

UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DOCTORADO EN CIRUGÍA DENTAL
TALLER DE INVESTIGACIÓN



Universidad Evangélica
de El Salvador

TESIS DE GRADUACIÓN

“Evaluación de la efectividad de diferentes protocolos de pulido en resinas Bulk-Fill mediante la medición del ángulo de contacto”.

Estudiantes:

López Castellanos, José Rafael

Melara Novoa, Eduardo Enrique

Tobar Osorio, Gabriel Ernesto

Asesor:

Dr. Javier Francisco Roque Trujillo

Coordinadora Taller de Investigación:

Dra. Yesenia Arévalo de Roque

San Salvador, 16 de octubre 2020

Índice de contenido.

Resumen.....	3
Introducción	4-5
Capítulo I: Planteamiento del Problema	6
Situación Problemática	6-7
Enunciado del Problema	7
Objetivo de la Investigación	7
Contexto del Estudio	7-8
Justificación del Estudio	8-9
Capítulo II: Fundamentación Teórica	10-27
Hipótesis o Supuestos Teóricos	27
Capítulo III: Metodología de la Investigación.	28-34
Documentación	30
Unidades de Análisis	30
Procesos de Medición	30-32
Análisis de Resultados	33
Matriz de Congruencia	33-34
Capítulo IV: Discusión y análisis de resultados	35-52
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	53-55
Conclusiones	53
Recomendaciones	54-55
Bibliografía	56-60
Anexos	
Ficha de Documentación	61
Estrategias de utilización de resultados	62
Fotografías	62- 84

Resumen.

El enfoque clínico de la presente investigación, es un estudio de la efectividad de los protocolos de pulido más utilizados en nuestro medio, valorando el protocolo que presenta mejores resultados a través de la medición de la humectancia por medio del ángulo de contacto. La importancia, relevancia teórica y práctica recae en la valoración del protocolo de pulido proveedor de mejores características físico-mecánicas, estéticas y ópticas sobre la superficie de la resina Bulk Fill, permitiendo mayor longevidad al material restaurador.

El énfasis de la investigación fue evaluar tres sistemas de pulido, los cuales previamente pasarían por un proceso de acabado uniformizado a los tres grupos. Una vez finalizado el acabado, se procedió al pulido implementando tres métodos: cepillo impregnado carburo de silicio, serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría) y copas de caucho recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría).

El estudio se llevó a cabo in vitro, usando 30 discos de 2mm de espesor por 4 mm de diámetro, elaborados con resina Filtek Bulk Fill de 3M ESPE usando moldes, cada uno fue fotopolimerizado colocando una lámina de celuloide sobre la superficie para evitar la presencia de la capa inhibida por oxígeno, evitando se afecte la dureza del material. Posteriormente los discos fueron subdivididos en tres grupos de 10 unidades cada uno, identificados con los códigos A, B y C, cada disco recibió la numeración del 1 al 10, siendo numerados como por ejemplo:(A1, A2, A3) y así sucesivamente para cada grupo. A cada grupo de discos se realizó la medición del ángulo de contacto implementando para ello tres sustancias: Agua purificada, agua destilada y Cloruro de sodio al 12%.

En conclusión, y basado en los resultados del presente estudio, se puede establecer que a pesar que existen diferencias entre las medias de los ángulos de contacto obtenidas en la resina Bulkfill empleando los sistemas de pulido evaluados, éstas son muy cercanas entre sí, por lo que podría establecerse que los tres protocolos de pulido son eficientes en cuanto a la lisura que proveen.

PALABRAS CLAVE: Bulk fill, pulido, acabado, discos, ángulos de contacto, lisura.

Introducción.

El enfoque clínico que se llevó a cabo en la presente investigación, fue un estudio de la efectividad de los protocolos de pulido más utilizados en nuestro medio, valorando el protocolo que presenta mejores resultados. La importancia, relevancia teórica y práctica recae en la valoración del protocolo de pulido proveedor de mejores características físico-mecánicas, estéticas y ópticas sobre la superficie de la resina Bulk Fill, permitiendo mayor longevidad al material restaurador.

El pulido de la superficie es el paso final para brindar estética en operatoria dental, su fin es armonizar las restauraciones con las estructuras dentarias y anatómicas circunvecinas de modo que el trabajo restaurativo resulte bello, expresivo e imperceptible.¹ Son múltiples los materiales que se utilizan en Odontología restauradora para reestablecer o replicar las propiedades físicas y/o mecánicas de las estructuras anatómicas dentales dentro del sistema estomatognático.

Los sistemas de pulido o el protocolo de pulido es un paso no siempre incluido dentro de una restauración estética, debido posiblemente a la poca colaboración por parte del paciente una vez finalizada la restauración de resina y la falta de costumbre por parte del odontólogo de realizar el pulido por diversas razones, como la falta de conocimiento en los protocolos adecuados u inclusive el tipo de material adecuado para la resina utilizada. Las irregularidades en las superficies de una restauración que resultan del acabado y pulido inadecuados pueden crear problemas a nivel clínico, incluyendo manchas, acumulación de placa, degradación de la restauración e inflamación gingival.² Además, las superficies rugosas en las áreas de contacto oclusal inducen fricción, lo que lleva al desgaste en la superficie del diente opuesto u antagonista. Por lo tanto, los procedimientos apropiados de acabado y pulido son importantes para obtener la estética deseada.

El fracaso de una obturación de resina y un desgaste excesivo a causa de un sistema de pulido abrasivo que hace perder la anatomía dental son algunos de los puntos débiles de todo profesional de la odontología. Entre los beneficios que presenta una restauración con superficie pulida, están la disminución en la adherencia de los microorganismos y restos alimenticios, sensación de continuidad entre el tejido dental y la superficie de la restauración (irregularidades superiores a los quince micrones en la cavidad bucal son interpretados por el sistema nervioso central como desagradables desde el punto de vista sensitivo);² resalta las propiedades estéticas de la resina, igualando el brillo de las mismas con respecto a las piezas adyacentes, redefinir la anatomía, eliminar la capa inhibida, eliminar los excesos de material, evitar el cambio de coloración de la resina compuesta a lo largo del diente y reducir el riesgo de aparición de caries secundarias, entre otras propiedades.²

Entre los objetivos planteados en la presente investigación están determinar el protocolo de pulido más efectivo que brinde el mejor pronóstico de la restauración, siendo algunos de los sistemas de pulido utilizados en el área estética de la odontología (cepillos de silicón recubiertos en Carburo de silicio y óxido de aluminio, piedras de Arkansas, discos

Soflex, y fresas multilaminadas de Tungsteno) a través de la medición del ángulo de contacto de la superficie pulida.

Se justifican investigaciones adicionales teniendo en cuenta que pocos estudios han evaluado las diferentes texturas de superficie producidas después de pulir composites. Este estudio in vitro evaluó la eficiencia de protocolos de pulido de la superficie de resina Bulk Fill a través de la medición del ángulo de contacto.

Capítulo I. Planteamiento del Problema

Situación problemática

Las resinas compositas son de los materiales más ampliamente utilizados en Odontología restauradora debido a que comparten muchas de las propiedades físico mecánicas y ópticas del tejido dental en términos de color, resistencia, forma y textura.¹

La textura superficial es un factor importante en la longevidad de las resinas. Los estudios de seguimiento a largo plazo han demostrado que una superficie rugosa puede comprometer el color y el brillo, conducen a una mayor acumulación de placa, y favorecen el desarrollo de caries secundaria, la cual es una de las principales razones del fracaso de restauraciones de resina (alrededor del 38% en 30 años).¹

El pulido reduce la aspereza y elimina los rasguños creados en los pasos anteriores de tallado. A lo largo de los años se han introducido muchos sistemas de pulido (con uno o varios pasos), incluyendo fresas de diamante, fresas de acabado de carburo multilaminadas y discos abrasivos recubiertos con óxido de aluminio cuyo objetivo es crear la superficie más lisa en el menor tiempo posible.¹

La efectividad del pulido es medida en función de la rugosidad de la superficie de la restauración, el brillo y la observación anatómica de estructuras circunvecinas, así como factores morfológicos como tal. Si bien estas características proporcionan información útil sobre las propiedades de la superficie después del acabado y el pulido, son menos útiles para comprender las interacciones químicas entre las superficies pulidas y las sustancias adheridas en el entorno oral (p. Ej., Glucoproteínas salivales, placa y manchas).²

A nivel nacional muchos profesionales de la odontología no toman en cuenta la importancia debida al pulido y su efectividad, por lo que muchas restauraciones acaban en fracaso o en complicaciones secundarias anteriormente mencionadas. Ante la salida de la amalgama de Plata como opción restauradora en el sistema público nacional, a causa del desuso a nivel mundial debido a la liberación de mercurio, restauraciones altamente invasivas, riesgo de fracturas dentales por extensión de la preparación dental, entre otras. Las amalgamas poseen propiedades mecánicas ideales para soportar fuerzas masticatorias, pero, una de los mayores inconvenientes aparte de los mencionados anteriormente es la estética; debido a ello surge la interrogante de cuál es el material ideal para las condiciones actuales, y las características fisicoquímicas de la resina que asemejan al tejido dental² pueden convertirse en una excelente opción para prescindir de la amalgama.

En términos generales, las resinas tipo Bulkfill se han adoptado ampliamente debido a su capacidad para reducir el estrés de contracción junto con la cantidad de pasos clínicos necesarios, pudiéndose realizar capas con espesores de hasta 4 mm con la irradiación de luz adecuada. Aunque la superficie y las propiedades mecánicas de estos materiales son suficientes para su uso en áreas de alta tensión, la información disponible en sus

características de superficie o pulido es limitada en comparación con los compuestos de resina de relleno de baja viscosidad.³

Enunciado del problema

- ¿Cuál es el protocolo de pulido más efectivo en resinas Bulk Fill en 30 discos de moldeo en la Universidad Evangélica de El Salvador durante el periodo de julio a septiembre de 2020?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

- Determinar el protocolo de pulido más efectivo sobre la superficie de discos de resina Bulk Fill.

Objetivos Específicos

1. Medir el ángulo de contacto sobre la superficie de discos de resina bulkfill a las que se ha aplicado un protocolo de pulido con cepillo impregnado carburo de silicio (un solo paso)
2. Medir el ángulo de contacto sobre la superficie de discos de resina bulkfill a las que se ha aplicado un protocolo de pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría)
3. Medir el ángulo de contacto sobre la superficie de discos de resina bulkfill a las que se ha aplicado un protocolo de pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría).

Contexto del Estudio

En la práctica, las superficies de las restauraciones de resina composita están directamente expuestas a la degradación por ataque de biopelículas, erosión ácida, sorción de agua, estrés oclusal y térmico, degradación enzimática y otras fuentes.⁵

Por lo tanto, es necesario determinar las propiedades de superficie de las restauraciones de resina composita para comprender la relación entre las fuentes de degradación y la superficie de restauración. En el presente estudio, se evaluó la superficie de resinas Bulkfill y fueron comparados diferentes protocolos de pulido midiendo el ángulo de contacto de diversas sustancias sobre la superficie del material restaurador.

El estudio se llevó a cabo in vitro, usando discos de resina Bulk Fill, a los cuales se aplicaron los diferentes protocolos de pulido, todo dentro de las instalaciones del área Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador, sobre

los discos se aplicó una sustancia para medir el ángulo de contacto, determinando así la energía de superficial de la resina bulkfill.

Para la medición de los ángulos de contacto se utilizaron fotografías con lente Macro de 90, 100 o 105 mm con cámara réflex sensor APS-C, se utilizó el software Civilcad, Software diseñado para cubrir necesidades como en áreas de topografía, como cálculos de volumen y plataforma, dibujo de perfiles y secciones, dibujos automáticos de curvas de nivel, el cual es utilizado para analizar ángulos en imágenes con resultados precisos, realizar planos y mediciones relacionadas con instalaciones hidráulicas.

Justificación del Estudio

A nivel mundial se ha librado por muchas décadas una lucha para sacar de circulación a la amalgama de plata, esto debido a muchos factores. Desde el comienzo del uso de mercurio en la odontología, se planteó la interrogante si puede producir efectos adversos locales o generales en el ser humano. Los compuestos mercuriales que tienen mayor importancia en odontología son los vapores de mercurio elemental y estos son absorbidos en un 80-90% por el tracto respiratorio llegando hasta los alveolos y penetran al torrente sanguíneo. La utilización del mercurio en odontología genera un riesgo importante para el odontólogo por ejemplo el inhalar sus vapores durante la preparación e inserción de la amalgama fresca o antigua al ser retiradas. Esto se intensifica sino se emplean medidas de control adecuadas al ser manipuladas y al ser desechadas ya que estas pueden esparcirse en el lavamanos, piso, mesa de trabajo, paredes, alfombras, etc. La principal razón de su desuso recae en la implementación que no es acorde a la filosofía actual de mínima invasión, en la actual escuela de odontología restauradora.³

En El Salvador, el Ministerio de Salud se ha unido a la causa mundial para el desuso de la Amalgama Dental y ha iniciado dicho proceso, tanto en el Sistema Nacional de Salud como en el Seguro Social, ante dicha medida, las resinas Bulkfill constituyen una adecuada opción a las amalgamas de plata, gracias a sus propiedades físico mecánicas, de profundidad de curado y el hecho de poder ser usadas en incrementos grandes, lo que facilita su implementación en el sistema nacional de salud, donde el tiempo de trabajo es importante. En lo que respecta a la mecánica y sus propiedades tales como dureza resistencia a la flexión, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción, la resinas Bulkfill poseen buenas características fisicomecánicas representando una manera más eficiente para el flujo de trabajo actual con las demandas que lo requiere.⁴

La mejora de las propiedades superficiales de los biomateriales ha ido creciendo en importancia en la industria moderna.⁶ El adecuado acabado y pulido de restauraciones dentales son importantes para promover un ambiente sin placa y para mejorar la estética y la longevidad de la restauración.⁶

Una superficie altamente pulida y lisa disminuye la tasa de acumulación de placa y cálculo; y reduce la decoloración superficial. Se ha reportado que la placa se acumula en muestras compuestas con una rugosidad superficial de 0,7-1,44 μm .⁷ Un acabado de

superficie lisa es clínicamente necesario porque la presencia de irregularidades de la superficie de pobre acabado y pulido puede conducir a las manchas, placa, irritación gingival, caries recurrentes, agresividad, desgaste cinético, y la percepción táctil por el paciente.⁷ La eliminación de la capa superficial más externa por procedimiento de acabado tendería a producir una superficie más dura, más resistente al desgaste y, por lo tanto, más estéticamente estable.

El presente estudio tiene una gran importancia en el ámbito teórico, ya que brindará información a la comunidad odontológica sobre la presencia de una resina de un solo incremento en nuestro país llamada "Bulk Fill" la cual se encuentra en el mercado nacional desde hace un par de años y se continúa investigando sobre sus propiedades y resultados clínicos a largo plazo.

También tiene importancia en el ámbito clínico, porque proporcionará información a considerar al momento de realizar restauraciones con resinas bulkfill en cuanto a los momentos de pulido y de esta manera optar por seleccionar a un material o protocolo que posea mejores propiedades físicas y no solo considerar el factor estético y económico.

