técnicas incrementales; horizontal, vertical y oblicua con y sin resina fluida, concluyendo que no hubo diferencias significativas al comparar los adhesivos, pero en las pruebas aplicadas a las técnicas incrementales encontraron que en las cavidades obturadas con la técnica en bloque condujo a una baja adhesión a dentina en el piso de la cavidad, la técnica horizontal fue en la que se encontró mejor fuerza adhesiva comparada con la vertical y oblicua. En cuanto a la influencia de la resina fluida se encontró que no influía en la técnica horizontal, pero en las técnicas vertical y oblicua mejoraba la adhesión. Concluyendo que la técnica en bloque no permite que la fotopolimerización sea efectiva, por ultimo; cavidades con un elevado factor C son más susceptibles a presentar fallas adhesivas importantes entre la interface diente, restauración, por tanto afirman que las técnicas multicapa son procedimientos mandatorios para trabajar las resinas compuestas.

Duarte y cols 2.006 evaluó la microfiltración en cavidades con márgenes en esmalte y dentina en preparaciones con un alto factor C cuando se obturaban con tres técnicas diferentes y revelaron en que en la penetración de la agente de tinción no pudo evitarse con ninguna de las técnicas utilizadas, de otro lado se obtuvo menor microfiltración en los márgenes en esmalte concordando

con la literatura. Se encontró que la técnica incremental horizontal mostró un menor grado de microfiltración en los márgenes en esmalte, al compararse con la técnica oblicua y la técnica en bloque, puede explicarse esto en el hecho que al estandarizar los incrementos se permite el control de la contracción de polimerización, pero esto es difícil de lograr en la clínica, al realizar la técnica horizontal en dentina se evidenció mayor microfiltración al realizar la técnica horizontal. Los autores concluyen que ninguna técnica fue capaz de eliminar la microfiltración en los márgenes en esmalte y dentina, debido a que hay que controlar diferentes factores que intervienen en la técnica, entre ellos; la tensión residual, el coeficiente de expansión térmica, sorción de agua por parte de la matriz orgánica de la resina entre otros.

Zhengdi y cols 2.007 analizó la relación del tamaño de la cavidad y la técnica de restauración con la fuerza adhesiva en cavidades clase I restauradas con resinas compuestas, encontrando que en las muestras en las que se aplicó la técnica en bloque (factor =5) se redujo significativamente la resistencia adhesiva, tanto en cavidades grandes y pequeñas, al comparar el tamaño de las preparaciones con la fuerza adhesiva se encontró que fue mucho menor en el piso de la cavidad en las cavidades grandes en contraste con las cavidades pequeñas. Esto claramente indica que el efecto del factor C sobre la adhesión depende del tamaño de la cavidad.

Otro importante estudio realizado por *Moreira da Silva y cols (2.007)* evaluó la influencia del factor C, en el módulo flexural, la viscosidad de la resina compuesta sobre la formación de discrepancias o gaps. Entre los argumentos que exponen en su estudio encontramos que el tiempo de vida útil de las restauraciones en resina compuesta es dependiente entre otros factores de la interface de sellado marginal entre la cavidad y la resina.

Durante la polimerización la resina experimenta un proceso de gelación, en donde el material de ser visco plástico a ser rígido elástico; el momento exacto de esta reacción es llamado **punto de gel**. Antes de alcanzar el punto de gel (**pre-gel**), la tensión producto de la contracción por la polimerización puede ser compensada por la característica de fluidez de la resina compuesta, pero de otra parte, la tensión que se genera después del punto de gel (**post-gel**) puede competir con la adhesión obtenida en la interface cavidad- resina y afectar el sellado cavitario.

Los autores, *Moreira da Silva y cols (2.007)*, trabajaron con cavidades de 5 mm de diámetro, 1, 2 y 3 mm de profundidad y para simular una situación clínica más realista incluyeron en su estudios cavidades con un factor C de 3.4, sometieron las resinas a 17 J/cm², esta exposición radiante es adecuada para polimerizar completamente la resina en cavidades de 3 mm de profundidad encontrando que en cavidades con un factor C de 3.4 presenta mayor tendencia a la formación de gap en la interface diente-restauración, las cavidades con un factor C de 1.8 y 2.6 permiten la relajación de la resina en la superficie no adherida, lo cual alivia el estrés de contracción generado durante la contracción por polimerización (*Feiltzer y cols 1.987*). Por otra parte en las cavidades con mayor diámetro con un factor C de 3.4 tienen por ende una mayor interface adhesiva (superficie de contacto), esto hace que la contracción de pared a pared se aumente y se forme el gap (discrepancia), también el estudio mostró que la elección de resinas compuestas con un alto flujo viscoso y con un bajo modulo flexural, pueden reducir la formación de gap en las restauraciones con composites.

Un estudio más reciente de *Santos GO y cols (2.009)* observaron la influencia de ciertos factores como el factor C y la técnica de fotopolimerización en la formación de gaps, en preparaciones cavitarias de clase I con 5 mm de diámetro, 1, 2 y 3mm de profundidad, refieren en su artículo que la fotopolimerización inicia la conversión de las moléculas de monómero a una red de polímero, un proceso que conduce a la contracción de la resina compuesta debido a la compactación de las moléculas y la transformación de una resina compuesta visco plástico a un estado rígido plástico (*Peutzel y Amussen (2.004)*). Santos GO y cols, encontraron al analizar diferentes factores de configuración, que en las cavidades con Factor C de 3.4 evidenciaban mayor formación de gaps y las otras preparaciones con un factor C de 1.8 y 1.6 facilitaron la relajación de la resina. Los autores resaltan en su estudio lo siguiente:

- La formación de gaps es un fenómeno multifactorial, este depende de diferentes factores intrínsecos entre ellos el Factor C y la técnica de fotopolimerización, pero se deben considerar otros factores como la técnica incremental y el uso de resinas fluidas para mejorar el sellado de la restauración
- La técnica de fotocurado en modo de rampa permite controlar el estrés y reducir la formación de gaps

- Con las resinas compuestas de nanorelleno se obtuvo mejores resultados al obturar las cavidades que con las resinas híbridas de microrelleno.

Miller y cols, hicieron una prueba de microfiltración marginal con diversos materiales y observaron que el grado más bajo de microfiltración fue encontrado cuando el Vitremer era asociado con las resinas heliomolar RO o Tetric Ceram, en contraste a lo observado cuando se utilizó únicamente resina.

Dietrich y cols en el evaluaron la adaptación marginal de una resina compuesta ocluso-meso-distal en cavidades grandes usando sistemas adhesivos convencionales y ionómeros de vidrio modificados con resina. Los autores demostraron que el uso de ionómeros modificados con resina debajo la técnica de sándwich abierto puede mejorar la adaptación marginal de las restauraciones.

En términos de microfiltración varios estudios han demostrado que el ionómero de vidrio modificado con resina provee un mejor sellado en comparación con la restauración de cavidades obturadas con la técnica convencional.

Tolidis y cols en indicaron que al usar el ionómero de vidrio modificado con resina debajo de la restauración parecía ser capaz de absorber el estrés de la polimerización durante el endurecimiento de la resina, reduciendo la acumulación de estrés en la interfase esmalte-restauración. Otros autores sugieren que el ionómero de vidrio puede cambiar el factor de configuración a una forma interna más favorable minimizando los efectos de la contracción de polimerización. El módulo de elasticidad bajo de este material es también considerado por algunos autores como otra razón de el buen sellado que proporciona. Su “flexibilidad relativa” puede compensar la tensión interna y la alta rigidez de las resinas compuestas después de la polimerización previniendo que la interface del adhesivo se vea comprometida.

Davidson, de Gee y Feilzer (1984) notaron que estrés por contracción de polimerización particularmente visto en las restauraciones clase V se debía a que una gran porción del material restaurador que se encontraba en contacto directo con el diente dejando una pequeña superficie libre capaz de compensar el estrés.

Por esta razón nace la alternativa de emplear otro material restaurador diferente a la resina compuesta. Peumans (2005) dirigido por Van Meerbeek realiza una revisión sistemática de la efectividad clínica de 5 sistemas adhesivos contemporáneos en cavidades clase V, encontrando que el mejor funcionamiento clínico fue obtenido por el ionómero de vidrio modificado con resina. Su promedio anual de fracaso fue significativamente bajo en comparación que los sistemas autoadhesivos simples y que los sistemas adhesivos de dos pasos (grabado y lavado) y casi significativamente menor que los adhesivos de tres pasos (grabado y lavado).