La investigación es factible debido a que no involucra directamente una intervención en pacientes, inconveniente actual que imposibilita en gran medida al gremio odontológico por la pandemia COVID-19. Es más bien una práctica que se llevará a cabo en espacios desinfectados y seguros para realizar las pruebas pertinentes como en los laboratorios de las instalaciones de la Facultad de Odontología siendo de esta manera un estudio in-vitro que nos permite investigar y presentar resultados utilizando únicamente materiales dentales, lo que permite un análisis de diversas pruebas de forma veraz y significativo en tiempos de pandemia.

Capítulo II. Fundamentación Teórica

Los materiales de resina se utilizan cada vez más para los dientes posteriores como una opción a la amalgama, tanto por la mayor similitud a la estructura dental. Como en respuesta a las mejoras en las tecnologías de resina disponibles. Los avances tecnológicos en materia de biomateriales poliméricos, les confieren en la actualidad propiedades que las vuelven deseables para masificar su uso. Los adelantos específicos en materia de adherirse a la estructura dental, han permitido prescindir de elementos macro mecánicos de retención en las preparaciones cavitarias, lo cual ha llevado indefectiblemente a una reducción en la extensión de las mismas, permitiendo así conservar mayor cantidad de tejido dentario remanente y por consiguiente a mantener la resistencia estructural de los tejidos a diferencia de las restauraciones de amalgama de plata, lo que contribuye a un mayor aumento en la popularidad de las resinas compuestas.⁷

Es hace más de medio siglo que aparecieron los sistemas resinosos en la odontología; hacia la década de los 40 eran utilizadas las resinas acrílicas que tenían su proceso de polimerización por un proceso de quelación y se los podía encontrar en presentación pasta-pasta o polvo y líquido, lo que dificultaba su manipulación ya que tenían un tiempo establecido para realizar la mezcla sin alterar las propiedades del material. Quince años después, nace la odontología adhesiva con el uso del ácido ortofosfórico, ya en 1962, Bowen revolucionó los composites dentales con la introducción del monómero Bis-GMA que permitía la polimerización en cadenas lineales. Ya en los años 70, las resinas de fotocurado se introducen en el mercado, utilizando luz ultravioleta que por su poca penetración fue reemplazada por la luz visible, pudiendo mencionar que hoy en día los materiales resinosos de fotopolimerización han masificado el mercado, pues obtienen mejores bondades frente a los composites autopolimerizables.⁸

Con el pasar de los años la contracción de polimerización fue notándose como uno de los problemas principales en las restauraciones resinosas, por lo que se fueron acoplando estrategias para lograr reducirla, principalmente con un aumento en la cantidad del relleno y por lo tanto una menor proporción de resina de metacrilato.⁸

Se pueden emplear varios abordajes para la elección de materiales poliméricos como opción restauradora. En la actualidad, la implementación de resinas compuestas exige el cumplimiento de varios pasos que requieren de ciertas habilidades y destrezas, además que deben ser seguidos al "pie de la letra" para que puedan ser implementados de forma segura y predecible en zonas de gran actividad funcional, por ejemplo, para su colocación se recomienda el uso de la técnica incremental, la cual consiste en colocar el material gradualmente en capas de 2 mm o menos.⁸ Esta técnica para restaurar los dientes da como resultado una mejor penetración de la luz y una mejor polimerización de la resina compuesta, así como la reducción del factor de configuración de la preparación, deflexión de la cúspide, tensiones de contracción de polimerización, etc.; y asegura que la resina se adhiera mejor a las paredes de la preparación.⁸ Sin embargo, como ya se mencionó es necesaria cierta pericia, sin la cual se pueden presentar inconvenientes tales como la existencia de espacios vacíos entre los incrementos, la

dificultad de manipulación para la colocación de los incrementos en una preparación cavitaria más conservadora, y uno de los factores más importantes o más discutidos sobre la técnica, que es el largo tiempo necesario para acomodar y polimerizar cada incremento.⁸ En la actualidad se ha intentado superar dichas dificultades a través de modificaciones en las técnicas de restauración (uso de Clorhexidina para inactivación de metaloproteinasas, grabado selectivo, uso de acondicionadores dentinales, aumento en la cantidad de relleno en la fase inorgánica, etc.) así como también diversos abordajes con usos de lámparas de fotocurado de alta eficacia, pero entre las opciones disponibles se encuentra el uso de resinas “Bulkfill” incorporando incrementos mayores de 4 mm sin presentar los inconvenientes anteriormente mencionados.

Con el fin de brindar materiales que ayudaran a hacer frente a los retos de la técnica incremental, y también para ofrecer un material alternativo a la amalgama, a finales de la década de los noventa se lanzaron al mercado las resinas de aplicación en bloque. Estos materiales presentaban una viscosidad alta y contenían una alta carga de material de obturación. Los fabricantes decían que el material se comportaba como la amalgama y que su rigidez ayudaba a formar contactos. Además, se afirmaba que muchas de esas resinas tenían la capacidad de colocarse en bloque, es decir, en incrementos de 4-5 mm. Sin embargo, la alta viscosidad de esos materiales dificultó su adaptación a los bordes.^{9,10} Se determinó que la profundidad real de la polimerización de estos materiales era menor de lo que se aseguraba.¹¹ Incluso si la polimerización era aceptable, las consecuencias clínicas del estrés por contracción se hicieron más relevantes con capas más gruesas (4-5 mm). Los estudios han demostrado que muchos de esos materiales siguen presentando un alto grado de estrés y contracción como resultado de la polimerización.¹¹

En un esfuerzo por superar muchas de las desventajas que puede representar la técnica incremental para la colocación de resinas, han surgido nuevos materiales restauradores que se comercializan como resinas “Bulk Fill”.

RESINAS BULK FILL

Las resinas Bulk Fill son materiales restauradores a base de resina que incorporan componentes que les confieren una mayor profundidad de polimerización, tensiones de contracción de polimerización disminuidas, y tasas de deflexión cusplídea, incluso pueden ser manejadas en incrementos de hasta 4 o 5 mm de grosor. Según algunos investigadores, los compuestos de Bulk Fill ofrecen una serie de ventajas, entre ellas se incluyen la simplificación del proceso de restauración y el ahorro de tiempo. Además, eliminan muchas de las desventajas asociadas con las técnicas incrementales, como el riesgo de contaminación y la formación de vacíos entre los incrementos.⁸

La primera resina Bulk-Fill apareció en el 2010, fabricada por la casa comercial Dentsply, la cual ofrecía la aplicación de incrementos de hasta 4 mm de resina, posteriormente fueron apareciendo otras en diferentes casas comerciales, las cuales podrían compararse con resinas fluidas y eran indicadas para clases I y II de Black, las mismas, necesitaban una cubierta o capa de resina compuesta convencional hacia oclusal de 2

mm de espesor; con el tiempo, las Bulkfill aparecieron con una consistencia viscosa y ofrecían un fotocurado con 4 mm de espesor y sin la necesidad de la cubierta de resina convencional. La última variación de este tipo de resinas corresponde a la SonicFill™ de Kerr, la cual según sus fabricantes, puede llegar a utilizarse en incrementos de hasta 5 mm sin problemas en el fotocurado, esta resina es activada mediante un dispositivo sónico y tampoco necesita la cubierta resinosa convencional.⁸

En el mercado se encuentra disponible en: viscosidad baja (fluidas) indicadas para base cavitaria o restauración y viscosidad regular (convencionales) para restauraciones directas.¹² En algunos casos las combinaciones de componente influyen significativamente sobre la disponibilidad de las mismas.¹³

La posibilidad de colocar incrementos más gruesos se debe tanto a la evolución del fotoiniciador como al aumento de su translucidez, la matriz de estas resinas se basa en la modificación del di metacrilato de uretano (UDMA).¹⁴ Lo que permite comprender por qué las resinas Bulk fill presentan características similares a las nano híbridas convencionales, se justifica al profundizar en la composición de dichos composites, con la característica única que posibilita colocar incrementos de 4-5 mm en un solo bloque.

Composición

Algunas casas comerciales emplean una combinación de sílice no aglomerado / no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada / no agregada de 4 a 11 nm y un compuesto de zirconia / sílice agregados (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm) como material de relleno, además de trifloruro de iterbio en un aglomerado de partículas de 100 nm. La carga de material de relleno inorgánico es de aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen). Contiene AUDMA, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA.¹³

En 2009, Dentsply Sirona lanzó al mercado global el primer compuesto en sus resinas tipo Bulk fill con la incorporación de la tecnología de “Resina para Disminución del Estrés” por sus siglas en inglés (SDR)^{15,16} que posee una alta profundidad de curado, y ha exhibido un desempeño clínico excepcional y un gran éxito comercial debido a sus excelentes propiedades físicas y características de manejo notables. Después de la tecnología SDR, otros fabricantes importantes de productos dentales comenzaron a investigar y desarrollar productos similares. En 2014, las indicaciones de la tecnología SDR se ampliaron para incluir restauraciones posteriores en dientes deciduos (Clase I y II de Black) sin una capa de protección adicional. Se desarrolló para satisfacer necesidades clínicas adicionales, como la resistencia mecánica mejorada, la resistencia al desgaste y la radiopacidad que pueden mejorar en gran medida la eficiencia y la productividad de las restauraciones de composite cada vez mayores del clínico.^{15,16}

La matriz de resina contiene resina de dimetacrilato de uretano modificado TEGDMA; resina de dimetacrilato polimerizable; resina de trimetacrilato polimerizable; fotoiniciador de canforoquinona (CQ); foto acelerador de etil-4 (dimetilamino) benzoato; hidroxitolueno butilado (BHT); agente fluorescente y estabilizador UV. El relleno contiene vidrio silanado de bario-alumino-fluoro-borosilicato; vidrio de aluminio-fluoro-silicato de estroncio

silanado; sílices de humo tratadas en la superficie; fluoruro de iterbio; pigmentos sintéticos de óxido de hierro inorgánico y dióxido de titanio.^{15,16}

En resumen, la estructura de la resina Bulk fill proporciona un bajo estrés de contracción al sistema compuesto. El equilibrio optimizado de propiedades exhibido por la tecnología SDR es el resultado de la combinación de SDR con rellenos y otros componentes de formulación y esto varía entre fabricantes.^{15,16}

Las resinas de metacrilato tienen una tendencia inherente a contraerse durante la polimerización, y pueden hacerlo en distintos grados, dependiendo de los monómeros que se utilicen. Entre las modificaciones realizadas a la composición de las resinas Bulk Fill se tiene la incorporación de diferentes monómeros, por ejemplo un metacrilato aromático de alto peso molecular (Dimetacrilato de uretano aromático AUDMA, Figura 1), el cual disminuye la cantidad de grupos reactivos en la resina, lo cual ayuda a moderar la contracción volumétrica, así como la rigidez de la matriz polimérica en desarrollo y al final, que son los factores que contribuyen al desarrollo del estrés de polimerización.¹³

AUDMA

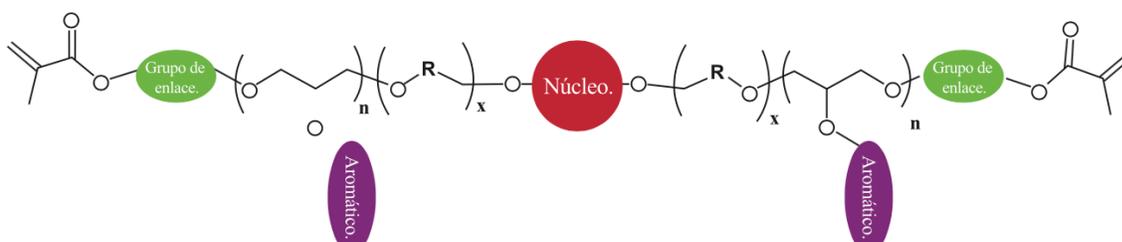


Figura 1: Estructura AUDMA. Fuente: Datos internos de 3M ESPE

Otro de los compuestos agregados a la fase orgánica de algunas resinas Bulkfill, son los llamados monómeros por adición- fragmentación (AFM, Figura 2), los cuales reaccionan para desarrollar polímeros, incluyendo la formación de enlaces cruzados entre cadenas adyacentes de polímeros. Los AFM contienen un sitio con un tercer reactivo que se desintegra a través de un proceso de fragmentación durante la polimerización. Este proceso da lugar a un mecanismo para la relajación de la cadena en desarrollo y la subsecuente disminución del estrés. Sin embargo, los fragmentos siguen conservando la capacidad de reaccionar entre sí o con otros sitios reactivos del polímero en desarrollo. De esta manera es posible aminorar del estrés, al mismo tiempo que se mantienen las propiedades físicas del polímero.¹⁷

AFM



Figura 2: Estructura AFM. Fuente: Datos internos de 3M ESPE

Por su lado, el alto peso molecular del UDMA, reduce de manera efectiva la contracción, a la vez que continúa creando una cadena resistente con gran cantidad de enlaces transversales. Al modificar las proporciones de estos monómeros de alto peso molecular, se desarrolló un sistema de resina con las propiedades de un material de relleno en bloque que puede esculpirse.¹³

Rellenos

Los materiales de relleno incluidos en las Bulk Fill fueron diseñados para maximizar la fuerza, la resistencia al desgaste y la radiopacidad, así como para minimizar la contracción y conservar la facilidad de manipulación. En algunos fabricantes como 3M, el sistema de relleno está optimizado con la adición de un aglomerado de partículas de trifluoruro de iterbio (YbF₃) de 100 nm, para incrementar la radiopacidad. Los rellenos restantes son una combinación de sílice no aglomerado / no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada / no agregada de 4 a 11 nm y un agregado de relleno de zirconia/silica (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm), lo que hace que la carga total de material de relleno inorgánico sea de aproximadamente 76.5 por peso (58.4% por volumen).¹³

Fotoiniciadores

Las Bulk fill tienen compuestos fotopolimerizables que se activan mediante radicales libres. Los fotoiniciadores absorben los fotones entrantes de la luz de curado, cuando la energía absorbida les excita, permite la formación de radicales libres (si hay uno o varios activadores) y esto desencadena la polimerización. A menudo no es posible polimerizar incrementos gruesos de manera confiable a menos que el material sea altamente translúcido o contenga cantidades algo limitadas de relleno inorgánico. Los sistemas iniciadores convencionales por sí solos no pueden curar incrementos de más de 2 mm de manera confiable.¹⁸

La canforoquinona es un iniciador ampliamente utilizado en la síntesis de polímeros, siendo usada en conjunto con un coiniciador, generalmente en forma de una amina aromática terciaria. La canforoquinona tiene un espectro de absorción de luz de aproximadamente 390 nm a 510 nm, con un pico de sensibilidad a 470 nm, es decir, luz visible en el rango azul; posee un tono amarillo intenso debido a sus propiedades de absorción, otros iniciadores como Lucirin TPO, un óxido de acil fosfina que se blanquea completamente después de la polimerización, tienden a ser preferidos para tonos de blanqueador compuestos o barnices protectores incoloros. El óxido de acilfosfina tiene un pico de sensibilidad considerablemente menor que la canforoquinona.¹⁹

Otras investigaciones han evaluado coiniciadores alternativos como el etil-4-dimetilaminobenzoato generalmente utilizado (EDMAB), incluyendo N, N - dimetilaminobencilo Alcohol, alcohol 4- (N, N - dimetilamino) fenetilo (DMPOH), y N, N - 3,5 - tetrametilnilina (TMA), que muestran diferentes niveles de contracción por polimerización.²⁰

Los nuevos foto iniciadores de germanio como el benzoil trimetil germanio (BTMGe) y el dibenzoil dietil germanio (DBDEGe) se prepararon a partir de predecesores comerciales

de germanio. Éstos demostraron baja solubilidad en agua, baja citotoxicidad y ausencia de acción de agentes mutagénicos. Asimismo, mostraron un efecto significativo más intenso a la absorción de luz en la región visible en comparación con la (canforoquinona) CQ. El uso de DBDEGe en particular en lugar de un sistema CQ-amina como foto iniciador en los materiales dentales mostró una serie de beneficios, tales como blanqueamiento significativamente mejorado de compuestos en comparación con los sistemas CQ / amina. También, DBDEGe tiene el potencial de reducir el tiempo de curado y el aumento de la profundidad de los compuestos. Finalmente, BTMGe y DBDEGe permiten La foto iniciación VIS sin amina para materiales dentales que contienen monómeros fuertemente ácidos, como los cementos autoadhesivos.²¹

Por su parte, el iniciador ligero Ivocerin - un derivado de dibenzoil germanio, permite la aplicación y el curado de restauraciones posteriores en incrementos mayores de hasta 4 mm, sin comprometer las propiedades ópticas del material compuesto, como la translucidez o el color.²²

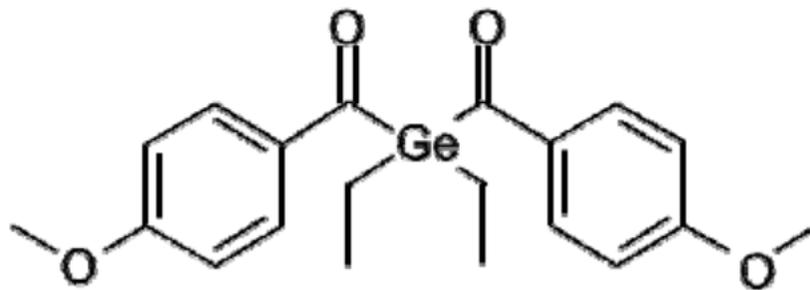


Figura 3: Fórmula estructural del fotoiniciador basado en germanio Ivocerin

El sistema iniciador estándar más Ivocerin da como resultado un material que presenta un máximo de absorción en el rango de luz azul de alrededor de 370 a 460 nm²² (más alto que la canforoquinona). Su alto coeficiente de absorción le vuelve más reactivo a la luz que la canforoquinona o que el óxido de acil fosfina (por ejemplo, Lucirin TPO), que permite que el material se polimerice más rápidamente y con una mayor profundidad de curado. En este sentido, actúa como un refuerzo de polimerización.

Clasificación de Resinas Bulkfill

Basado en su compleja composición, las resinas Bulk fill se presentan en la actualidad en una clasificación diferenciada en las variantes de la composición de los productos presentes en el mercado.²²

De acuerdo a Van Ende et al.²³ las resinas Bulk fill se pueden clasificar en dos grupos (Tabla 1): composites de base Fluidos y Composites de cuerpo completo tipo pasta. Las Bulk fill Fluidas generalmente tienen baja viscosidad (es decir, son fluidos), lo que permite su colocación a través de una pequeña boquilla desde una jeringa, facilitando su colocación y adaptación en preparaciones cavitarias menos accesibles. Generalmente, estos compuestos tienen un contenido de relleno más bajo, lo que hace que la superficie sea menos resistente al desgaste; por lo tanto, requieren una cobertura superficial con

un compuesto convencional. Comúnmente, estos materiales base también se denominan compuestos fluidos.

Los composites de cuerpo completo tipo pasta se pueden considerar como el único tipo de relleno en bloque verdadero, ya que toda la restauración se puede colocar de una vez sin requerir ninguna cobertura. Estos materiales generalmente tienen cargas de relleno más altas, lo que los hace altamente viscosos; Por esta razón, estos materiales a menudo se denominan composites en forma de pasta. La mayor carga de relleno hace que la superficie sea más resistente al desgaste y, debido a la consistencia viscosa asociada, la superficie es moldeable.²³

Los llamados composites de acumulación de núcleos generalmente contienen partículas de relleno de vidrio más grandes que las contenidas comúnmente en los compuestos convencionales. Estos compuestos están destinados básicamente a fabricar acumulaciones de núcleo como soporte de corona, y por lo tanto no necesitan ser pulidos a un alto brillo.²³

Tabla 1: Resumen de los composites Bulk fill disponibles actualmente.

	Nombre del fabricante	Grosor máximo	Capa de recubrimiento	Colores Disponibles	Composición	Wt%/vol%
TIPO PASTA	Filtek Bulk Fill 3M ESPE	4mm	2mm necesario	Universal A1 A2 A3	Bis-GMA, UDMA, bis-EMA, procrylat resin, ytterbium, trifluoride, zirconia filler, silica	65/43
	Surefil SDR Flow Denstply	4mm	necesaria	Universal A1 A2 A3	Modified UDMA, ethoxylated bisphenol A, dimethacrylate (EBPADMA), TEG-DMA, Ba-Al-F-B, silicate glass, Sr-Al-F silicate glass, camphorquinone, photo-accelerator, BHT, UV stabilizer, titanium dioxide, iron oxide pigments, fluorescent agent	68/45
	Venus Bulk Fill Heraeus Kulzer	4mm	Necesario	Universal	Multifunctional methacrylate monomers (UDMA, EBPADMA), Ba-Al-F silicate glass, YbF3, SiO2	65/38
	X-tra base Voco	4mm	Necesario	Universal A2	Inorganic filler in a methacrylate matrix, aliphatic dymetacrilate, bis-EMA	75/61
BASE FLUIDAS	Filtek Bulk Fill Posterior 3M ESPE	5mm	NO	A1 A2 A3 B1 C2	AUDMA, UDMA, 1,12-dodecane-DMA non-agglomerated/non-aggregated 20-nm silica filler, non-agglomerated/non-aggregated 4- to 11-nm zirconia filler, aggregated zirconia/silica cluster filler (comprised of 20-nm silica and 4- to 11-nm zirconia particles), ytterbium trifluoride filler consisting of agglomerate 100-nm particles	77/59
	QuiXfil, Quixx Posterior Dentsply		NO	Universal	UDMA, TEG-DMA, dimethacrylate and trimethacrylate resins, carboxylic acid, modified dimethacrylate resin, butylated hydroxy toluene (BHT), UV stabilizer, camphorquinone, ethyl-4-dimethylaminobenzoate, silanated strontium aluminum sodium fluoride phosphate silicate glass	77/58
	SonicFill Kerr		NO	A1 A2 A3 B1	Bis-GMA, TEG-DMA, bis-EMA, barium glass, silicon dioxide	86/66
	SonicFill 23 Kerr		NO	A1 A2 A3 B1	Bis-GMA, TEG-DMA, bis-EMA, zirconium oxide	
	Tetric EvoCeram Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent		NO	IVA IVB IVW	Dimethacrylates (bis-GMA, bis-EMA, UDMA), barium glass, ytterbium trifluoride, mixed oxide and prepolymer, additives, catalysts, stabilizers, pigments	81/61
	X-tra fil Voco		NO	Universal	Inorganic filler in a methacrylate matrix (bis-GMA, UDMA, TEG-DMA)	86/70

Tomado de: Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B, Ermis B. Bulk-fill composites: a review of the current literature. Journal of Adhesive Dentistry. 2017;19(2):95-109.

El material compuesto de relleno fluido se usó por primera vez en las últimas tres décadas como material inyectable que se considera una propiedad de manipulación deseable.^{12,24} Los primeros productos de composite fluido tenían más matriz de resina y menos contenido de relleno en comparación con el composite convencional, por lo que se utilizó como capa de revestimiento. Los últimos productos de resinas fluidas como Venus Bulk Fill (VBF; Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Alemania) y Surefil SDR Flow (SDR; Dentsply Caulk, Milford, DE, EE. UU.) Tienen un mayor contenido de relleno y propiedades físicas mejoradas.²⁴ Por otro lado, el compuesto de pasta (no fluido) como el Tetric N-Ceram (TBF; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) se introdujo en los últimos años sin la necesidad de una capa de protección para sus contrapartes fluidas.²⁶ Dado que esos compuestos de relleno masivo fueron recientemente introducidos, la literatura publicada sobre sus propiedades físicas y mecánicas produce resultados inconsistentes o, a veces, contradictorios.²⁴

Las resinas Bulk-fill son utilizadas generalmente con la técnica mono incremental o "en bloque", aplicando espesores de hasta 5 mm para realizar la restauración.²⁵ Según Chesterman, Jowett, Gallacher, y Nixon, la principal ventaja es el corto tiempo de trabajo, lo cual puede ser muy útil en pacientes poco colaboradores o con problemas de ansiedad donde los tratamientos deben lograrse en cortos periodos de tiempo.²⁶

Uno de los más actualizados artículos publicados por la Asociación Dental Británica (BDA por sus siglas en inglés) clasifica los materiales restauradores bulk-fill en cuatro categorías (Tabla 2).²⁶

Tabla 2. Clasificación de las resinas bulk-fill Según BDA.

	Bulk-fill condensable	Bulk-fill Fluida	Bulk-fill con activación sónica	Bulk-fill curado dual
Marcas comerciales disponibles	3M ESPE Ivoclar Vivadent Voco	Dentsply 3M ESPE Heraeus Kulzer Ivoclar Vivadent Voco	Kerr	Coltene Parkell
Viscosidad	Alta	Baja	Dos fases	Media
Método de curado	Luz	Luz	Luz	Dual
Máxima profundidad por incremento	4 mm	4 mm *	5 mm	Cualquier profundidad
Necesidad de capa de recubrimiento	No	Sí	No	No

(Tomado de Chesterman et al., 2017, p. 338)²⁶

Propiedades de las Resinas Bulk fill

En cuanto a las propiedades físicas de las resinas Bulk-fill, se sabe que, la contracción de polimerización posee valores similares a las nano híbridas con la diferencia que las resinas bulk-fill se comportan mejor ante la micro filtración detalles que se hablan más adelante con mayor especificidad.^{27,28}

Ilie, Bucuta, y Draenert,²⁹ reportan escurrimiento mucho más bajo que las resinas convencionales, a esto se suma el estudio de Kim, Jung, Son, Hur, Kwon, y Park que demostró que la mayor translucidez y su aceptable micro dureza son características que permite a las resinas bulk-fill ser usadas en cavidades con profundidades de hasta 5 mm, por medio de la técnica mono incremental.³⁰

Benetti y col.²⁴ encontraron que en cuanto a la profundidad de curado es comparable a la del composite convencional, mientras que Lie et al.²⁴ Encontraron una mayor profundidad de curado en las Bulk fill que en el composite convencional.²⁴

Zorzin y col. encontraron que el porcentaje medio de grado de conversión de las resinas Bulk fill es menor que en las resinas fluidas convencionales, no así en relación a los composites convencionales condensables en todos los grosores estudiados, en cuyo caso los porcentajes de grado de conversión de las resinas Bulk fill son más altos. Abed et al. y Leprince et al. por su parte, encontraron un rango medio de grado de conversión en la resina Bulk fill condensable de 56.7 a 76.5%, mientras que Ilie et al. Encontraron un porcentaje medio inferior que fue de 48.4, es decir que el grado de conversión es mayor en las resinas Bulk fill condensables que en los composites convencionales evaluados.²⁴

La contracción de la polimerización se evaluó en diversos estudios, y no hubo una gran variación entre los hallazgos de estos estudios de García et al., Kim et al., Mulder et al., Zorzin et al., y Benetti et al. Se encontró que el porcentaje medio de contracción de polimerización en las Bulk fill oscilaba entre 90 y 2,63. Mulder y col. y Benetti et al. encontraron un porcentaje medio más alto de contracción de polimerización que en los composites convencionales.²⁴

Un estudio realizado sobre las propiedades físico-mecánicas de las resinas Bulk fill concluyo que entre las ventajas de éstas se tienen la reducción de tiempo de trabajo y la simplicidad de la técnica al momento de su aplicación.³¹

La técnica de obturación recomendada al usar resinas Bulk-fill se basa en la colocación de un bloque de resina de 4 a 5 mm (dependiendo del fabricante), teniendo en cuenta el material a utilizar, en preparaciones más invasivas se debe recurrir a la técnica por estratos para llegar a polimerizar la totalidad de la obturación.³⁴ Estas resinas deben tener un factor de contracción mínimo, poder ser polimerizables a altas profundidades, de fácil manejo y de buena adaptación en la preparación cavitaria que es complementada con un procedimiento final que acrecenta e integra las propiedades físico mecánicas de las resinas Bulk fill mediante el acabado y pulido.^{33,33}

Acabado y Pulido

El pulido representa un paso crítico en el tratamiento restaurador directo. Un brillo superficial agradable es decisivo para el éxito clínico y la apariencia estética de una restauración de composite.³⁴ Marigo y colaboradores afirman que en la actualidad hay mucho trabajo por realizar, para disminuir la cantidad de instrumentos relacionados al acabado y pulido, aún no se logra la unificación entre los investigadores para poder reemplazar toda una secuencia tradicional, actualmente se utilizan sistemas de granulación progresiva, es decir instrumentos abrasivos de granulación gruesa finalizando con la granulación más fina.³⁵

Lamas-Lara y colaboradores afirman que entre las razones por las cuales no se logra obtener resultados favorables al utilizar un sistema de acabado y pulido, se tiene el desconocimiento del tiempo de aplicación, secuencia de uso y tipo de aislante térmico a usar por parte de los profesionales de la Odontología.³⁶

Lavin y Toro afirman que no se debe generar calor friccional durante los procesos de acabado y pulido ya que esto podría ocasionar un daño pulpar irreversible, para ello se debe tener en cuenta el tiempo de contacto, la velocidad de rotación y el medio de lubricante entre el instrumento de pulido y la superficie dentaria.³⁷ Estudios demuestran que el uso de aislante térmico no afectó la reducción de la rugosidad superficial de la resina compuesta, por consiguiente, no afecta el pulido de la restauración.³⁷

Setcos y colaboradores afirman que, al terminar una restauración, la porción superficial es removida por una serie de cortes y este procedimiento deja una superficie áspera que requiere un pulido.³⁸⁻³⁹ Se debe de considerar como objetivo primordial realizar la conservación de las superficies de las restauraciones; es decir, conservarlas sin manchas o acúmulos de placa bacteriana lo cual se obtiene reduciendo las superficies ásperas, márgenes inadecuadamente acabados y retirando los excesos del material sobre todo en los bordes cerca de las encías ya que esto es un factor para la aparición de caries secundarias.³⁸⁻³⁹ Esta superficie se considera pulida cuando las imperfecciones de la superficie pasan inadvertidas al ojo humano observándose tersa y brillante. Valores de percepción táctil o sensorial superiores a los 15 μm son considerados desagradables por el sistema nervioso central, aunque estudios recientes demuestran que estos valores serían menores ya que valores por encima de 0.3 μm llegan a ser percibido.⁴⁰