El ionómero de vidrio es el único material que cumple satisfactoriamente todos los requisitos de la ADA.

Los datos clínicos confirman definitivamente su propiedad única de ser autoadhesivo, combinando una retención micromecánica y una interacción química. Al final del resultado únicamente los adhesivos autograbadores de dos pasos mostraron un buen funcionamiento clínico y puede ser la segunda alternativa después del ionómero modificado con resina cuando se va a realizar un procedimiento con una técnica menos sensible.

Christensen (2006) Varias investigaciones han mostrado a los odontólogos que el uso de los sistemas de grabado total producen el doble de sensibilidad dental postoperatoria, cuando es comparado con los sistemas autograbadores; estos pueden ser usados directamente en superficies de esmalte y dentina cortada. Los agentes humectantes de estos líquidos penetran a los canales dentinales obteniendo de ellos ácido y resina. Los constituyentes de los primers autograbadores polimerizan en los canales combinándose con los detritos inmersos en los canales, obturando los canales y reduciendo y previniendo la sensibilidad dental postoperatoria.

Hofmann y Hunecke (2.006) evaluaron in vitro la influencia de dos factores; métodos de fotocurado y el tipo de matriz en el éxito del sellado marginal en restauraciones clase II, en cuanto a la influencia del tipo de matriz en la calidad del sellado marginal reportan que; no se puede asegurar que las matrices transparentes permiten un mejor fotocurado en las resinas compuestas al compararlas con bandas metálicas y estas solo permiten la adecuada polimerización en dirección oclusal, en superficies lisas como vestibulares o linguales no es efectivo el fotocurado, por lo cual utilizar cuñas reflectivas podría permitir un adecuado sellado en los márgenes gingivales de las cavidades compuestas.

En este estudio la lámpara de fotocurado fue dirigida desde un ángulo de la cavidad hacia la matriz lo que permite la reflexión de la luz de curado. Estos autores afirman que la elección de la matriz depende de las condiciones clínicas que se presenten y de las preferencias del operador. Loomans y cols han realizado diferentes estudios evaluando la influencia de las matrices en el establecimiento de un contacto proximal adecuado. El primero de ellos realizado en el año 2.006 en el que utilizaron diferentes técnicas y sistemas de matriz para crear contactos proximales en dientes posteriores obturados con resina compuesta, encontrando que el uso de matrices circunferenciales con portamatriz tipo toflemire produjo una pérdida estadísticamente significativa del contacto proximal cuando fueron comparados con el uso de matrices seccionadas con anillos de separación tipo palodent. Concluyendo que cuando se colocan restauraciones con resina compuesta en cavidades clase II, el uso del sistema de matrices seccionadas + anillos de separación logra un contacto proximal mejor que cuando se utiliza la matriz circunferencial con el sistema tradicional fue colocado.

Mullejans y cols 2.003 compararon in vitro las matrices transparentes con las metálicas al obturar cavidades clase II encontraron que al utilizar las matrices transparentes están permitían una mayor acumulación de excesos de material y al utilizar las matrices metálicas con cuñas de madera estas reducían significativamente la formación de escalones, aparte que reducen la pérdida de material (menos excesos) al obturar las cavidades clase II.

Otro estudio evaluó y comparó por medio de pruebas in vivo como radiografías; el contorno proximal y la adaptación cervical y mediante pruebas in vitro de microfiltración se evaluó el sellado de las restauraciones con resina compuesta en cavidades Clase II utilizando dos tipos de matriz y con diferentes sistemas de cuña (reflectivas, madera). Al evaluar radiográficamente (Rx coronales) la adaptación en el margen cervical se encontró; en las obturaciones realizadas con banda metálica y cuña de madera 83.3% de estas eran perfectas, 88.8% de los márgenes fueron perfectos utilizando matriz de poliéster y cuñas reflectivas, reportando los autores que el sistema de cuña no tenía ninguna influencia en la calidad de la adaptación cervical en esta evaluación inicial. En cuanto al contorno proximal en este estudio no se evidenció influencia de los sistemas de matriz. Los hallazgos in vitro referentes a la microfiltración coinciden con la literatura en que los márgenes en

esmalte proporcionan lmejor sellado que los márgenes en dentina o en cemento, además no hubo diferencias significativas in vitro al comparar los dos sistemas de matriz. Concluyendo los autores que no hay influencia de la matriz o el sistema de cuña en el desempeño clínico inicial en cavidades clase II. (Cenci y cols 2.006).

A pesar de la popularidad en Europa de la matriz transparente, se ha encontrado que su manipulación no es fácil debido al grosor de la cinta y a su carencia de rigidez. Por esto muchos clínicos prefieren usar la tradicional matriz metálica. (Beznos 2.001). También se ha reportado el uso de cuñas reflectivas (Ciamponi y col 1.994) y que el acabado de la superficie gracias a la matriz metálica es excelente (Kays, Sneed y Nicles 1.991)

En estudios realizados Jandt(2000) el 95% del espectro irradiado por la lámpara halógena fue emitido entre 398 y 507 nm con un máximo de 497nm y el 95% del espectro irradiado por la Led se concentró entre 465nm en la región entre 438 y 501nm, pero en la región entre 450 y 470 nm la irradiación es casi dos veces que la de la lámpara halógena; lo cual explica que la capacidad espectral del nitrato de galio azul (Led) cabe dentro del espectro absorbido de la canforoquinona foto iniciador (400-500 nm) presente en la luz activada en los materiales dentales.

Según Duke (2001) las lámparas Led producen una banda delgada de luz azul con una longitud de onda de 470nm y una emisión relativa de 400 a 450nm siendo esto es lo más aconsejable para resinas compuestas que usan como foto iniciador a la canforoquinona.

Stahl (2000) demostro, que las unidades LED tienen potencial en la polimerización de las resinas sin las desventajas de las unidades halógenas, aun con la relativa baja irradiación de las unidades LED actuales, su eficiencia se acerca a las de luz Halógena que irradia casi el doble. Este fenómeno no ha sido explicado completamente aun, Es necesario efectuar estudios sobre la efectividad de las unidades LED y de las propiedades mecánicas de las resinas, razón por la cual este estudio comenta las propiedades flexurales de tres diferentes resinas con tres diferentes tonos, los cuales fueron polimerizados con una unidad de Halógeno y otros con una unidad LED. En la mayoría de los casos no se encontraron diferencias significativas en la fuerza flexural y los módulos con las resinas polimerizadas con la luz halógena o la unidad LED.

Las resinas compuestas presentan un problema inherente de 2 a 4% de contracción volumétrica durante el proceso de polimerización, esta crea un estrés de contracción en la resina compuesta que puede interrumpir el sellado marginal entre la resina y la estructura dental (Lim 2002)

La ruptura de los enlaces dobles de carbono de los monómeros metacrilato presentes en las matrices poliméricas da como resultado una reducción de 0.3 a 0.4 nm del espacio mantenido entre las cadenas de polímeros por las fuerzas de atracción de Van der Waals y establecen una longitud de 0.15 nm de enlaces covalentes, como resultado el material reduce su volumen y esta reducción permite la formación de gaps que facilitan la penetración de fluidos y la presencia de bacterias en la interface diente-restauración además de sensibilidad post-operatoria. (Krejci I y Lutz 1.991). Variables tales como: los monómeros de resina, tipo y concentración de las partículas de relleno y los fotoiniciadores influyen este fenómeno (Eick JD y Welch 1.986, Krejci y Lutz 1.999).

La fotoactivación con una luz de alta intensidad acelera la reacción, aumentando la tensión por la contracción e la resina, por el contrario una luz de baja intensidad puede alterar el grado de conversión y las propiedades mecánicas de las resinas (Feilzer 1.987 Rupp 1.979 reportaba en su estudio que la elección entre un sistema de restauración de autocurado o de fotocurado era una decisión subjetiva para aquel momento. Como ventajas del sistema que utilizaba rayos UV, expone la facilidad de la colocación del sistema de resina, su manipulación y modelado favorable, además del análisis del color antes de ser expuesto el sistema a esta luz UV, pero como desventaja manifestaba; poca eficacia de polimerización en espesores de resina entre 1 a 1.5 mm y en áreas internas cavitarias donde no se garantizaba el acceso de la luz.