Una restauración bien pulida, tendrá mejor deslizamiento, minimizará la tasa de desgaste de los dientes adyacentes y antagonistas, creando finalmente una relación mucho más armoniosa entre los dientes restaurados.⁴¹

Acabado:

El objetivo es redefinir los márgenes esmalte - resina mejorando el aspecto de la restauración, eliminando los excesos de resina y alisando la superficie evitando la acumulación futura de placa bacteriana. Se debe realizar un pre-acabado, inmediatamente terminada la restauración en el paso del ajuste oclusal.⁴²

Pulido:

Este procedimiento debe realizarse después de las 24 horas de haber sido acabada la restauración, ya que a pesar que el 75% de la polimerización sucede durante el primer minuto, el resto de cadenas de polimerización de la parte inorgánica tarda un periodo de 24 horas a 1 semana para alcanzar su máxima dureza superficial característica que no solo aporta resistencia si no que también ayuda con la finalidad de obtener una superficie lisa y brillante resistente a las pigmentaciones. como único inconveniente puede mencionarse la necesidad de citar nuevamente al paciente para terminar la restauración.^{42,43}

Objetivos del acabado y pulido

- Eliminar la capa inhibida.
- Eliminar los excesos del material restaurador.
- Eliminar la rugosidad superficial de la restauración (irregularidades superiores a los 15 µm en la cavidad bucal son interpretadas por el sistema nervioso central como desagradables, desde el punto de vista sensitivo).
- Disminuir la acumulación de placa bacteriana en la restauración, previniendo la irritación gingival.
- Evitar el cambio de color de la resina compuesta.
- Evitar la aparición de caries secundarias.⁴²

Instrumental para el acabado y pulido

ACABADO

- Fresas diamantadas de granulación fina, alta y baja velocidad.
- Discos flexibles abrasivos de granulación gruesa y media.
- Fresas multilaminadas.
- Cuñas.
- Tiras de Lija para resina.⁴²

PULIDO

- Discos impregnados de carburo de silicio
- Copas o gomas de silicona.
- Pasta diamantada de partícula fina.
- Óxido de aluminio.
- Disco de fieltro redondo.
- Escobilla de pelo de cabra (usados en junto de una pasta de pulido).⁴²

Características del instrumental para el acabado y pulido

Fresa multilaminada:

Se denomina así a todas las fresas que poseen más de 12 hojas de corte, a mayor número de hojas menor cantidad de material extraído, por lo general están hechas de aleaciones extra duras u oro.⁴² Dichas fresas pueden clasificarse según la cantidad de hojas de corte que poseen y según su forma.

Según la cantidad de hojas:

- Fresas de 12 hojas de corte: inicia el acabado eliminando el exceso de resina.
- Fresas de 18 hojas de corte: para el alisado y gran pulido.
- Fresas de 24 hojas de corte: para dar brillo.⁴²

Según su forma:

- Fresa fisura: Para excedentes de caras vestibulares (anteriores) y dar anatomía a surcos y fosas.
- Fresa flama: Se usa para redefinir vertientes, proporcionando formas anatómicas obtusas.
- Fresa balón futbol americano: Para definir surcos y crestas de caras oclusales (posteriores), palatinas y linguales (anteriores)
- Fresa cilíndrica: Para caras vestibulares de dientes anteriores y posteriores.
- Fresa bala: Sirve para definir surcos o fosas de caras oclusales, la división interdental y los márgenes gingivales.
- Fresa piriforme: Se usa para concavidades y para marcar fosas centrales en caras oclusales.
- Fresas troncocónicas: Sirve para marcar vertientes de las crestas de las cúspides en caras oclusales.⁴²

Copas, puntas y discos siliconados:

Son gomas siliconadas impregnadas con óxido de aluminio y diamantes abrasivos, se usa en secuencias: grano grueso, medio, fino y extrafino, para alisar (suavizar la superficie) y sacar brillo a una restauración.⁴²

Discos impregnados de carburo de silicio:

Son discos de pulido de resinas y con un centro de metal de la casa comercial 3M Espe, diseñados para los márgenes vestibulares y linguales de piezas anteriores, con diferentes granos abrasivos.⁴²

Se dividen en 4, siendo el color de la presentación de cada granulación independiente a la marca comercial.

En la marca 3M (discos Soflex):

- Naranja Oscuro: Grano Grueso para remover excesos de resina.
- Naranja: Grano Mediano para alisar una superficie lisa.
- Naranja Claro: Grano Fino para un alisado final y suavizar una superficie.
- Amarillo: Extra fino para dar brillo.
- Tiras de acabado y pulido: Son tiras de lija que consta de una zona libre de abrasivo en la parte media de la tira, se presentan en grano grueso, medio, fino y superfino, útiles para acabado y pulido a nivel proximal.⁴²

Fresas diamantadas:

Son fragmentos de diamante natural o sintéticos incrustados en su parte activa, actualmente también son hechas de partículas de oro. Se clasifican por anillos de color según el grosor del grano.⁴²

- Anillo negro: Granulación supergruesa (150 µm), para tallado en prótesis.

- Anillo verde: Granulación gruesa (125 μm), para gran tallado cavitario.
- Anillo azul: Granulación mediana (100 μm), para tallado cavitario.
- Anillo rojo: Granulación fina (30 μm), para pulido.
- Anillo amarillo: Granulación extrafina (15 μm), para brillo y gran pulido, se usa para ajuste de oclusión o dar un alisado final a una preparación.
- Anillo blanco: Granulación ultrafina (8 μm), para alto brillo.
- Sin anillo: Normalmente es de granulación mediana (100 μm).⁴²

Piedras de Arkansas:

Estas dejan una superficie muy rugosa por lo que solo se recomienda su uso para el acabado en amalgama.⁴²

Pastas de pulido:

Es un complemento ideal para dar el toque final al procedimiento de pulido, siendo su componente principal es el óxido de aluminio, éste proporciona un brillo adicional a la restauración, dejando la superficie con una capa superior en donde es difícil que la placa se acumule.⁴² Se recomienda su uso junto con escobillas para obtener una superficie lustrosa muy brillante.

Cepillos pulidores:

Son cepillos o escobillas con un vástago metálico adaptado para contraángulo, especialmente diseñados para sacar brillo a una restauración previamente tratada, sus cerdas contienen dimetacrilato de uretano impregnado con partículas de diamantes abrasivos.⁴²

Una de las técnicas que se utilizan para determinar si las superficies de las restauraciones están altamente pulidas o no, y/o determinar la calidad de pulido es la medición del ángulo de contacto, para entender este concepto es necesario tener en cuenta algunos elementos básicos que determinan su comprensión, como lo son la Energía y la Tensión superficial.

Energía/Tensión superficial

Steenbecker⁴⁴ menciona que, en el interior tanto de sólidos como líquidos, las moléculas están rodeadas de otras en todas sus direcciones, esto quiere decir que presenta una carga neutra, no siendo de esta manera en el exterior de un sólido, ya que en sus superficies quedan moléculas con caras libres hacia el medio externo, lo cual se traduce en un desbalance eléctrico y una polarización superficial, la cual hace que los cuerpos sólidos y especialmente los cristalinos, tengan una energía superficial capaz de atraer o repeler a otras moléculas del medio que les rodea, sin embargo dado que los líquidos no tienen forma, sus moléculas internas atraen con una determinada fuerza a las externas, permitiendo que adopten forma de gota sobre un sólido, a esto se le llama, tensión superficial.

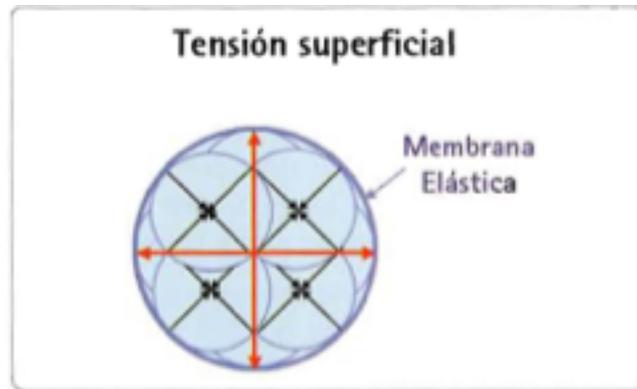


Figura 4: Tomado de Steenbecker, principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, pag, 174, cap. 6

Los cuerpos cristalinos como el esmalte, materiales cerámicos y de naturaleza metálicas como las aleaciones nobles tienen una alta y significativa energía superficial. No siendo este el caso de los cuerpos orgánicos como la dentina, cemento dentario y polímeros los cuales tienen una baja energía superficial.⁴⁴

La figura 5 representa a las moléculas internas de un cuerpo sólido, siendo A su matriz o partículas más internas y B las de la periferia que componen al sustrato el cual por medio de un fenómeno físico denominado adsorción en donde un cuerpo sólido atrae y concentra hacia su superficie moléculas libres de un fluido, en este caso agua representada por C, que busca el equilibrio eléctrico de su superficie por medio de la atracción de estas.

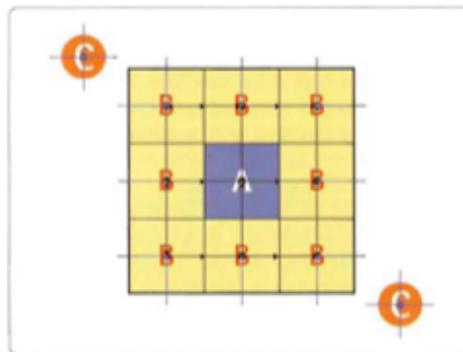


Figura 5: Tomado de Steenbecker, principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, pag, 174, cap. 6

La capa superficial que presenta la cara libre recibe el nombre de sustrato, término que se utilizara para hacer referencia a la superficie externa de un sólido, mientras que las soluciones fluidas como el agua representarían al estrato.⁴³ Esto quiere decir, por ejemplo, que la superficie de una restauración de composite tipo bulkfill, estará cubierta en cuestión de segundos de las moléculas libres del medio (saliva), debido a la energía libre que posee previo al pulido. Entonces si baja, reduce o estabiliza la energía superficial a través del pulido del sustrato evidentemente este no atraerá o atraerá en menor cantidad moléculas libres del ambiente.

Los líquidos como tales no tienen una tensión superficial específica, en realidad es adquirida por la estructura u objeto sólido que lo contiene, como una botella con agua que mientras el líquido se encuentre en su interior mantendrá esa forma y caso contrario al vaciar esta. Esta característica individual de los fluidos permite la comprensión que todas las moléculas presentes en su interior se atraen y/o se repelen en todas las direcciones y con la misma fuerza; no se puede afirmar lo mencionado con anterioridad con respecto a las moléculas que se presentan en la superficie porque estas tienen una marcada tendencia a ser atraídas con gran fuerza hacia dentro por sus moléculas internas; esto explica el por qué un líquido busca ocupar la mínima capacidad de volumen disponible. Entonces se posibilita por medio de una estructura esférica simple presente en todos los fluidos, la gota, que brinda una característica sumamente importante ya que permitirá que se forme en la superficie una membrana elástica.⁴⁴

Dicha membrana elástica en la superficie, puede ejemplificarse por medio de la representación de un insecto desplazándose sobre la superficie del agua o un cerillo que reposa toda su área sobre el agua, ejemplificando dichos conceptos (Figura 3).⁴⁴

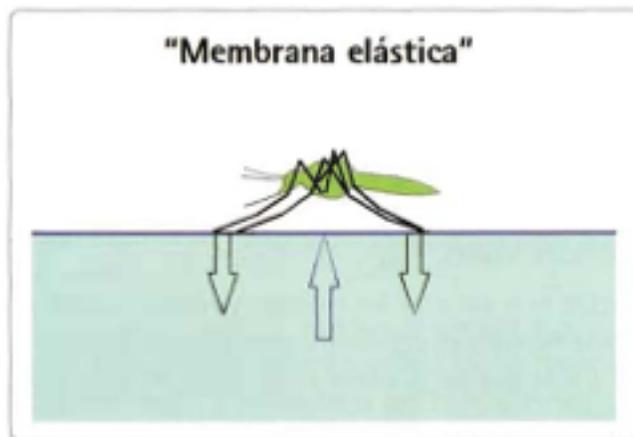


Figura 6: Tomado de Steenbecker, principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, pag, 174, cap. 6

La tensión superficial varía de acuerdo con la temperatura ambiente y la pureza del líquido de estudio.⁴⁴

MATERIAL	TENSIÓN
Agua	75
Glicerina	65
Benceno	29
Éter	16
Cloroformo	26
Alcohol	22
Mercurio	436

Figura 7: Tomado de Steenbecker, principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, pag, 174, cap. 6

Humectancia

La humectancia se define como la capacidad de un líquido o fluido de mojar una superficie sólida, y está íntimamente relacionada a los conceptos de tensión y energía superficial, ya que mientras mayor energía superficial presente una superficie sólida, en presencia de un líquido con una baja la tensión superficial, se genera una mayor humectancia, lo contrario sucede en el caso opuesto, debido a que a menor energía superficial del sólido, en presencia de un líquido con mayor tensión superficial el líquido no humectará al sólido, lo cual resulta en la formación de una gota con un ángulo superior a los 90° sobre la superficie sólida, razón por la cual se estudian estos conceptos y por qué se evalúa el ángulo de contacto sobre las resinas Bulkfill. Esto quiere decir que mientras más tienda o se extienda la gota a formar una esfera, menos humectante será el líquido.⁴⁴

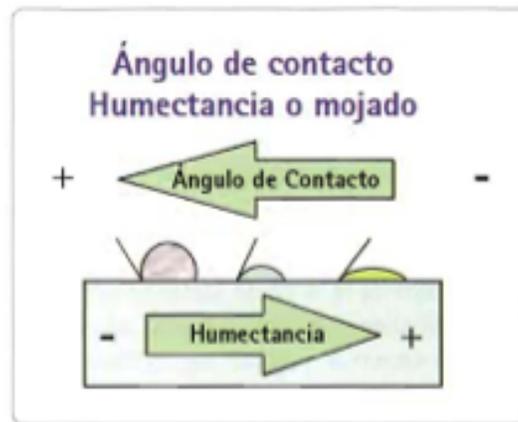


Figura 8: Tomado de Steenbecker, principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, pag, 174, cap. 6

El ángulo de contacto se forma a partir de una gota sobre la superficie del sólido y una tangente trazada desde el sitio de contacto de la gota con el sólido y que pasa por su longitud. Esto quiere decir que, a menor ángulo de contacto, mayor humectancia debido a que permite una mayor cobertura en la superficie del sólido interpretada por una angulación $\leq 75^\circ$. Por lo tanto, mientras más cerca de los $90^\circ+$, menor será la humectación, disminuyendo así la cobertura sobre la superficie.⁴⁴

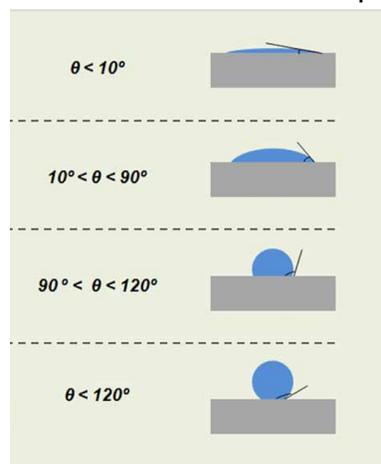


Figura 9: Tomado de Steenbecker, principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, pag, 174, cap. 6

Hipótesis o Supuestos teóricos.