Beznos 2.001 hace referencia que en muchos estudios (observaciones de SEM y pruebas de microfiltración) han demostrado que en las resinas compuestas de fotocurado se observaban mejores resultados en cuanto adaptación de la restauración, cuando se aplicaba un ritmo más lento de fotocurado, técnica llamada **Polimerización Sof-Start** (Mehl, Hickel y Kuzelmann 1.997)

Hofmann y Hunecke 2.006 evaluaron in vitro la influencia de dos factores; métodos de fotocurado y el tipo de matriz en el éxito del sellado marginal en restauraciones clase II en cuanto a la técnica curado encontraron que los protocolos empleados al usar técnicas de irradiación como **Soft-Star** son efectivas para evitar el desarrollo de la contracción post gel. Recientes observaciones indican

que los protocolos de la técnica **pulse-delay** puede producir más cadenas poliméricas lineales y menores entrecruzamientos que los protocolos convencionales. (*Assmussen y Peutzfield, 2.001*).

Es comúnmente aceptado que la contracción de polimerización en las resinas disponibles actualmente causa estrés en los dientes restaurados. Esto es denominado **Tensión residual**, el cual es el estrés que se presenta después del fotocurado de una resina al restaurar el diente restaurado aún cuando no se esté aplicando una carga. La presencia de esta condición modifica la restauración lo cual se hace evidente clínicamente con síntomas como: inadecuada adaptación, microfiltración, propagación de microcracks, pérdidas marginales, sensibilidad postoperatoria y caries. *Versuluis y cols (2.004), Bouschlicher MR y cols (1.997)*.

Según *Sakaguchi 2004* irradiaciones continuas a altas intensidades genera alta concentración de estrés y formación de gaps.

Chan Y Frazier en el 2008 hicieron un estudio clínico para investigar la integridad marginal en cavidades clase V en este utilizaron lámparas con una intensidad curado de 150 mW/cm² por 10 segundos, seguido por 800 mW/cm² por 30 segundos. En términos de integridad marginal y el modo de curado no se observaron diferencias estadísticamente significativas en restauraciones empleando una técnica de polimerización convencional por 40 segundos a 800 mW/cm². Estas mismas cavidades clase V mostraron que una baja intensidad de 150mW/cm² no tenía la fuerza necesaria y dejaba las resinas poco polimerizadas, lo que quiere decir que después en el curado final el modo pulse-Delay es similar al modo de curado convencional y el total de la intensidad fue alcanzado por ambas técnicas.

Aunque el modo Soft-Star debe poder reducir el stress de contracción y mejora la integridad marginal un estudio realizado por Yap en el 2002, se encontró que la ventaja de iniciar la polimerización lentamente es compensada por una elevación en la contracción total de polimerización cuando el curado fue completado a 1130mW/cm².

Chan y Frazier en el 2008 confirmaron que estudios realizados en cavidades clase V y I Y II no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas de curado y no vacilan en recomendar la técnica Soft-satr y Pulse- Delay ya que son muy similares.

Northeast R , Van Noort 1.988 realizaron un estudio in vitro para comparar cuantitativa y cualitativamente las características de las superficies al pulido en resinas compuestas posteriores con SEM utilizando reconocidos sistemas de pulido demostrando que las pastas para pulido de alúmina produce una superficie lisa y pulida en la mayoría de resinas para posteriores, aunque no se logra una superficie especular en los materiales que tienen partículas de relleno grandes, en las resinas con partículas de relleno pequeñas se obtuvo una superficie más suave y lisa.

Brakett (2003) después de evaluar el efecto de las técnicas de pulido sobre la microfiltración en cavidades clase V encontraron que el uso de fresas de carburo puede producir un alto grado de microfiltración que al usar otros elementos, ellos sugieren que las fresas de diamante pueden ser más eficaces y seguros para ser utilizados con piezas de mano de alta velocidad.

En procedimientos que no exigen refrigerante los discos Sof-Lex son muy reconocidos por los clínicos. *Lambrechts y Vanherle* investigaron una serie de elementos para realizar el pulido y concluyeron que el sistema de discos Sof-Lex crean una superficie más uniforme y lisa, esto se atribuye al contenido de partículas finas de trióxido de aluminio de diferentes tamaños de grano (rugoso, medio, fino y extrafino). Sin embargo su eficacia depende de las características anatómicas y de la accesibilidad de la restauración.

Omitir el paso del pulido puede favorecer la presencia de gaps y en consecuencia reducir la habilidad del sellado del material, esto puede incrementar la microfiltración permitiendo el paso de los microorganismos orales, fluidos y sustancias químicas a través de la interface diente-restauración.

Craig 2.001 ha propuesto que los procedimientos de pulido deben realizarse 24 horas después de haber realizado la obturación en resina. Pero debido a las exigencias de la clínica, muchos profesionales realizan los procedimientos de pulido inmediatamente después de restaurar el diente

Si la restauración es inmersa en agua antes de realizar los procedimientos de pulido, la absorción de agua puede producir expansión parcial o total, compensando la contracción y por consiguiente mejorar la adaptación. *Versluis y cols (1.996)*

Lopes y cols 2.002 realizaron un estudio in vitro para evaluar el comportamiento de las resinas microrelleno e híbridas al aplicar técnicas de acabado y pulido en las restauraciones, y para facilitar el análisis evaluaron tres variables:

- El tiempo en el cual el procedimiento de pulido es iniciado y su efecto: Como ya se menciono importantes autores han recomendado esperar 24 horas antes de realizar el pulido de la resina, por que se evita que esta la restauración sea sujeta a la deformación plástica causada por el calor generado durante el procedimiento. Aproximadamente el 75% de la fotopolimerización se presenta durante los primeros 10 minutos, la reacción continúa por un período de 24 horas. *Craig 2.001*

En este estudio los autores concluyen que el estrés generado durante el procedimiento de pulido tardío puede causar filtración, comprometiendo posiblemente el sellado creado resultante de la expansión higroscópica y de la adhesión lograda entre el agente adhesivo y la resina. Cuando se realizaron procedimientos de pulido inmediatamente después de realizar la restauración también se altero la adhesión inicial, pero la posterior absorción de agua del el sistema restaurador (adhesivo-resina) pudo mejorar el sellado.

En las muestras obturadas con resinas de microrelleno *Lopes y cols* reportan que solo las pulidas bajo condiciones de humedad después de 24 horas, mostraron una puntuación significativamente mas baja de filtración del colorante y los resultados obtenidos de las muestras con resinas híbridas sugieren que no hay razón para posponer los procedimientos de pulido para estos tipos de restauraciones. *Lopes y cols 2.004*

- La segunda variable evaluada fue la técnica de pulido y los autores mencionan los siguientes resultados: Con el pulido tardío húmedo (irrigación con agua) se encontró una más baja incidencia de filtración en los márgenes en dentina usando resinas de microrelleno. Los investigadores sugieren el uso de fresas de diamante usando refrigerante, evitando el uso de las de carburo y los discos se deberían trabajar en seco.
- La tercera variable investigada fue el tipo de resina: *Wet 1.985* recomendó en su libro realizar el pulido de la restauración siempre y cuando hayan pasado 24 horas desde su colocación, basado en el argumento que todas las resinas , en especial las de microrelleno,

absorben agua por un periodo de 24 horas posterior al procedimiento. Para las resinas híbridas *Wet* concluyó que el pulido después de 24 horas no era necesario.

En este estudio las muestras con resinas híbridas tuvieron niveles similares de filtración con pulido tardío o inmediato y no hubo influencia sobre el sellado marginal, probablemente debido a que la absorción del agua, no fue capaz de compensar la formación del gap.

Concluyendo que las resinas de microrelleno fueron más sensibles al pulido inmediato, de otra parte las colocadas con márgenes en dentina y pulidas con fresas de diamante con irrigación mostraron niveles de filtración más bajos que con otras técnicas que fueron estudiadas.