- Los sistemas de pulido con cepillo impregnado carburo de silicio (un solo paso) proveen los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill.
- Los sistemas de pulido con serie completa discos de acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría) proveen los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill.
- Los sistemas de pulido con copas de caucho recubierto con carburo de proveen los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill.

CAPÍTULO III. Metodología de la Investigación.

La investigación se enfocó en un ensayo clínico con un tipo de estudio experimental y cuantitativo que usó la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica del ángulo de contacto de la superficie pulida mediante el programa CivilCad, el análisis estadístico de los mismos se realizó con el programa SPSS, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. El proceso de pulido se realizó en base a los lineamientos establecidos por el fabricante, para obtener resultados que expusieron el máximo potencial de los materiales de acabado y pulido, por lo que no se alteraron los pasos a seguir. De las preguntas que se establecieron en las hipótesis, fueron determinadas las variables; se desarrolló un plan para probarlas (diseño); se midieron las variables en un determinado contexto; se analizaron las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se establecieron una serie de conclusiones respecto a las hipótesis.

El énfasis de la investigación fue evaluar tres sistemas de pulido, los cuales previamente pasarían por un proceso de acabado uniformizado a los tres grupos. Una vez finalizado el acabado, se procedió al pulido implementando tres métodos: cepillo impregnado carburo de silicio, serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría) y copas de caucho recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría).

El estudio se llevó a cabo in vitro, usando 30 discos de 2mm de espesor por 4 mm de diámetro, elaborados con resina Filtek Bulk Fill de 3M ESPE usando moldes, cada uno fue fotopolimerizado colocando una lámina de celuloide sobre la superficie para evitar la presencia de la capa inhibida por oxígeno, evitando se afecte la dureza del material. Posteriormente los discos fueron subdivididos en tres grupos de 10 unidades cada uno, identificados con los códigos A, B y C, cada disco recibió la numeración del 1 al 10, siendo numerados como por ejemplo:(A1, A2, A3) y así sucesivamente para cada grupo. A todos los discos se aplicó el siguiente protocolo de acabado:

1. Acabado con fresas multilaminadas de 12 hojas (SSW FG-2CFT) y posteriormente con fresas de 20 hojas (SSW FG-SE920)

Distribución de los protocolos de pulido para cada grupo:

- Grupo A: Pulido con cepillo impregnado carburo de silicio (un solo paso)
- Grupo B: Pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría)
- Grupo C: Pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría)

Toda la fase experimental fue realizada dentro de las instalaciones del laboratorio de preclínica #3 de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador.

Los procesos de acabado y pulido implementados y los tres métodos de pulido fueron realizados por un mismo operador, una vez obtenidas las superficies pulidas, se procedió a medir el ángulo de contacto de la superficie de cada disco, para ello se colocó una gota de agua, una de agua destilada y otra de cloruro de sodio al 12%, adquiriendo una imagen fotográfica para cada una de ellas (3 fotografías por cada disco)

Tipo de estudio:

Según el propósito o meta de alcance: Aplicado, porque su objetivo consistió en ampliar y profundizar cada vez el saber de la realidad.

Según la ocurrencia de los hechos y registro de datos: Prospectivo, ya que los datos se tomaron posterior al planteamiento del problema.

Según su alcance o Nivel de Profundidad: Explicativo, porque va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, fueron dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centró en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionaron dos o más variables.

Según la intervención del investigador: Experimental

Tipo de Enfoque: Cuantitativo

Esquema Metodológico

1.Documentacion

- Revisión Bibliográfica
- La revisión bibliográfica consistió en una fuente de ideas para la investigación, orientación para la investigación, determinación del contexto e información sobre el método de investigación. La bibliografía es un proceso de investigar (buscar con una metodología bien establecida, documentos necesarios para nuestro estudio.), identificar (transcribir-señalar-citar elementos que individualizan un documento.), describir (incluir el contenido intrínseco y el aspecto extrínseco del documento.) y clasificar (los materiales impresos citados de acuerdo a un principio predeterminado).

2.Unidades de analisis

- Muestra: 30 discos de moldeo las cuales se dividieron en 3 grupos de 10 muestras cada uno para cada protocolo de pulido. En los cuales se evaluaron a través de la medición del ángulo de contacto de agua, agua destilada y, cloruro de sodio al 12%.

3.Procesos

- Seguimiento de los protocolos pertinentes a los sistemas de pulido con cepillo impregnado carburo de silicio, serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría) y con copas de caucho recubierto con carburo de silicio sobre los 30 discos de resina BulkFill.

4.Procesos de medicion

- Obtención de datos por medio de medición de ángulo de contacto en CivilCad.

5.Análisis de resultados

- Implementación de Excel y SPSS para análisis de datos, elaboración tablas y gráficos

1. Documentación

La bibliografía recopilada se tomó en base a múltiples referencias que sirvieron de soporte teórico para fundamentar conocimientos apoyados por la evidencia científica de fuentes confiables, de esta forma se sustentó los procesos y mecanismos de la metodología y la argumentación de su uso específico.

2. Unidades de análisis

30 discos de moldeo las cuales se dividieron en 3 grupos de 10 muestras cada uno para un protocolo de pulido. En cada disco fue realizada la medición del ángulo de contacto de agua, agua destilada, cloruro de sodio al 12% posterior al acabado y pulido con los diferentes sistemas seleccionados.

La selección de los sistemas de acabado y pulido se realizó en base a los protocolos de pulido de amplio uso en el gremio odontológico a nivel mundial, reduciendo la muestra a 3 protocolos, cada uno con 10 discos de resina para evidenciar la consistencia y efectividad del acabado y pulido establecido en el protocolo.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
<ul style="list-style-type: none">• Discos confeccionados con un solo tipo de resina Filtek Bulk Fill de 3M ESPE con un mismo protocolo de acabado• Elaboración de discos de resina por un solo operador• Utilización de un solo tipo de lámpara de fotocurado• Medida estandarizada de discos de resina	<ul style="list-style-type: none">• Discos de resina con defectos superficiales• Formación de burbujas dentro del disco de resina

3. Procesos de medición de los ángulos de contacto

El estudio se llevó a cabo bajo la asesoría del Dr. Javier Roque, Doctor en Cirugía Dental, la confección de los discos de resina fue realizada en las instalaciones del laboratorio de preclínica #3 de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador por el investigador Rafael López, al igual que los protocolos de acabado y pulido, siendo éstos realizados por el investigador Eduardo Melara, y el control de calidad de los discos y del pulido estuvo a cargo del investigador Gabriel Tobar.

Todo el procedimiento fue estandarizado en todos los discos de resina mediante el uso de un molde milimetrado que permite elaborar discos con diámetros de 2mm de espesor por 4 mm de diámetro. El molde fue colocado sobre dos bandas de celuloide una superior y otra inferior para la reproducción de una superficie lisa y uniforme, luego se fotopolimerizó con una lámpara led de tercera generación (Valo de Ultradent) en programa standard de fotocurado durante 20 segundos, se realizó la extracción del disco de resina con presión digital para no alterar la superficie. Posteriormente el investigador Gabriel Tobar evaluó por medio de una lupa la integridad para la conservación y descarte de los discos de resina, basándose en los criterios de espesor, diámetro (por medio de un calibrador de corona), uniformidad de la superficie, bordes intactos. Una vez seleccionados se clasificaron y rotularon subdivididos en tres grupos de 10 unidades cada uno, identificados con los códigos A, B y C, cada disco recibió la numeración del 1 al 10, siendo numerados A1, A2, A3 y así sucesivamente para cada grupo.

Para brindar una mayor estabilidad durante el proceso de acabado y pulido los discos se pegaron a una loseta de vidrio con silicona líquida, a todos se aplicó el siguiente protocolo de acabado detallado con anterioridad. Luego el grupo A se pulió con cepillo impregnado de carburo de silicio (un solo paso), el grupo B se pulió con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría) y finalmente el grupo C se pulió con copas de caucho recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría).

Para la medición de los ángulos de contacto Se tomaron fotografías macro, las cuales fueron analizadas en el software Civilcad, para obtener las medidas de los ángulos de contacto; Civilcad fue diseñado para cubrir necesidades como en áreas de la topografía, cálculos de volumen y plataforma, dibujo de perfiles y secciones, dibujos automáticos de curvas de nivel, el cual es utilizado para analizar ángulos en imágenes con resultados precisos, realizar planos y mediciones relacionadas con instalaciones hidráulicas. Con los datos obtenidos de los ángulos se realizó una tabla por cada solución acuosa divididos en los tres grupos A, B y C, cada uno representando un tipo diferente de sistema de pulido, y calculando las medias de cada grupo, y finalmente obtener resultados estadísticos por medio de SPSS, el cual se tradujo en tablas y gráficas para su mejor comprensión.



Fotografía 1: Instrumental de trabajo. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 2: Soluciones líquidas y sistemas de pulido. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.

4. Análisis de resultados

El análisis estadístico que se realizó a los datos recolectados de todos los instrumentos fue analizado en el programa SPSS y las tablas y gráficas fueron realizadas en el programa Excel para su posterior presentación de los resultados.

Estudios exploratorios como la presente investigación se realizan cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado. Los estudios exploratorios sirven para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, para obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, se investigará nuevos problemas, identificarán conceptos o variables promisorias, estableciendo prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados. Su objetivo consistió en ampliar y profundizar cada vez nuestro saber de la realidad y, en tanto este saber que se pretende construir es un saber científico, su propósito será el de obtener generalizaciones cada vez mayores

Matriz de congruencia

Tema: "Evaluación de la efectividad de diferentes protocolos de pulido en resinas Bulk-Fill mediante la medición del ángulo de contacto".
Enunciado del problema: ¿Cuál es el protocolo de pulido más efectivo en resinas Bulk Fill?
Objetivo general: Determinar el protocolo de pulido más efectivo sobre la superficie de discos de resina Bulk Fill.
Hipótesis: <ul style="list-style-type: none">• Los sistemas de pulido con cepillo impregnado carburo de silicio (un solo paso) proveen los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill.• Los sistemas de pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría) proveen los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill.• Los sistemas de pulido con copas de caucho recubierto con carburo de proveen los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill.

Objetivos específicos	Unidades de análisis	Variables	Operacionalización de las variables	Indicadores	Técnica a utilizar	Tipos de instrumento a utilizar
1-Medir el ángulo de contacto sobre la superficie de discos de resina bulkfill a las que se ha aplicado un protocolo de pulido de un solo paso	GRUPO 1: 10 muestras de discos de moldeo, elaborados de resina Bulkfill fotocurada.	DEPENDIENTE: Angulo de contacto INDEPENDIENTE Protocolo de pulido de un paso	Angulo de contacto: Es el ángulo que se forma en un fluido por la elevada energía superficial que por medio de cohesión produce tensión superficial sobre la partícula de un fluido y puede variar entre 0-75° y >90° Protocolo de un paso: Cepillos carburo de silicio con partículas de aluminio (Jiffy)	Presencia de un Angulo de contacto >90° presenta buen pulido.	Observación	Guía de observación
2-Medir el ángulo de contacto sobre la superficie de discos de resina bulkfill a las que se ha aplicado un protocolo de pulido de dos pasos	GRUPO 2: 10 muestras de discos de moldeo, elaborados de resina Bulkfill fotocurada.	DEPENDIENTE: Angulo de contacto INDEPENDIENTE Protocolo de pulido de dos pasos	Angulo de contacto: Es el ángulo que se forma en un fluido por la elevada energía superficial que por medio de cohesión produce tensión superficial sobre la partícula de un fluido y puede variar entre 0-75° y >90° Protocolo de dos pasos: Dos pasos: Piedras de diamante en llama fina, extrafinas y ultrafinas y Soflex 3M ESPE	Presencia de un Angulo de contacto >90° presenta buen pulido.	Observación	Guía de observación
3-Medir el ángulo de contacto sobre la superficie de discos de resina bulkfill a las que se ha aplicado un protocolo de pulido de tres pasos.	GRUPO 3: 10 muestras de discos de moldeo, elaborados de resina Bulkfill fotocurada.	DEPENDIENTE: Angulo de contacto INDEPENDIENTE Protocolo de tres pasos	Angulo de contacto: Es el ángulo que se forma en un fluido por la elevada energía superficial que por medio de cohesión produce tensión superficial sobre la partícula de un fluido y puede variar entre 0-75° y >90° Protocolo de tres pasos: Protocolo con fresas de carburo de tungsteno multihojas de 16 y 30 cuchillas, piedras de diamante en llama fina, extrafinas y ultrafinas y Soflex 3M ESPE.	Presencia de un Angulo de contacto >90° presenta buen pulido.	Observación	Guía de observación y gráficos

Capítulo IV. Discusión y análisis de resultados

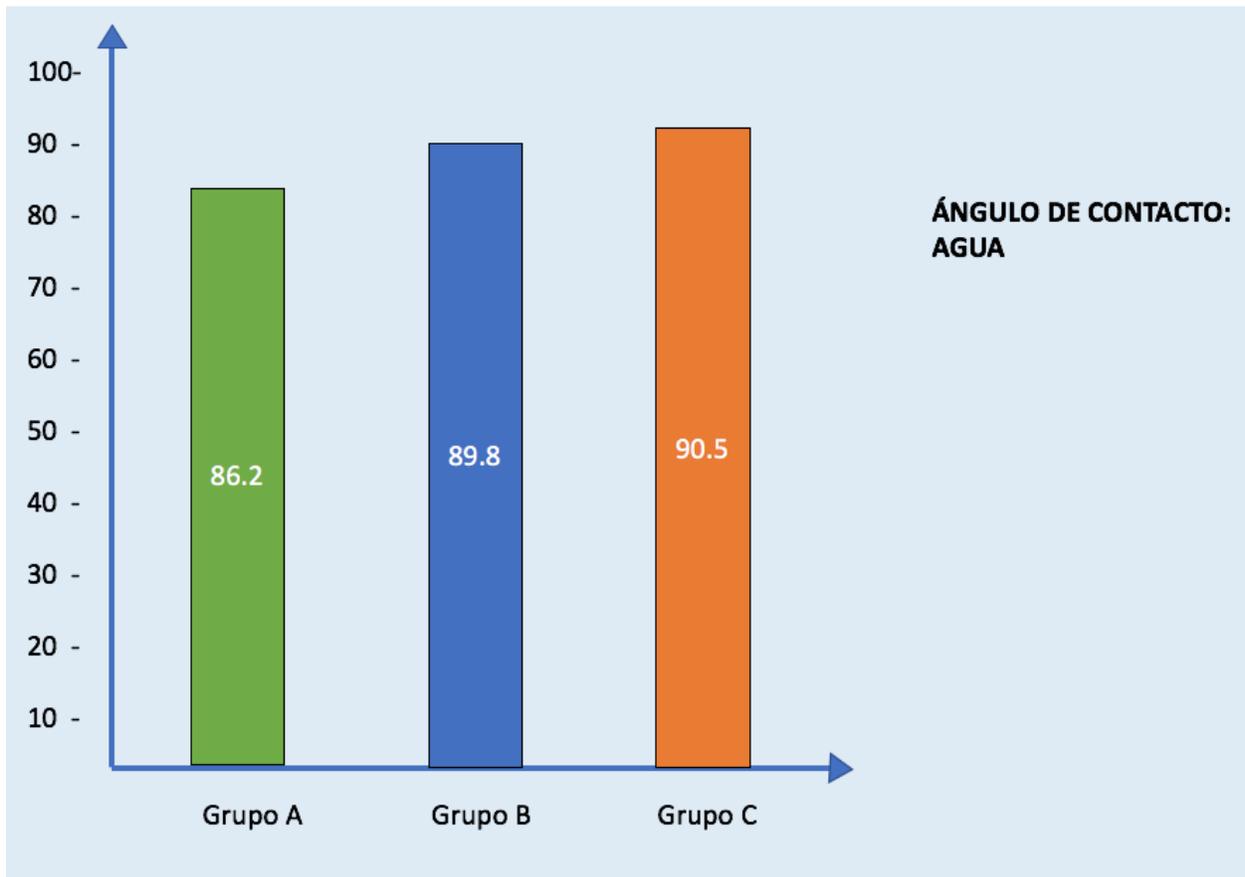
Tabla 3. Ángulo de contacto: Agua

En la tabla 3 se presentan los ángulos de contacto con agua en los tres grupos de discos de resina bulkfill. Grupo A: pulido con cepillo impregnado carburo de silicio, Grupo B: pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio, Grupo C: pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio.

Se resalta que el grupo C presentó el ángulo de contacto más amplio con una media de 90.5° , el grupo B presenta una media de 89.8° , una diferencia mínima con respecto al grupo C. Por otra parte el grupo A presentó el ángulo de contacto más reducido con una media de 86.2° .

Ángulo de contacto: Agua		
Grupo A	Grupo B	Grupo C
A1: 86°	B1: 90°	C1: 88°
A2: 90°	B2: 92°	C2: 84°
A3: 87°	B3: 106°	C3: 82°
A4: 84°	B4: 79°	C4: 81°
A5: 83°	B5: 73°	C5: 99°
A6: 89°	B6: 89°	C6: 101°
A7: 83°	B7: 90°	C7: 95°
A8: 84°	B8: 91°	C8: 92°
A9: 87°	B9: 94°	C9: 90°
A10: 89°	B10: 94°	C10: 93°
=	=	=
Media: 86.2°	Media: 89.8°	Media: 90.5°

Gráfica 1. Ángulo de contacto: Agua (Media)



Representación gráfica de las medias obtenidas en los tres grupos, nótese el resultado de grupo C.

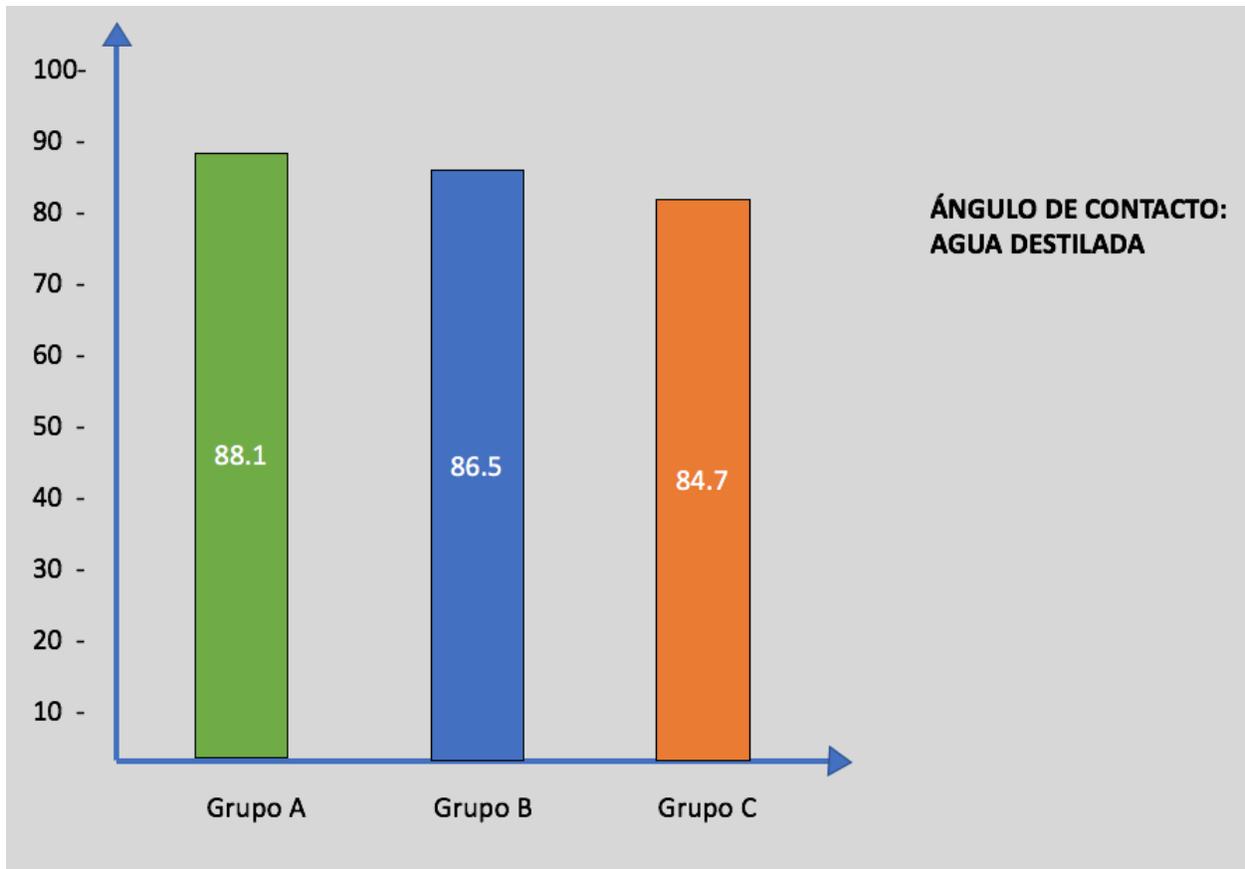
Tabla 4. Ángulo de contacto: Agua Destilada

En la tabla 4 se presentan los ángulos de contacto con agua destilada en los tres grupos de discos de resina bulkfill. Grupo A: pulido con cepillo impregnado carburo de silicio, Grupo B: pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio, Grupo C: pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio.

Se destaca que el grupo A presentó el ángulo de contacto más amplio con una media de 88.1°. El grupo B presenta una media de 86.5 °, y el grupo C presentó el ángulo de contacto más reducido con una media de 84.7 °.

Ángulo de contacto: Agua Destilada		
Grupo A	Grupo B	Grupo C
A1: 81 °	B1: 87 °	C1: 77 °
A2: 93 °	B2: 94 °	C2: 85 °
A3: 86 °	B3: 85 °	C3: 84 °
A4: 86 °	B4: 83 °	C4: 86 °
A5: 88 °	B5: 87 °	C5: 79 °
A6: 87 °	B6: 86 °	C6: 88 °
A7: 84 °	B7: 85 °	C7: 82 °
A8: 104 °	B8: 87 °	C8: 80 °
A9: 90 °	B9: 81 °	C9: 96 °
A10: 82 °	B10: 90 °	C10: 90 °
=	=	=
Media: 88.1 °	Media: 86.5 °	Media: 84.7 °

Gráfica 2. Ángulo de contacto: Agua Destilada (Media)



Representación gráfica de las medias obtenidas en los tres grupos, nótese el resultado de grupo A.

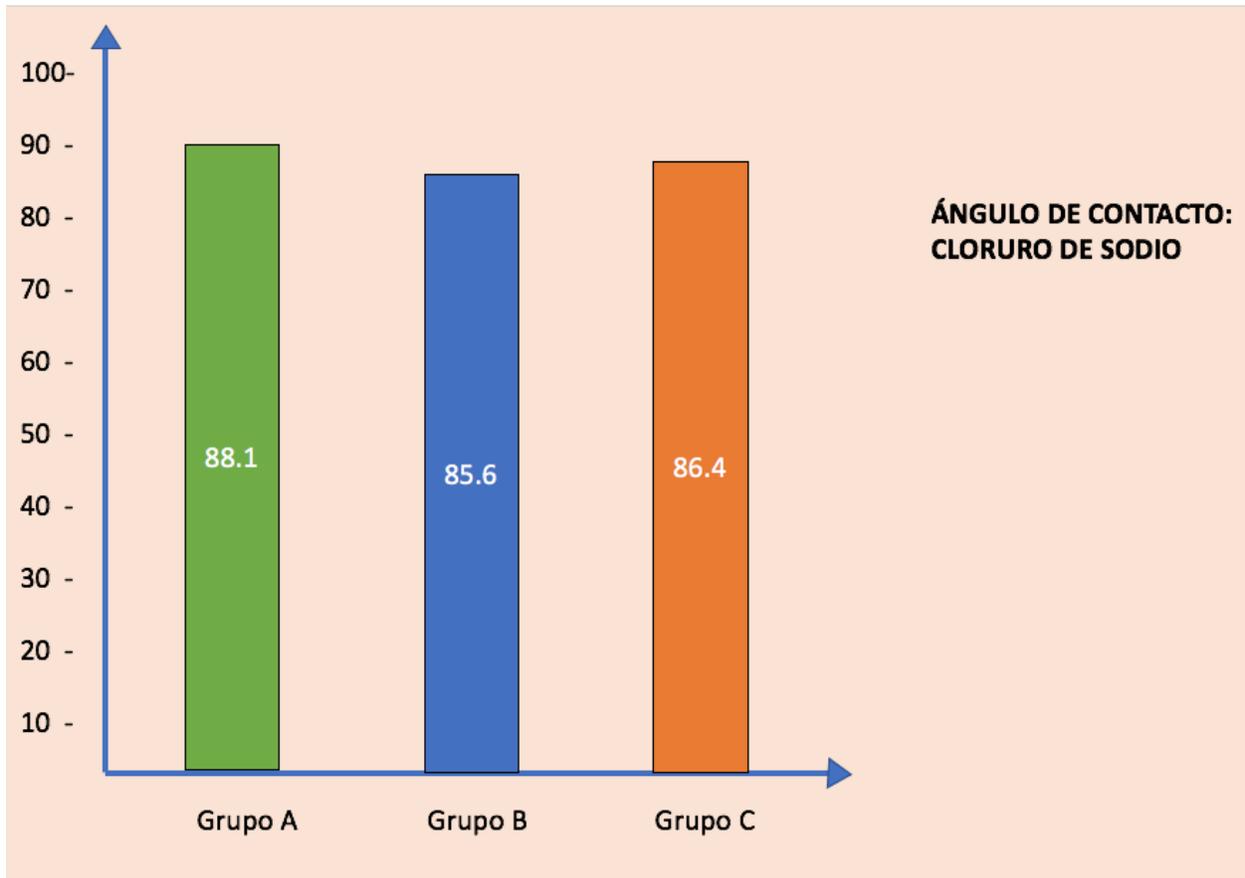
Tabla 5. Ángulo de contacto: Cloruro de Sodio

En la tabla 5 se presentan los ángulos de contacto con cloruro de sodio en los tres grupos de discos de resina bulkfill. Grupo A: pulido con cepillo impregnado carburo de silicio, Grupo B: pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio, Grupo C: pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio.

En éste caso, nuevamente, el grupo A presentó el ángulo de contacto más amplio con una media de 88.1°, le siguió el grupo C con una media de 86.4°, y finalmente el grupo B presentó el ángulo de contacto más reducido con una media de 85.6°.

Ángulo de contacto: Cloruro de Sodio		
Grupo A	Grupo B	Grupo C
A1: 81°	B1: 75°	C1: 84°
A2: 102°	B2: 90°	C2: 85°
A3: 88°	B3: 97°	C3: 87°
A4: 82°	B4: 84°	C4: 82°
A5: 90°	B5: 84°	C5: 88°
A6: 89°	B6: 81°	C6: 92°
A7: 85°	B7: 83°	C7: 79°
A8: 98°	B8: 86°	C8: 90°
A9: 85°	B9: 90°	C9: 82°
A10: 81°	B10: 86°	C10: 95°
=	=	=
Media: 88.1°	Media: 85.6°	Media: 86.4°

Gráfica 3. Ángulo de contacto: Cloruro de Sodio (Media)



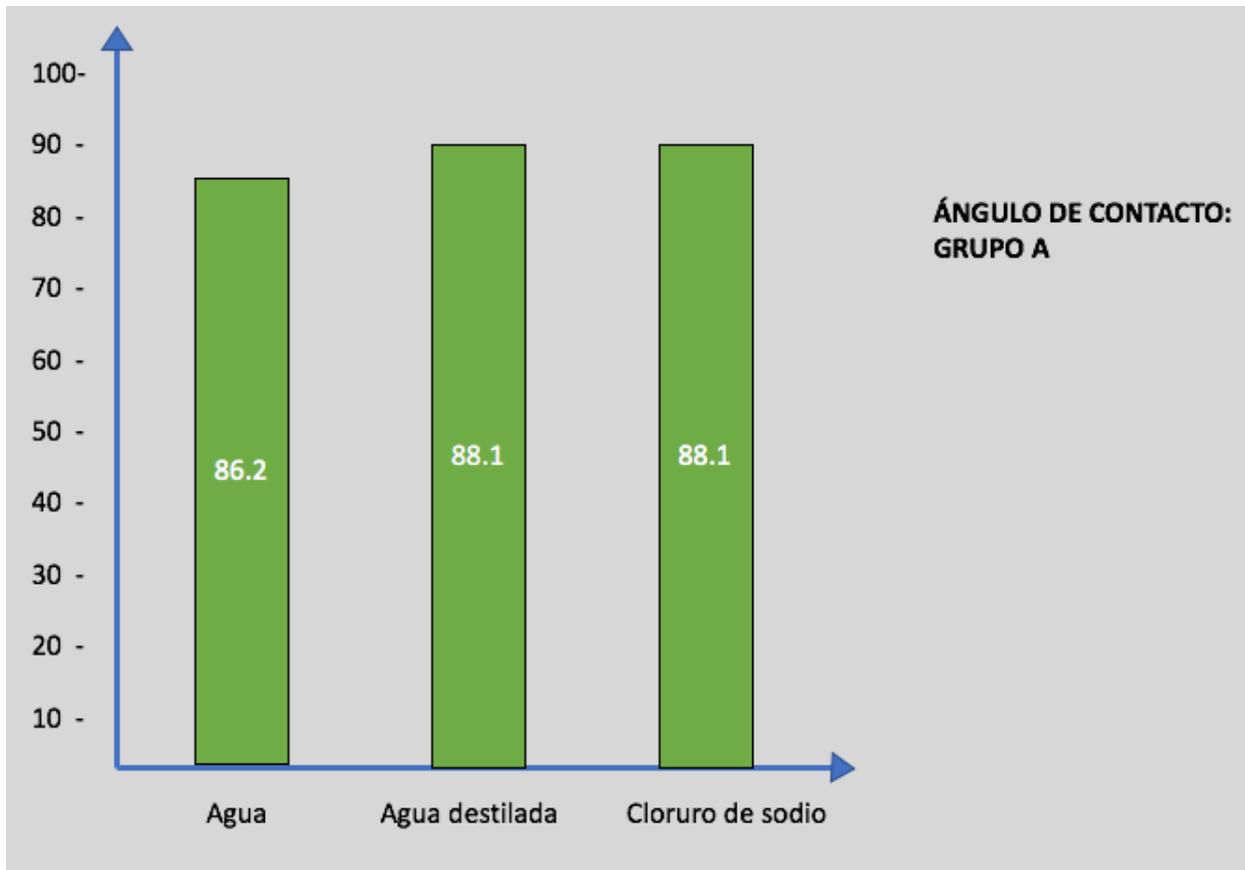
Representación gráfica de las medias obtenidas en los tres grupos, nótese nuevamente el resultado de grupo A.