Venturini, Cenci y cols 2.006 realizaron un estudio en el que se evalúa sobre 256 incisivos de bovinos, el efecto del pulido inmediato y tardío sobre la rugosidad de la superficie, la microdureza y la microfiltración en resinas de microrelleno y con resinas híbridas. El requisito actual más importante de la odontología moderna es lograr una apariencia de la restauración lo más naturalmente posible. Diferentes métodos pueden ser usados para realizar el pulido y brillo de las restauraciones dentales, uno de ellos es la utilización de matrices, en este estudio las superficies pulidas fueron obtenidas con la utilización de tiras de poliéster, sin embargo el uso de estas, es limitado debido a la complejidad de la anatomía y al procedimiento restaurador. También las fresas de carburo y de diamante pueden proporcionar si es necesario el contorno anatómico y las superficies cóncavas tales como las linguales de dientes anteriores y las oclusales de dientes posteriores. En este estudio el pulido inicial se llevo a cabo con papel de carburo de silicio de 280 partículas bajo el chorro de agua para simular la textura de una fina fresa de diamante y obtener muestras pulidas sin ondulaciones.

Venturini, Cenci 2006 encontraron un resultado menor o similar sobre la rugosidad de la superficie al comparar los discos de óxido de aluminio (Sof-Lex) y el uso secuencial de copas de caucho, cepillos para pulido y felpas, esta técnica secuencial puede ser de gran ayuda en áreas de difícil acceso para los discos de óxido de aluminio.

Dureza puede definirse como la resistencia de la estructura de un sólido a la indentación o penetración, en este experimento clínico efectuado por Venturini y cols, las pruebas de dureza después de almacenar las muestras por tres semanas en solución salina mostraron que la

maduración de las resinas fue igual para el tiempo evaluado y cualquier diferencia en la microdureza puede ser atribuido a los efectos de los procedimientos de pulido en los dos intervalos de tiempo. Los especímenes con pulido tardío mostraron menor microfiltración que los pulidos inmediatamente.

Los autores también usaron agua destilada durante los procedimientos de pulido y una pasta de pulido extra fina fue usada con las copas de caucho, sistemas con cepillos para pulido y con felpas. Los discos de óxido de aluminio fueron usados sin pasta para pulido. Las pastas para pulido no tienen influencia sobre la rugosidad de la superficie que se obtiene con los sistemas de pulido, su uso solo proporciona brillo a la superficie, como ventaja *Northeast* y *Van Noort* 1.988 afirman que las pastas aportan información adicional de los componentes de las resinas compuestas, tales como propiedades de dureza relacionados con el relleno y la matriz, distribución del tamaño de la partícula, y respuesta de las superficies a la aplicación de abrasivos húmedos y en seco. En este aspecto se encontró en las muestras estudiadas que la técnica secuencial puede producir alteraciones marginales, probablemente debido a que el número de pasos y a las repeticiones con los instrumentos de pulido puede causar cambios térmicos.

Por último los resultados del estudio de *Venturini, Cenci y cols* 2.006 confirman estudios anteriores en los cuales se sugiere no pulir inmediatamente las restauraciones después de colocadas porque pueden producir una influencia negativa sobre la rugosidad de la superficie, la dureza de la superficie o la capacidad de sellado de las restauraciones en resina. Sin embargo el pulido inmediato es recomendado desde que el procedimiento reduzca el número de sesiones clínicas y conduzca a la satisfacción y comodidad del paciente.

En un estudio más reciente de *Cenci, Venturini y cols* 2.008 analizaron el efecto de las técnicas de pulido y el sellado marginal después de un año de almacenaje de las muestras, ellos mostraron que el uso de la técnica secuencial de pulido llevada a cabo con copas de caucho, cepillos para pulido felpas presentaron similares resultados cuando fueron comparados con la técnica de pulido con discos de óxido de aluminio., sugiriendo que el uso de otras técnicas permite obtener superficies pulidas en áreas de difícil acceso para los discos de óxido de aluminio. Después de un año de almacenaje, la técnica secuencial mostro comparables o mejores resultados recomendando su uso

con resultados exitoso como una técnica alternativa efectiva cuando los discos de oxido de aluminio no pueden usarse.

Pereira y cols (2.002) evaluaron tres sistemas de resina de baja viscosidad (dos sistemas adhesivos y un sellador de fosas y fisuras) y su eficacia en la prevención de la microfiltración marginal en restauraciones realizadas en preparaciones clase V obturadas con resina compuesta y compara los resultados con una superficie infiltrada con sellantes de fosetas y fisuras; reportando inicialmente al evaluar la microfiltración marginal, una diferencia estadísticamente significativamente en los márgenes de la preparación realizados en esmalte a los márgenes realizados en cemento y dentina encontrando que el sellado fue mejor en los márgenes en esmalte. Se evidencio que los adhesivos con base en acetona promovieron una integridad marginal óptima, superior a la encontrada con los adhesivos cuyo solvente era el agua y etanol. También este estudio resaltó el hecho que no se puede tratar la microfiltración producto de la contracción por polimerización con sellantes de fosetas y fisuras, por que el sellado que se obtiene es muy pobre.

Erhardt (2002) evaluaron el efecto del resellado sobre la microfiltración en restauraciones estéticas en cavidades clase V, los autores sugieren grabar la interface antes del rebonding para mejorar la adhesión de la resina y eliminar cualquier sustancia soluble que pudiese estar contaminando la restauración y el diente adyacente. Este estudio mostró que independiente del material y la técnica utilizada para realizar el sellado, todas las restauraciones a las pruebas muestran microfiltración. Variaciones entre los grupos comparados se establecen gracias a las propiedades intrínsecas del material al sistema adhesivo utilizado. Concluyen los autores que la capa de sellado es demasiado delgada y puede ser removida muy fácilmente cuando es expuesta al medio oral y a los hábitos rutinarios del paciente, perdiéndose su efectividad.

9. Conclusiones

1. Se considera un paso fundamental el aislamiento absoluto con tela de caucho. ya que este evita la contaminación del material restaurador con saliva o sangre contribuyendo a lograr un mayor éxito en la resistencia adhesiva de las resina compuestas al tejido dentario.
2. Se puede concluir que el ácido fosfórico en una concentración de 37.5 % es el mejor agente grabador según lo reporta la literatura para el esmalte, como para la dentina, preparando los sustratos adecuadamente permitiendo una buena penetración del adhesivo.
3. Los sistemas adhesivos que en su composición poseen HEMA tiene la capacidad de desplazar el agua y llenar esos espacio re expandiendo la malla colágena.
4. Es requisito fundamental en la adhesión, el mantenimiento de la dentina húmeda para lograr un exitoso protocolo adhesivo, el clínico debe identificar esta condición claramente (ni exageradamente seca o demasiado húmeda). Se recomienda realizar la remoción del exceso de agua con un pedazo de papel absorbente para evitar el resecado del sustrato. La evidencia clínica de una dentina húmeda es la presencia de una superficie brillante, sin acumulación de agua en los ángulos de la cavidad.
5. Es importante tener en cuenta que los sistemas adhesivos que tienen alcohol como solvente deben ser utilizados en técnicas poco sensibles cuando el operador deseca la dentina ya que este tiene la capacidad de rehumectar las fibras colágenas evitando el colapso del mallaje re expandiendo y permitiendo una mejor interdigitación del adhesivo.
6. En cuanto a la técnica de obturación se concluye que; la técnica incremental permite controlar la contracción, adaptación, profundidad de curado de la restauración y la técnica de estratificación permite alcanzar el requerimiento estético de color en la restauración.
7. Se presenta máxima contracción por polimerización cuando se utiliza una técnica en bloque al obturar cavidades o cuando los incrementos en la resina superan un espesor de 2 mm. La literatura reporta que la técnica de sándwich abierto con ionómero de virio modificado con resina reduce la microfiltración, ya que este material presenta menor solubilidad en el medio oral.