Tabla 6. Grupo A: Ángulo de contacto

En la tabla 6 se presentan los datos del grupo A (pulido con cepillo impregnado carburo de silicio) clasificados en las tres soluciones líquidas: agua, agua destilada y cloruro de sodio. Se destaca que el agua destilada y el cloruro de sodio presentaron la misma media de ángulo de contacto de 88.1°. Por otra parte el agua presentó el ángulo de contacto más reducido con una media de 86.2°.

GRUPO A: Ángulo de contacto		
Agua	Agua destilada	Cloruro de sodio
A1: 86°	A1: 81°	A1: 81°
A2: 90°	A2: 93°	A2: 102°
A3: 87°	A3: 86°	A3: 88°
A4: 84°	A4: 86°	A4: 82°
A5: 83°	A5: 88°	A5: 90°
A6: 89°	A6: 87°	A6: 89°
A7: 83°	A7: 84°	A7: 85°
A8: 84°	A8: 104°	A8: 98°
A9: 87°	A9: 90°	A9: 85°
A10: 89°	A10: 82°	A10: 81°
=	=	=
Media: 86.2°	Media: 88.1°	Media: 88.1°

Gráfica 4. Grupo A: Ángulo de contacto (Media)



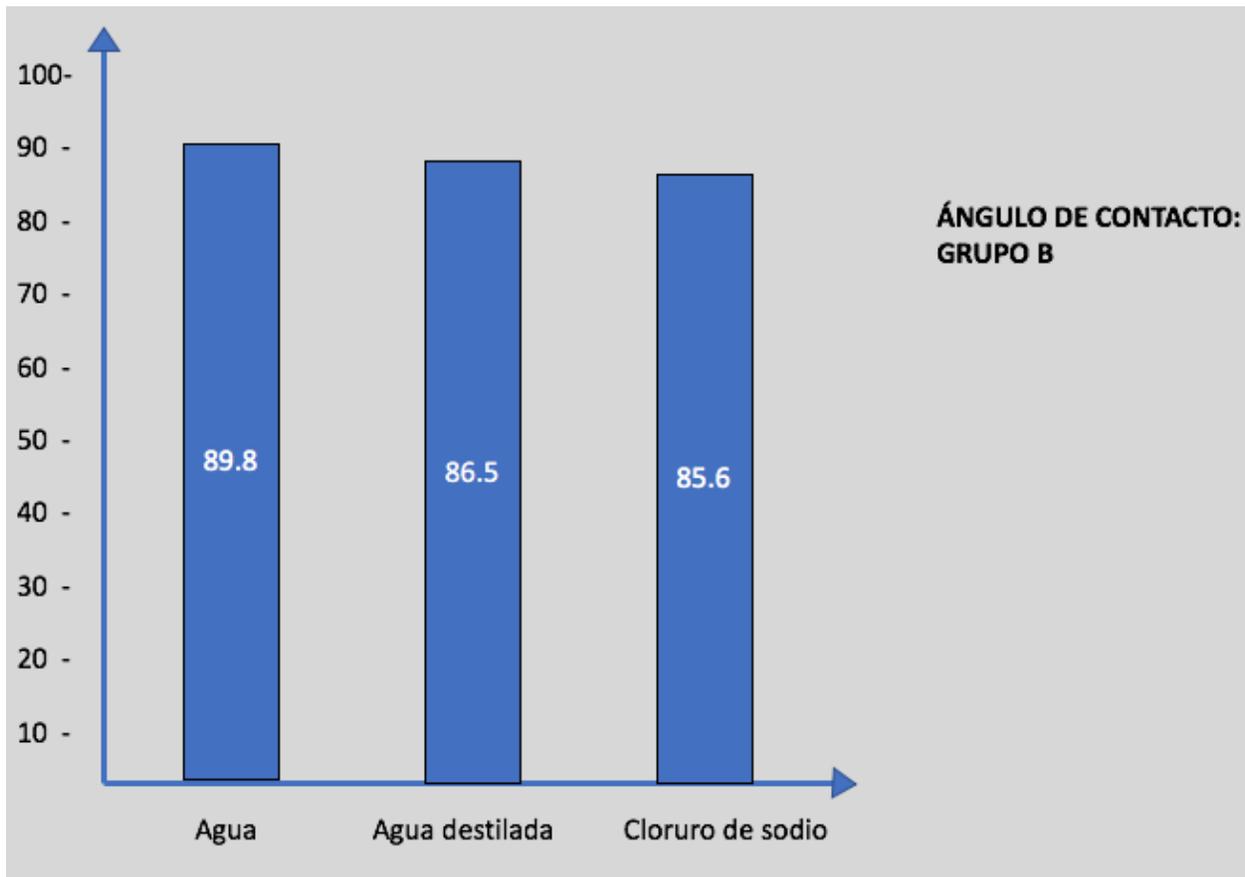
Representación gráfica de las medias obtenidas en los tres grupos, nótese los resultados equitativos entre el agua destilada y el cloruro de sodio.

Tabla 7. Grupo B: Ángulo de contacto

En la tabla 7 se presentan los datos del grupo B (pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio siguiendo su granulometria), clasificados en las tres soluciones líquidas: agua, agua destilada y cloruro de sodio. El agua presenta el ángulo de contacto más amplio con una media de 89.8° , mientras que el cloruro de sodio presentó el ángulo de contacto más reducido con una media de 85.6° .

GRUPO B: Ángulo de contacto		
Agua	Agua destilada	Cloruro de sodio
B1: 90°	B1: 87°	B1: 75°
B2: 92°	B2: 94°	B2: 90°
B3: 106°	B3: 85°	B3: 97°
B4: 79°	B4: 83°	B4: 84°
B5: 73°	B5: 87°	B5: 84°
B6: 89°	B6: 86°	B6: 81°
B7: 90°	B7: 85°	B7: 83°
B8: 91°	B8: 87°	B8: 86°
B9: 94°	B9: 81°	B9: 90°
B10: 94°	B10: 90°	B10: 86°
=	=	=
Media: 89.8°	Media: 86.5°	Media: 85.6°

Gráfica 5. Grupo B: Ángulo de contacto (Media)



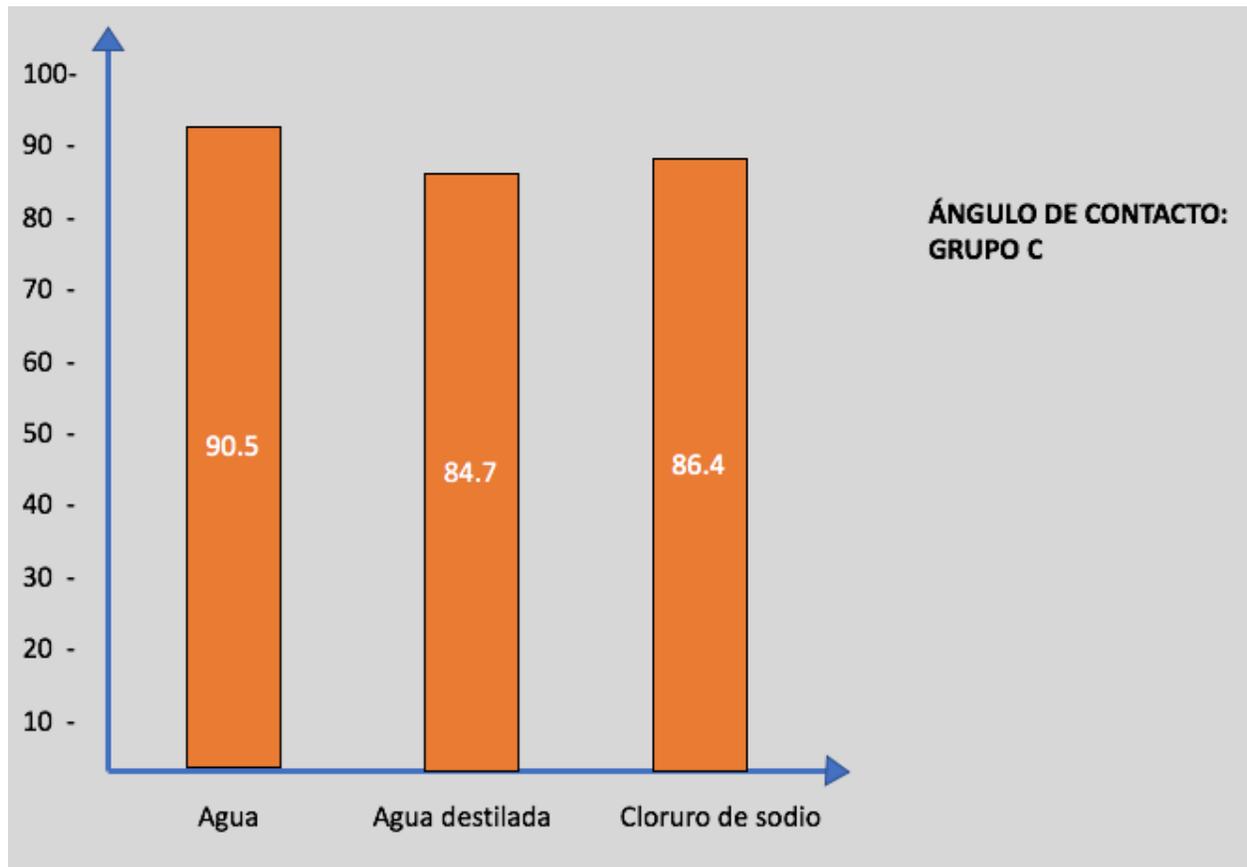
Representación gráfica de las medias obtenidas en los tres grupos, nótese el resultado de las medias obtenidas por el agua.

Tabla 8. Grupo C: Ángulo de contacto

En la tabla 8 se presentan los datos del grupo C (pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio) clasificados en las tres soluciones líquidas: agua, agua destilada y cloruro de sodio. En este caso, el agua presenta el ángulo de contacto más amplio con una media de 90.5° , mientras que el agua destilada presentó el ángulo de contacto más reducido con una media de 84.7° .

GRUPO C: Ángulo de contacto		
Agua	Agua destilada	Cloruro de sodio
C1: 88°	C1: 77°	C1: 84°
C2: 84°	C2: 85°	C2: 85°
C3: 82°	C3: 84°	C3: 87°
C4: 81°	C4: 86°	C4: 82°
C5: 99°	C5: 79°	C5: 88°
C6: 101°	C6: 88°	C6: 92°
C7: 95°	C7: 82°	C7: 79°
C8: 92°	C8: 80°	C8: 90°
C9: 90°	C9: 96°	C9: 82°
C10: 93°	C10: 90°	C10: 95°
=	=	=
Media: 90.5°	Media: 84.7°	Media: 86.4°

Gráfica 6. Grupo C: Ángulo de contacto (Media)



Representación gráfica de las medias obtenidas en los tres grupos, nótese el resultado de las medias obtenidas por el agua superando la media de los 90°.

Tabla 9. Análisis de significancia de medias de grupo A: Pulido con cepillo impregnado carburo de silicio (un solo paso)

En la tabla 9, se destaca el valor “p” del agua en el grupo A, el cual fue menor a 0.05 alcanzando 0.001, lo cual representa una diferencia estadísticamente significativa a los 90°, no así para el caso del agua destilada y cloruro de sodio.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 90					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Agua	-4.593	9	.001	-3.800	-5.67	-1.93
Agua destilada	-1.270	9	.236	-10.300	-28.65	8.05
Cloruro de sodio	-.847	9	.419	-1.900	-6.97	3.17

Tabla 10. Análisis de significancia de medias de grupo B: Pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría)

En la tabla 10, se destacan los valores “p” que presentan el agua destilada con 0.13 y el cloruro de sodio con 0.16, que, siendo mayores a 0.05, no presentando una diferencia estadísticamente significativa a los 90°.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 90					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Agua	-0.072	9	.945	-.20000	-6.5251	6.1251
Agua destilada	-3.076	9	.013	-3.50000	-6.0737	-.9263
Cloruro de sodio	-2.952	9	.016	-5.30000	-9.3614	-1.2386

Tabla 11. Análisis de significancia medias de grupo C: Pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio (siguiendo orden de granulometría)

En la tabla 11, nuevamente se destacan los valores “p” que presentan el agua destilada con 0.43 y el cloruro de sodio con 0.48, que, siendo mayores a 0.05, no presentando una diferencia estadísticamente significativa a los 90° en relación a las medias del grupo C.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 90					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Agua	.231	9	.823	.500	-4.40	5.40
Agua destilada	-2.354	9	.043	-4.400	-8.63	-.17
Cloruro de sodio	-2.290	9	.048	-3.600	-7.16	-.04

Tabla 12. Promedio por grupo de sistemas de pulido

En la tabla 12, se muestran los promedios de las medias representadas con las tres sustancias elegidas para el estudio en las superficies con los tres protocolos de pulido: Grupo A: Pulido con cepillo impregnado carburo de silicio. Grupo B: Pulido con serie completa discos acetato recubierto con carburo de silicio y Grupo C: Pulido con copas de caucho recubierto con carburo de silicio.

Promedio por grupo	
Grupo A	87.4
Grupo B	87.3
Grupo C	87.2

DISCUSIÓN:

Las resinas bulkfill, son relativamente nuevas y llegan al mercado como un intento de renovación odontológica, representando una alternativa de selección a los materiales actuales por la naturaleza de su proceso de polimerización, las resinas compuestas deben ser colocadas en incrementos de 2mm, a diferencia de las resinas bulkfill que pueden manejarse en bloques de 4 mm y una sola intención. Las resinas bulkfill y su respaldo bibliográfico a lo largo de los años facilitan un aumento en su confiabilidad.

Lamas L, et al³⁶, destacan que existe un desconocimiento por parte de los profesionales de odontología para utilizar un sistema de acabado y pulido, lo cual resulta contraproducente en cuanto a su efectividad, y por esta limitante se enfatizó y garantizó un protocolo apropiado para el fiel cumplimiento del acabado y pulido definitivo correspondiente a cada sistema planteado.

Coronel Y, et al⁴² en su investigación detalla que el acabado y pulido debe ser realizado después de las 24 horas de haber sido finalizada la restauración, ya que favorece en el proceso de acabado y pulido de una superficie lisa y brillante, resistente a las pigmentaciones, esto a pesar del inconveniente de citar nuevamente al paciente para realizar el pulido. Teniendo en cuenta lo planteado por Coronel, et al.⁴², en el presente trabajo de investigación se optó por esperar una semana para realizar el acabado y pulido, lo cual concuerda con Suarez, R., et al⁴³, quien establece que el pulido se realiza de 24 horas a una semana después debido a que el 75% de la polimerización sucede durante el primer minuto, el resto de cadenas de polimerización de la parte inorgánica tarda un periodo de 24 horas a 1 semana para alcanzar su máxima dureza superficial.