8. En cuanto a la fotopolimerización los estudios no reportaron diferencias estadísticamente significativas entre modos de polimerización, sin embargo el modo sof-Start mostro se más eficaz compensando el estrés de polimerización de las resinas compuestas.
9. La literatura es concluyente a que los márgenes en esmalte proporcionan un mejor sellado que los márgenes en dentina o en cemento
10. Cuando se omite el paso del pulido se favorece la presencia de gaps y en consecuencia reducir la habilidad del sellado del material, esto puede facilitar el paso de los microorganismos orales, fluidos y sustancias químicas a través de la interface diente-restauración pigmentando rápidamente la restauración y acortando la longevidad de esta.
11. A partir de la revisión documental presentada se concluye que los sistemas adhesivos autograbadores se configuran dentro de los tratamientos estéticos, restauradores o no, como un material emergente y de gran utilidad donde previamente se han definido diferentes metodologías para el pre tratamiento del material dentario y el uso del sistema con el fin de aumentar significativamente la durabilidad del tratamiento evitando el deterioro del esmalte y la resina. Además, como recomendación a futuros trabajos de investigación, es necesario seguir realizando estudios experimentales y teóricos para contribuir a dicha iniciativa del deterioro partiendo del uso de diferentes sustancias químicas o de variaciones procedimentales durante la aplicación.

Nota: El propósito de este trabajo de grado fue actualizar la guía práctica del manejo clínico para la restauración de preparaciones cavitarias clase I, II, III, IV y V, realizado por Fandiño y Ruíz en la Universidad el Bosque, agregando un apartado para los sistemas adhesivos de VI generación con el fin de establecer parámetros claros y definidos al momento de clínica para evitar errores en las técnicas restaurativas.

10. Bibliografia

1. Abdo, F., Sabri, A., Elmarakby, A. M., Hassan, A. M., Ahmed, C., & Hassan, M. (2017). Attitude and knowledge of isolation in operative field among undergraduate dental students, *European Journal of Dentistry* 11(1), 83–88. DOI: <https://doi.org/10.4103/ejd.ejd>
2. Alves EB, Alonso RCB, Correr GM, De Moraes RR, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho. (2008). Transdental Photo-activation technique: Hardness and Marginal adaptation of composite restorations using different light sources. *Operative dentistry*. Vol 33, N° 4, 421-425.
3. Attal JP (1.994). Effects of surface treatment on the free energy of dentin. *Dental Materials*. Vol. 10, 259-164
4. Barghi N, y cols. (1.991). Comparising two methods of moisture control in bonding to enamel: clinical study. *Operative dentistry*. Vol. 16, 31- 36
5. Barkmeier WW. Gwinnett AJ. (1.986). Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Operative dentistry*. Vol. 11, 111-116
6. Bedran-Russo, A. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth – Adhesive Interface Dental adhesives Dentin Enamel Bond strength Biodegradation Technology. *Dental Clinics of NA*, 61(4), 713–731. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.001>
7. Benderli Y, Yücel T. (1999) The effect of surface treatment on the bond Strength of resin composite to dentin. *Operative dentistry*. Vol 24, 96-102.
8. Beznos C. (2.001). Microleakage a t the cervical margins of composite class II cavities cith different restorative techniques. *Operative dentistry*. Vol. 26, 60-69
9. Bouschlicher MR, Vargas MA, Boyer DB. (1.997). Effect of composite type, light intensity, configuration factor and laser polymerization and polymerization contraction forces. *Am J Dent*. Vol. 10, 88-96
10. Bowen RL, Bennett P.S, Groh R.J, Faranahi M, Eichmiller F.C (1.996). New surface-active comonomer for adhesive bonding. *J Dent Res*. Vol. 75,1, 606-610

11. Brackett MG, Brackett WG, Browning WD, Rueggeberg FA. (2007) The effect of light curing source on the residual yellowing of resin composites. *Vol 32, N° 5, 443-450.*
12. Brackett MG, Contreras S, Contreras R, Brackett WW. (2005). Restoration of proximal contact in direct class II resin composites. *Operative dentistry.* Vol. 31, 1, 155-156.
13. Brackett WD, Brackett WW, Gilpatrick RO,. (1999) retention of microfilled and hybrid resin-based composite in noncarious class 5 lesions: A Double-Blind, randomized clinical trial. *Operative Dentistry.* Vol 24, 26-30.
14. Brownbill, W. John. (1987) Double rubber dam. *Quintessence Int.* Vol 18, N° 10. 669-700.
15. Buonocore, M .G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J Dent Res,* Vol. 34, 849-853
16. Busscher HJ. (1987). Relationship between surface free energies of dental resins and bond strengths to etched enamel. *Dent Mater.* Vol. 3, 60-63.
17. Carpena L. (2007). Enamel Acid Etching: A review. *Compendium.* Vol. 28, 1, 18-25.
18. Carvalho R.M, Mendoca J.S, Santiago S.L, Silveira,R.R, Garcia F.P.C, Tay F.R, Pashley D.H. (2003) Effects of HEMA/Solvent Combinations on bond strength to dentin. *Journal of dental research.* Vol 82, N°8, 597-601.
19. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama y Pashley (1996) A review polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Quintessence international.* Vol. 25, 9, 599-602
20. Carvalho RM, Yoshiyama M, Brewer D, Pashley D.H (1996) Dimensional Changes of demineralized human dentin during preparation for scanning electron microscopy. *Archives oral biology .* Vol. 41, 4, 379-386.
21. Cenci MS, D Venturini, T Pereira-Cenci, E Piva, FF Demarco. (2008). The effect of polishing techniques and Time on the surface characteristics and sealing ability of resin composite restorations after one year storage. *Operative Dentistry.* Vol. 33, 169-176

22. Cenci MS, Guerra R, Pereira C, Marins de Carvalho R, Demarco F (2.006). In vivo and in vitro Evaluation of Class II Composite Resin Restorations with Different Matrix Systems. *Journal of Adhesive Dentistry*. Vol. 8, 127-132
23. Champion, M.A, Kugel,G., Gruskowski, C. (1991). Evaluation of a New Intraoral Isolation Device. *Operative Dentistry*. Vol 16, 181-185.
24. Chan DCN, Browning WD, Frazier KB, Brackett MG. (2008) Clinical evaluation of the Soft-Start (pulse-delay) Polymerization technique in class I and II composite Restorations. Vol 33, N°3, 265-271.
25. Chi HH. (2.006). A posterior composite case utilizing the incremental and stratified layering technique. *Operative Dentistry*. Vol. 31, 4, 512-516
Christensen GJ. (1.997). Overcoming challenges with resin in class II situations. *JADA* November. Vol. 128, 1579-1580
26. Childers, J.M, Marshall, T.D. (1995). Coolant Evacuation: A Solution for Students Working without Dental Assistance. *Operative dentistry*. Vol 20, 130-132.
27. Christensen G.J. (1996) Tooth Sensitivity related to class I and II resin restoration. *JADA*. VOL.127, 497-498.
28. Christensen G.J. (2006) Has the total-etch concept disappeared? *JADA*. VOL.137, 817-820.
29. Christensen.G.J. (1994).Using Rubber Dams to Boost Quality, Quantity of Restorative Services. *JADA*. Vol 125, 81-82.
30. Ciamponi Al, Del portillo. (1.994). Effectiveness of reflective wedges on the polymerization of composite resins. *Quintessence International*. Vol. 25,9, 599-602
31. Ciucchi B, Bouillaguett S, Holz J. (1.990). Proximal adaptation and marginal seal of posterior composite resin restorations placed with direct and indirect techniques. *Quintessence Int*. Vol 21, 663-669
32. Craig RG. (2.001). *Restorative dental Material*. Ed 11th Demarco FF, Ramos OLV, Mota CS, Formolo E y justino LM (2.001) Influence of different restorative techniques on

- microleakage in class II cavities with gingival walls in cementum. *Operative dentistry*. Vol. 26, 253-259
33. Croll, P. Theodore. (1985). Alternative methods for use rubber dam. *Quintessence Int. Vol* 6. 387-392.
 34. Davidson CL, Gee J, Feilzer A. (1.984). The competition between the composite dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*. Vol. 63, 12, 1396-1399
 35. Derrick R. (2.000) Establishing a tight contact in a class II resin based composite restoration. *JADA*. Vol 131, 1326-1327
 36. Dietrich Th, Losche AC, Losche GM, Roulet J-F. (1.999). Marginal adaptation of direct composite and sandwich restorations in class II cavities with cervical margins in dentine. *Journal of Dentistry*. Vol 27, 119-128
 37. Dietschi D, Krejci I (2.001). Adhesive restorations in posterior teeth: Rationale for the application of direct techniques. *Operative Dentistry*. Vol. 6, 191-197
 38. Doutsivas Gerasimos. (1.991). Effect of cavity desing on gap formation in class II composite resin restorations. *J Prosthet dent*. Vol. 65, 475-479
 39. Drobac, M., Stojanac, I., Ramic, B., Permovic, M. & Petrovic, L. (2015). Micromorphological characterization of adhesive interface of sound dentin and total-etch and self-etch adhesives, *Med Pregl*, LXVIII (1-2), 10–17. DOI: <https://doi.org/10.2298/MPNS1502010D>
 40. Duarte Sillas Jr, Dinelli Wellintom, Carmona da Silva Maria Helena. (2.007). Influence of resin composite insertion technique in preparations with a high C-factor. *Quintessence Int*. Vol. 38, 829-835.
 41. Duke E. (2.001). Finishing and Polishing techniques for composites resins. *Compendium*. Vol 22, 5, 392-396
 42. Ebrahimi, M., Janani, A., Majidinia, S., Sadeghi, R., Shirazi, S., & Materials, D. (2018). Are self-etch adhesives reliable for primary tooth dentin ? systematic Alireza A review and meta-analysis, *J Conserv Dent*. 21(3), 243–250. DOI: <https://doi.org/10.4103/JCD.JCD>

43. Eick JD y Welch. (1.986). Polimerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. *Quintessence International*. Vol. 17, 2, 103-111
44. Eliades G, Vougiouklakis G, Palaghias G. (2001). Heterogeneous distribution of single bottle adhesive monomers in the resin-dentin interdiffusion zone. *Dental materials*. Vol 17, 277-283.
45. Elmi, M., Ehsani, M., Esmacili, B., & Khafri, S. (2018). Comparison of bond strength of a composite resin with two different adhesive systems and a resin modified glass ionomer to calcium enriched mixture. *Journal of Conservative Dentistry* 21(4), 369–372. DOI: <https://doi.org/10.4103/JCD.JCD>
46. Erhardt, MCG. Magalhaes, CS. Serra MC. (2.002). The effect of rebonding on microleakage of Class V Aesthetic Restorations. *Operative Dentistry*. 27. 396-402
47. Erickson RL (1.992) Surface interactions of dental adhesive materials. *Operative Dentistry*. Vol. 17, 81-94. .
48. Feiltzer AJ, De Gee AJ y Davidson (1.987) Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of dental Research*. Vol. 66, 11, 1636-1639
49. Felipe, M., Sutil, E., Malaquias, P., Paris, T. De, Marques, L., Souza, D., Loguercio, A. D. (2017). Effect of self-curing activators and curing protocols on adhesive properties of universal adhesives bonded to dual-cured composites. *Dental Materials*, 33(7), 775–787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.005>
50. Flury, S., Lussi, A., & Peutzfeldt, A. (2017). Long-Term Bond Strength of Two Benzalkonium Chloride-Modified Adhesive Systems to Eroded Dentin, *BioMed Research International*, Volume 2017, Article ID 1207208. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/1207208>
51. Full Clemens , W R Hollander. (1.993). The composite resin restoration: A literature review part I. Proper cavity preparation and placement techniques. *Journal of dentistry for children*. Vol. January-February, 48-50

52. Fusayama T. (1979). Nonpressure adhesion of a new adhesive restorative system. *J Dent Res.* Vol. 58, 1364-1370
53. Garrofé, A., Martucci, D., & Picca, M. (2014). Adhesión a tejidos dentarios, *Rev. Fac. de Odon. UBA*, 29 (67), 5–13.
54. Giannini M, Arrais CAG, Vermelho, Reis RS, Santos LPS, Leite ER. (2008) Effects of the solvent evaporation technique on the degree of conversion of One-Bottle Adhesive systems. *Operative dentistry.* Vol 32, N° 2, 149-154.
55. Gomes, M. (2004). Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes. *Avances en Odontoestomatología*, 20(4), 193-198. Recuperado en 09 de diciembre de 2018, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000400004&lng=es&tlng=es.
56. Guña, T. (2018) Fuerza de adhesión: sistema adhesivo convencional vs sistemas adhesivos autograbados con resina nanohíbrida en clase I. Universidad Central de Ecuador.
57. Gwinnett AJ, Matsui A. (1967) A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Archives oral biology.* Vol 12, 1615-1620.
58. Gwinnett AJ. (1971) Histologic Changes in Human Enamel Following Treatment with Acidic Adhesive Conditioning Agents. *Archives oral biology.* Vol 16,731-735.
59. Gwinnett AJ. Kanca J. M. (1.992). Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J dent.* Vol. 5, 73-79.
60. Hannig M, Reinhardt K-J, Bott B. (1999). Self-Etching Primer VS Phosphoric Acid: An Alternative Concept for Composite- to –Enamel Bonding. *Operative dentistry.* Vol 24,172-180. B
61. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, End K, Oguchi H. (2.002). Fractured surface characterization: wet versus dry bonding. *Dental Materials.* Vol 18, 95
62. Hashimoto M, Sano H, Yoshida E, Hori M, Kaga M, Oguchi H, Pashley DH. (2004) Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Operative dentistry.* Vol 29, N° 4, 416-423.

63. He Zhengdi, Shimada Yasushi, Junji Tagami. (2.007). The effects of cavity size and incremental technique on microtensile bond strength of resin composite in class I cavities. *Dental Materials*. Vol. 23, 533-538
64. Higashi C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD, Gomes OMM, Gomes JC. (2.009) Impact of adhesive application and moisture on the mechanical properties of the adhesive interface determined by the nano-indentation technique. *Operative Dentistry*. Vol 34, 51-57
65. Hilton TJ, Schwartz RS, Ferracane J. (1.997) Microleakage of four class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int*. 28, 135-144 .
66. Hilton TJ, Schwartz RS. (1.995) The effect of air thinning on dentin adhesive bond strength. *Operative Dentistry*. Vol 20. 133-137
67. Hitmi L, Bouter D, Degrange M. (2002) Influence of drying and HEMA treatment on dentin wettability. *Dental materials*. Vol 18, 503-511.
68. Hoffman N, Hunecke A (2.006) Influence of curing methods and matrix type on the marginal seal of class II resin-based composite restorations in vitro. *Operative dentistry*. Vol. 31, 1, 97-105
69. Hofmann N, Hunecke A. (2.006). Influence of curing methods and matrix type n the marginal seal of class II resin based composite restorations in vitro. *Operative Dentistry*. Vol 31, 1, 97-105
70. Holtan JR, Nystrom GP. (1.990). Microleakage and marginal placement of a glass-ionomer liner. *Quintessence International*. Vol. 21, 2, 117-122
71. Hotta (1.992) Effects of 4_MET on bond strenght and penetration of monomers into enamel. *Dental materials*. Vol. 8, 173-175 Lopez Guilherme, Franke
72. Huang, X., Pucci, C. R., Luo, T., Breschi, L., Pashley, D. H., Niu, L., & Tay, F. R. (2017). No-waiting dentine self-etch concept — Merit or hype. *Journal of Dentistry*, 62(May), 54–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.007>
73. Jacobsen T, Soderholm. (1.995) Some effects of water on dentin bonding. *Dental Materials*. Vol 11, 132-136.

74. Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. (2000). Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dental materials*. Vol 16, 41-47.
75. Kanca J (1.992) Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *JADA* Vol 123, September, 35-42
76. Kays BT, Sneed WD. (1.991). Microharness of class II composite resin restorations with different matrices and light positions. *Journal of Prosthetic Dentistry*. Vol. 65, 4, 487-490
77. Khaldoan H., Hamdi H. y Salah H. (2018) Effect of smear layer deproteinization on bonding of self-etch adhesives to dentin : a systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod*, 43(2), 1–16.
78. Kinomoto y Torii 1.998) Photoelastic analysis of polymerization contraction estres in resin composite restorations. *Journal of dentistry*. Vol. 26, 2, 165-171
79. Krejci I y Lutz F. (1.991). Marginal adaptation of class V restorations using different restorative techniques. *Journal of dentistry* Vol. 19, 1, 24-32
80. Lambrechts P, Vanherle G. (1.982). Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. *J Oral Rehabil*. Vol. 9, 169-182
81. Legler LR. (1.989). Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on the shear bond strength of an orthodontic resin to enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. Vol. 96, 485-492.
82. Leinfelder K. (1994) Restoration of Abfracted Lesions. *Compendium* . Vol 15, N° 11, 1396-1400.
83. Loguercio A, Reis A, Mazzocco K, Dias A, Busato A, Singer J, Rosa P. Microleakage in class II composite resins restorations: total bonding and Open sandwich technique(2002). *Journal adhesive dentistry*. Vol 4, 137-144.
84. Loomans BAC, Opdam NJM, Roeters FJM, Bronkhorst EM, Burgersdijk RCW. (2-006) Comparison of proximal contacts of class II resin composite restorations in vitro. *Operative Dentistry*. Vol 31, 6, 688-693.

85. Lopes G, Franke M, Maia H. (2.002). Effect of finishing time and techniques on
86. Lopez GC, Vieira LCC, Monteiro S Jr, Caldeira de Andrada, Baratieri CM. (2003) Dentin Bonding: Effect of Degree of Mineralization and Acid Etching Time. *Operative dentistry*. Vol 28, N° 4,429-439.
87. Loshe 1.999 Marginal adaptation of class II composite fillings: guided Polimerization vs reduced light intensity. *Journal of adhesive dentistry*. Vol. 1, 1, 31-39
88. Lutz F, Krejci I, Barbakow F. (1.991) Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dental Materials*. Vol. 7, 2, 107-113.
89. Lutz F, Krejci y Barbakow. (1.992). The importance of proximal curing in posterior composite resin restorations. *Quintessence international*. Vol. 23, 9, 605-607.
90. Maciel , Carvalho R (1.996). The effect of acetone, ethanol, HEMA and air of the stiffness of human demineralized dentin. *J Dent Res*. Vol.75, 1, 1851-1858
91. Margarete y Maia Hamilton (2.002) Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *J Prosthetic Dentistry*. Vol. 88, 32-36.
92. Matsumoto H, Gres JE, Marker VA. (1.986). Depth of cure of visible light-cured composite resin, clinical simulation. *J Prosthetic Dentistry*. Vol. 55, 574-578
93. Mehl A , Hickel R y Kunzelmann. (1.997). Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without softstart- polymerization microtensile bond strength to dentin. *Dental Materials*. Vol. 20, 579-585
94. Mixson JM, Eick JD, Tira DE y Moore E. (1.989).The effect of rinse volumes and air/water rinse pressures on enamel composites resin bond strength. *Journal of prosthetic Dentistry*. Vol. 62, 522-526
95. Mjor y Qvist (1.997) Marginal failures of amalgam and composite restorations. *Journal of dentistry*. Vol. 25, 1, 25-30

96. Moreira da Silva E, Dos Santos GO, Guimaraes JGA, Barcellos AAL, Sampaio EM. (2.007) The influence of C-factor, flexural modulus and viscous flow on gap formation in resin composite restorations. *Operative Dentistry*. Vol. 34, 4, 356-362
97. Mullejans R, Badawi MOF, Raab WHM, Lang H (2.003) An in vitro comparison of metal matrices and transparent matrices used for bonded class II resin composite restorations. *Operative dentistry*. Vol. 28, 2, 122-126
98. Nakabayashi N, (1.992). Identification of a resin dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: Durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int.* Vol. 23, 135-141
99. Nakabayashi N, Saimi Y. (1.996). Bonding to intact dentin. *J Dent Res*. Vol 75, 9, 1706-1715
100. Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dental materials*. Vol 8 125-130.
101. Nakabayashi N, Pashley D. (1.998). Hybridization of dental hard tissues. Ed. Quintessence.
102. Nakaoki Y, Nikaido T, Pereira P.N.R, Inokoshi S, Tagami J. (2.000) Dimensional changes of demineralized dentin treated with HEMA primers. *Dental Materials*. Vol 16, 441-446
103. Nikolaenko Sergej, Ulrich Lohbauer, Matthias Roggendorf, Anselm Petschelt, Walter Dash (2.004) Influence of c- factor and layering technique on _
104. Northeast R, Van Noort (1.988) Surface characteristics of finished posterior composite resins. *Dental Materials*. Vol. 4, 278-288
105. Nystrom GP, Holtan JR, Phelps RA, Becker WS, Anderson TB. (1.998). Temperature and humidity effects on bond strength of a dentinal adhesive. *Operative Dentistry*. Vol 23, 138-143
106. Ohsawa T. (1.972). Studies on solubility and adhesion of the enamel in pre treatment for caries preventive sealing. *Bul Tokio Dent Coll*. Vol. 13, 65-82.
107. Okuda M, Pereira PNR, Nakajima M, Tagami J. (2.001). Relationship between nanoleakage and long term durability of dentin bonds. *Operative Dentistry*. Vol 26, 482-490

- 108.Omran, T. A., Garoushi, S., & Abdulmajeed, A. A. (2016). Influence of increment thickness on dentin bond strength and light transmission of composite base materials. *Clinical Oral Investigations*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1953-6>
- 109.Opdam N, Roeters J, Peters C:R:B, Burgersdijk R, teunis M. (1.996). Cavity wall adaptation and voids in adhesive class I resin composite restorations. *Dental Materials*. Vol 12, 230-235
- 110.Operative Dentistry. Vol. 13, 181-185
- 111.Ouellet David. (1.995). Considerations and techniques for multiple bulk-fill direct posterior composites. *Compendium*. Vol 16, 12, 1212-1224
- 112.Owens B.N. (2006) Alternative Rubber Dam Isolation Technique for the Restoration of Class V Cervical Lesions. *Operative dentistry*. Vol 31-2, 277-280.
- 113.Park JY, Chae HK, Rawls HR. (1999) Development of a new Photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dental materials*. Vol 15, 120-127.
114. Parra M. y Garzón H. (2012) Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*; 24(1): 133-150.
- 115.Pashley D, Pashley E, Carvalho R, Tay F. (2.002). The effects of dentin permeability on restorative dentistry. *Dent Clin N Am*. 46, 211-245.
- 116.Pashley D, Sano H, Ciuccihi B, Yoshiyama M, Carvalho R. (1.995) Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dental Materials*. Vol 11, 117-125
- 117.Pashley DH, y Carvalho RM. (1997)Dentin permeability and dentin adhesion. *Journal of dentistry*. Vol 25, N° 5, 355-372.
- 118.Pashley DH. (1.991).The clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthet Dent*. Vol. 66, 777-781.
- 119.Pashley DH. (1.993). Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int*. Vol. 24, 618-631
- 120.Pashley E, Tao L, Derkson G, Pashley D.H.(1.989) Dentin permeability and bond strengths after various surface treatments. *Dental Materials*. Vol 5, 375-378

121. Pashley E, Zhang Y, Lockwood P, Rueggeberg F, Pashkey D. (1998) Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. *Dental materials*. Vol 14, 6-10
122. Pedrosa, V. O., Mantovani, F., França, G., Turssi, C. P., Lucisano, F., Teixeira, L. N., & Martinez, E. F. (2018). Archives of Oral Biology Effects of caffeic acid phenethyl ester application on dentin MMP-2, stability of bond strength and failure mode of total-etch and self-etch adhesive systems. *Archives of Oral Biology*, 94, 16–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.06.012>
123. Perdigao J, Lopes M. (1999). Dentin Bonding-State of Art 1999. *Compendium*. Vol 20, 12, 1151-1161
124. Perdigao J, Swift E.J, Denehy G:E, Wefel J.S, Donly K.J. (1994) In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J Dent Res*. Vol 73, 1, 44-55
125. Perdigao J, Van Meerbeek B, Lopes M.M, Ambrose W.W. (1999) The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dental Materials* Vol 15, 282-295
126. Perdigao J, Ramos J, Lambrechts P. (1997) In vitro interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. *Dental materials*. Vol 13, 218-227. .
127. Pereira R, Chinatelli A, Thomazatti, C. (2002). Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Dental Materials*. Vol 33. 450-456
128. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts, P, Van Meerbeek. (2005) Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental materials*. Vol 21, 864-881.
129. Peutzfeldt y Amussen (2004) Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *Journal of Dentistry*. Vol. 32, 2, 109-115
130. Pilo, R., Papadogiannis, D., Zinelis, S., & Eliades, G. (2017). Setting characteristics and mechanical properties of self-adhesive resin luting agents. *Dental Materials*, 33(3), 344–357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.01.004>

131. Pinna, R., Usai, P., Filigheddu, E., & Garcia-godoy, F. (2017). The role of adhesive materials and oral biofilm in the failure of adhesive resin restorations. *American Journal of Dentistry*, 30(5), 232 – 292.
132. Ramos, RP. Chimello, DT. Chinelatti, MA. Dibb, RGP. Mondelli J. (2000). Effect of three surface sealants on marginal sealing of class of Class V composite resin restorations. *Operative Dentistry. Vol 25. 448-453*
133. Reis A, Loguercio A, Carvalho R, Grande R. (2004). Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dental Materials. Vol 20, 669-676*
134. Retief DH. (1986). A laboratory evaluation of three etching solutions. *Dent Mater. Vol. 2, 202-206* Rueggeberg F, Jordan D. (1993). Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int J Prosthodont. Vol 6, 364-370*
135. Rueggerberg.F. Effect of light- Tip Distance on Polymerization of resin composite.(1993). *Int J Prosthodont. Vo 6, 364-370.*
136. Rupp N W. (1979). Clinical placement and performance of composite resin restorations. *J Dent Res. Vol. 58, 5, 1551-1557*
137. Sakaguchi RL, Wiltbank BD, Murchison CF.(2004). Contraction force rate of polymer composites is linearly correlated with irradiance. *Dental Materials. Vol 20, 402-407.*
138. Sano H, (1994). Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent. Vol. 19, 59-64*
139. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews, Pashley D. (1995). Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. *Oper Dent. Vol. 20, 18-25.*
140. Sano H, Yoshikawa T, Pereira P.N.R, Kanemura N, Morigami M, Tagami J. (1999). Long-term Durability of Dentin Bonds made with a self-etching Primer in vivo. *J Dent Res. Vol 74, 8, 909-911*

141. Santos GO, Santos MEO, Sampaio EM, Silva EM. (2009). Influence of C-factor and light-curing Mode on gap formation in resin composite restorations. *Operative Dentistry*. 34, 5, 544-550
142. Schroeder, M., Carlos, I., Bauer, J., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2018). Influence of adhesive strategy on clinical parameters in cervical restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 62(May 2017), 36–53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.006>
143. Setcos, James. Tarim Berna. Suzuki Shiro. (1999) Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. *Quintessence Int. Vol 30. 169-173*
144. Silverstone, L. M (1975). Variation in the pattern of acid etching of human enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res. Vol. 9, 5, 373-387.*
145. Small, W. Bruce. (2002). The rubber Dam- A First Step Toward Clinical Excellence. *Compendium. Vol 23.Nº3, 276-282.*
146. Stahl F, Ashworth HS, Jandt DK, Mills WR. (2000). Light-emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomaterial. Vol. 21, 1379-1385*
147. Stavridakis MM, Kakaboura AI, Ardu S, Krejci I. (2007). Marginal and internal adaptation of bulk-filled class I and cuspal coverage direct resin composite restorations. *Operative Dentistry. Vol 32, 5, 515-523*
148. Summitt JB, Chan DCN, Burgess JO, Dutton FB (1992) Effect of rinse time on microleakage between composite and etched enamel. *Operative dentistry. Vol 18, 37-40*
149. Summitt JB, Chan DCN, Burgess JO, Dutton FB (1992). Effect of air/water rinse versus water only and of five rinse times on resin to etched enamel shear bond strength. *Operative Dentistry* 17, 142-151
150. Swift EJ, Perdigo J, Heymann HO. (1995). Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int. Vol. 26, 95-110*

151. Swift EJ. (1992). Bond Strengths of scotchbond Multi purpose to moist dentin and enamel. *Am J Dent*. Vol. 5, 318-320
152. Szep S, Holger F, Kenzel B, Gerhardt T, Heidemann D (2001). Comparative study of composite resin placement: Centripetal buildup, versus incremental technique. *Pract Proced Aesthet Dent*. Vol. 13, 3, 243-250
153. Tagami J, Hosoda H, Fusayama T. (1998). Optimal technique of etching enamel
154. Takamizawa, T., Watanabe, H., William, W., Latta, M. A., Tsujimoto, A., Jhonson, B., Miyasaki, J. (2017). Comparison between universal adhesives and two-step self-etch adhesives in terms of dentin bond fatigue durability in self-etch mode. *Eur J Oral Sci* 2017; 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1111/eos.12346>
155. Tao L, Pashley H.D. (1988) Shear bond Strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. *Dental Materials*. Vol 4, 371-378.
156. Tarkany, R., Tarkany, R., Velarde, S., Mandic, L., José, R., Junqueira, R., Cep, S. (2017). Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials Titanium tetra fluoride incorporated into a two-step self-etching adhesive system: physico-mechanical characterization and bonding stability. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 75, 197–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.07.021>
157. Tay F.R, Pashley D.H, Yoshiyama M. (2002). Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res*. Vol 87, 7, 472-476
158. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei S.H.Y (1994). Structural evidence of a sealed tissues interface with total etch wet bonding technique in vivo. *J Dent Res*. Vol. 73, 629-636
159. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei S.H.Y (1995). Variability in microleakage observed in a total etch, wet bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res*. Vol. 74,5, 1168-1178
160. Tjan A, Bergh B, Linder C. (1992). Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent*. Vol 67, 62-66

161. Toldis K, Nobecourt A, Randall R. (1998) Effect of a resin –modified glass ionómero liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. *Dental materials*. Vol 14, 417-423.
162. Van Meerbeek B, De Munk J, Yshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. (2003) Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative dentistry*. Vol 28, 3, 215-235
163. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. (2001) Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Operative Dentistry*. Vol 26 (Supplement 6) 119-144.
164. Venturini D, MS Cenci, FF Demarco, GB Camacho, JM Powers (2006) Effect polishing techniques and time on roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Operative Dentistry*. Vol. 31, 1, 11-17
165. Versluis A, Douglas WH, Cross M; Sakaguchi RL (1996) Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses. *J Dent Res* 75: 79. 871-878
166. Versluis Antheunis, Tantbirojn Daranee, Pintado Maria, DeLong Ralph, William Douglas. (2004). Residual shrinkage stress distributions in molar after composite restoration. *Dental Materials*. Vol. 20, 554-564
167. Villat, C., Attal, J., Brulat, N., Decup, F., Doméjean, S., Dursun, E., Grosgeat, B. (2016). One-step partial or complete caries removal and bonding with antibacterial or traditional self-etch adhesives : study protocol for a randomized controlled trial, *Biomed Central*, 2016, 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1484-0>
168. Wang, R., Shi, Y., Li, T., Pan, Y., Cui, Y., & Xia, W. (2017). Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin. *Journal of Dentistry*, 62(January), 72–80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.010>
169. Yap AU, Ang HQ, Chong KC. (1998). Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems. *J Oral Rehabil*. Vol. 25, 871-876

170. Yap AU, Wong, M.L. Lim A.C. (2.000). The effect of polishing systems on microleakage of tooth coloured restoratives. Part 2: Composite and polyacid-modified composite resins. *Journal of oral Rehabilitation*. Vol 27; 205-210
171. Yap AUJ, Soh MS, Han VTS, Siow KS. (2004) Influence of curing lights and modes on cross-link density of dental composites. *Operative dentistry*. Vol 29, N° 4, 410-415.
172. Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. (2.002) Post-gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization. *Operative Dentistry*. Vol 27, 81-87
173. Yoshikawa, Sano; Burrow, Tagami y Pashley. (1.999). Effects of dentin depth and 898-905
174. Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M, Sano H, Tagami J. (2001) Relationship between adhesive Thickness and microtensile bond strength. *Operative Dentistry*. Vol 26, 97-104.
175. Zhengdi He, Yasushi Shimada, Junji Tagami (2.007). The effect of cavity size and incremental technique on micro-tensile bond strength of resin composite in class I cavities. *Dental Materials*. Vol. 23, 533-538.