Por su parte Chinelatti y col⁴⁴ refuerzan que, sin importar el tipo de resina compuesta, la dureza de la superficie incrementó considerablemente después que el pulido fuera programado una semana después de la fotopolimerización lo cual sustenta lo aplicado en la presente investigación y respaldando a Coronel Y, et al⁴².

Contrariamente, Venturini y col⁴⁶ informaron que el pulido inmediato no produjo una influencia negativa en cuanto a la rugosidad, dureza y microfiltración del material compuesto en comparación con el pulido posterior a las 24 horas, atribuyen sus resultados a que el pulido tiene un efecto sobre la dureza pero es muy dependiente del sistema y la técnica de pulido además del material, no encontraron diferencias significativas en sus resultados llegando incluso a recomendar el pulido inmediato, ya que reducirá el número de sesiones y se dará mayor comodidad al paciente.

En el presente estudio se decidió implementar un mismo protocolo acabado (fresas multilaminadas de 12 hojas y fresas multilaminadas de 20 hojas) para los tres sistemas de pulido seleccionados, con la finalidad de disminuir variables, proporcionando de esta forma la misma superficie en los tres grupos de muestras para la aplicación de los diferentes protocolos de pulido y evitando de esta manera la existencia de posibles sesgos. Por otro lado, Ishii, R. et al⁴⁷ en su estudio donde compararon el acabado y pulido de resinas bulkfill con resinas convencionales, a diferencia del presente estudio

realizaron dos tipos de acabado diferente: acabado con fresa de diamante fina en unas muestras y con fresas de carburo de tungsteno para otras, agregando más variables a la investigación.

En relación a los ángulos de contacto, Steenbecker González, O et al.⁴⁴, establece que debe haber mayor energía superficial en una superficie sólida, en presencia de un líquido con una baja tensión superficial generando de esta manera la humectancia. Esto quiere decir que, a menor ángulo de contacto, mayor humectancia debido a que permite una mayor cobertura en la superficie del sólido interpretada por una angulación $\leq 75^\circ$. Por lo tanto, mientras más cerca a los 90° , menor será la humectancia, disminuyendo así la cobertura sobre la superficie.⁴⁴ Basados en la referencia bibliográfica planteada con anterioridad el parámetro principal para evaluar los ángulos de contacto de las soluciones líquidas de los grupos A, B y C, sus angulaciones deben ser cercanas, iguales o superiores a 90° para que la superficie acabada y pulida muestre una mejor lisura de la superficie.

Ishii, R. et al.⁴⁷, habla acerca de las superficies sólidas, en donde la energía superficial es un parámetro importante que determina las interacciones químicas que ocurren en la superficie. La energía superficial está íntimamente relacionada con el trabajo de la adhesión y la tensión interfacial con los líquidos, y pueden ser calculados midiendo el contacto de los ángulos con diferentes soluciones líquidas.⁴⁵ Haciendo uso de este ejemplo y contrastando el uso de las soluciones líquidas plasmadas en la bibliografía previamente citada, se seleccionó el agua, agua destilada y de cloruro de sodio, por tener características similares al medio bucal como la saliva, para determinar la cantidad de energía superficial existente por medio los ángulos de contacto y así poder obtener la lisura de la superficie deseada según Steenbecker González, O et al.⁴⁴

Según menciona Aframian, D., et al.⁴⁸, la saliva presenta un ph que oscila entre 6.0 y 7.5⁴⁸, por lo que la sustancia mas cercana a la saliva debe poseer un ph neutro. Artero C, et al.⁴⁹ por su parte, refiere que el agua pura embotellada tiene un ph de 7, presentando características muy similares en cuanto a acidez con la saliva. Si se toma en cuenta, que en las mediciones de ángulo de contacto con agua, tanto grupo C que presentó mas de 90° y el B que quedó muy cercano, se puede establecer que ambos sistemas de pulido presentan resultados bastante satisfactorios, tomando en cuenta la escala establecida por Steenbecker González, O et al.⁴⁵

En cuanto a los resultados obtenidos en la medición de los ángulos de contacto con agua (ver medias en gráfica 1), el grupo C presentó la superficie más hidrofóbica (media de ángulos de contacto de 90.5°). El grupo B presentó resultado cercano a los del grupo C (89.8°), mientras que el grupo A, presenta una diferencia de 4.3° menos, (86.2°). Para el caso del Agua destilada, como del Cloruro de sodio, fue el grupo A quien presentó la media de ángulo de contacto mas amplio (88.1° para ambas sustancias), muy cercano al agua pura en el grupo C. En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede decir que los tres sistemas de pulido presentan excelentes resultados en cuanto a la lisura de la superficie acabada y pulida al medir el ángulo de contacto.

Lo anteriormente expuesto coincide con los resultados de Kurt et al⁵⁰ quienes probaron cuatro sistemas de pulido diferentes en resinas directas e indirectas y no encontraron diferencias en las propiedades de la superficie de las resinas probadas, así como en la formación de biofilm sobre las mismas.

Por su parte, Lassila L. et al⁵¹, compararon discos de goma en forma de espiral con cerdas flexibles impregnadas de aluminio y el sistema de pulido de puntas abrasivas de goma de silicona impregnadas con carburo de silicio. En contraste a la presente investigación, sus resultados indicaron que los discos de goma en forma de espiral con cerdas flexibles impregnadas de aluminio son los mejores instrumentos para proporcionar una lisura de la superficie, no obstante, también recomienda el sistema de pulido de puntas abrasivas de goma de silicona impregnadas con carburo de silicio, partiendo desde la perspectiva que clínicamente éste sistema de pulido alcanza áreas donde otros sistemas no lo hacen. Concluyó no hay diferencia significativa apreciable con respecto a la acumulación de placa bacteriana con los sistemas de pulido utilizados a diferencia de Kurt et al⁵⁰, que no lo determinaron.

Los resultados de la investigación de Da Costa. et al⁵², donde compararon resinas convencionales y bulk fill, utilizando tres protocolos de pulido, coinciden con lo obtenido en la presente investigación, determinando que el protocolo que utiliza el sistema de pulido de cepillo impregnado de carburo de silicio obtuvo los mejores resultados ante la prueba de medición de ángulo de contacto por medio de la prueba de gota sécil. Lo que respalda los promedios obtenidos en la tabla 12 corroborando la eficacia del cepillo impregnado de carburo de silicio.

Todos los procedimientos realizados y corroborados por el programa SPSS, detallan que los ángulos de contacto en su mayoría reflejan medias estadísticamente significativas, lo que respalda el apego y seguimiento a los protocolos previamente detallados. Los sistemas de pulido no muestran un distanciamiento significativo al analizar sus datos, por lo que no se puede delimitar si un sistema de pulido es superior con propiedad, debido a la similitud de los mismos, por lo que se puede resaltar que los sistemas de pulido poseen resultados cercanos y de alta calidad entre si.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- A pesar que existen diferencias entre las medias de los ángulos de contacto obtenidas en la resina bulkfill empleando los sistemas de pulido evaluados, éstas son muy cercanas entre sí, por lo que podría establecerse que los tres protocolos de pulido son eficientes en cuanto a la lisura que proveen.
- El protocolo de pulido con cepillo impregnado carburo de silicio (Grupo A) es el sistema de pulido que provee (en cierta medida) los mejores resultados en la superficie de resinas bulkfill, entre los sistemas de pulido seleccionados, debido a que en promedio de las medias presentó un ángulo de contacto de 87.4° , interpretándose como una menor energía superficial y por ende menor humectancia, dando como resultado final una mayor lisura de la superficie. (véase en tabla 12)
- El protocolo pulido con copas de caucho recubierto con carburo (Grupo C) es el sistema de pulido que provee resultados inferiores (en cierta medida) en la superficie de resinas bulkfill, entre los sistemas de pulido seleccionados, debido a que en promedio de las medias presentó un ángulo de contacto de 87.2° , interpretándose como una mayor energía superficial y mayor humectancia, dando como resultado final menos lisura de la superficie. (véase en tabla 12)
- El sistema de pulido de cepillo impregnado carburo de silicio (Grupo A), aparte de mostrar los mejores resultados, muestra también optimizar los tiempos operatorios por ser un sistema de pulido de un solo paso, si éste es comparado con los otros dos sistemas de pulido planteados, que deben seguir múltiples pasos por granulometría.
- Proporcionar a la superficie de las resinas bulkfill un acabado previo detallado favorece un adecuado pulido indistintamente del sistema seleccionado.
- El acabado y pulido realizado por cualquiera de los sistemas de pulido probados muestran ser una necesidad para garantizar una lisura y la longevidad de la superficie y de esta manera de resaltar las mejores propiedades de las resinas bulk fill.

Recomendaciones

Bajo los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda lo siguiente:

A Odontólogos: Implementar siempre, previo al pulido, fresas multilaminadas de 12 hojas como acabado inicial y fresas multilaminadas de 20 hojas como acabado final, y posteriormente hacer uso cepillo impregnado carburo de silicio (un solo paso) al momento de trabajar sobre resina bulkfill, esto si el objetivo es tener un mejor resultado de acabado y pulido en un menor tiempo.

Se les exhorta a las profesiones a capacitarse en el conocimiento y aplicación de sistemas que representan una opción viable, segura y eficiente que puede llegar a representar una diferencia significativa en las restauraciones bulkfill su práctica privada y profesional.

A investigadores: Debido a los motivos circunstanciales de tiempo con respecto a la cantidad de discos de resina que se utilizaron en este estudio, se recomienda aumentar la cantidad de muestras para obtener una mayor cantidad de datos que tengan un peso científico significativo para publicación internacional.

Se recomienda la inclusión de otras variables al estudio para poder ampliar los resultados de los sistemas de pulido en las resinas bulk fill como por ejemplo diferentes técnicas de acabado o incluso pruebas in vivo.

Para el investigador salvadoreño se motiva a adentrarse en los conocimientos del acabado y pulido, así como el uso actual de las resinas bulkfill y la alternativa que estas mismas ofrecen para que en un futuro cercano llegue a sustituir a la amalgama en el sistema nacional de salud que pasa por una etapa de transición, siendo esta la oportunidad de la implementación de composites de un solo bloque por la versatilidad y fácil manipulación para la demanda de atención poblacional.

A la facultad: Se recomienda a la Facultad de Odontología invertir a futuro en el uso de resinas bulkfill y tomar en cuenta los resultados de la presente investigación para la implementación de protocolos de acabado y pulido para tener mejores resultados en las restauraciones con resina bulkfill en las clínicas de la Facultad.

Que, en la medida de lo posible, fomente la capacitación y actualización a su personal docente en relación a los diferentes sistemas de obturación con resinas, incluyendo protocolos de acabado y pulido de resinas bulkfill, por medio de webinar, cursos, diplomados y congresos, para la posterior enseñanza de la práctica a los estudiantes en formación a su cargo.

Adquisición de diversos sistemas de pulido y resinas bulkfill para mejorar la calidad del servicio brindado a los pacientes, ampliando la oferta de atención para el paciente.

Fomentar e incentivar, tanto a docentes como a estudiantes a practicar la investigación científica sobre temas innovadores para proporcionar un respaldo de conocimientos amplio y peso en la comunidad científica local e internacional que proporcione los recursos odontológicos necesarios para complementar la educación en prevención de fracaso en obturaciones de resina compuesta mediante un acabado y pulido que garantice y prolongue la vida de la restauración operatoria, haciendo énfasis en la importancia y profundización de un correcto acabado que muestra ser crucial para el posterior pulido de la superficie de la resina. Con ello se promueven el compromiso de brindar excelencia en los procedimientos odontológicos, formando de esta manera profesionales de la odontología con valores cristianos y éticos que se preocupan por brindar salud bucal y bienestar al paciente al finalizar sus tratamientos odontológicos.

Al estudiante: comprometerse a realizar investigaciones basadas en referencias científicas verídicas y de prestigio como journals y meta análisis de fuentes oficiales y acreditadas para poder otorgar validez y relevancia científica a la investigación a llevar a cabo.

Adquirir los conocimientos tanto básicos y avanzados sobre la metodología de la investigación para poder optimizar los procesos de recolección de datos y elaboración de los distintos componentes de una investigación.

Al docente: motivar a los estudiantes de la carrera del doctorado en cirugía dental a documentar cada caso clínico relevante relacionado a la rehabilitación o alguna intervención al paciente que se presente dentro de su formación para la futura investigación y recopilación de datos sobre casos poco comunes que pueden causar relevancia en las futuras investigaciones.

A involucrarse de manera positiva y activa dentro de las investigaciones realizadas por los alumnos bajo su cargo, y proveer o aportar conocimiento cuando se requiera o sea necesario por medio del aporte de experiencia que ha sido adquirida a lo largo de la carrera.

BIBLIOGRAFÍA

1. Henostroza Haro G. Estética en odontología restauradora. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales; 2006.
2. Glauser S, Astasov-Frauenhoffer M, Muller JA, Fischer J, Waltimo T, & Rohr N (2017) Bacterial colonization of resin composite cements: Influence of material composition and surface roughness *European Journal of Oral Science* 125(4) 294-302. <https://doi.org/10.1111/eos.12355>
3. Rigo LC, Bordin D, Fardin VP, Coelho PG, Bromage TG, Reis A, Hirata R. Influence of Polishing System on the Surface Roughness of Flowable and Regular-Viscosity Bulk Fill Composites. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2018 Jul 1;38(4).
4. Edrees NS, Amer HS, Abdelaziz KM, Alaajam WH. Benefits and drawbacks of bulk-fill dental composites: a systematic review. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. 2017;4(10):124-37.
5. Ahmad I. Geometric considerations in anterior dental aesthetics restorative principles. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998 10 (7): 813-22
6. Pettini F, Corsalini M, Savino M, Stefanachi G, Venere D, Pappalettere C. Roughness Analysis on Composite Materials (Microfilled, Nanofilled and Silorane) After Different Finishing and Polishing Procedures. *The open Dentistry Journal*. 2015 ;(9): 357-7.
7. Bayraktar Y, Ercan E, Hamidi MM, Çolak H. One-year clinical evaluation of different types of bulk-fill composites. *Journal of investigative and clinical dentistry*. 2017 May;8(2): e12210.
8. Quisiguiña Salem CM. Influencia de los sistemas de pulido en las alteraciones de color y rugosidad superficial aplicados a dos tipos de resina (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
9. Opdam N, Roeters F, Peters M, Burgersdijk R, Teunis M. "Cavity wall adaptation and voids in adhesive Class I restorations". *Dent Mater* 1996; 12:230-235.
10. Opdam N, Roeters F, Joosten M, Veeke O. "Porosities and voids in Class I restorations by six operators using a packable or syringable composite". *Dent Mater* 2002; 18:58–63.
11. Herrero A, Yaman P, Dennison J. "Polymerization shrinkage and depth of cure of packable composites". *Quintessence Int* 2005; 36:35 –31.
12. Castaño Molina MD, Saldarriaga Carmona LC, Méndez Silva JE, Bustillo Arrieta JM. Evaluación de la biocompatibilidad de resina a base de monómeros BisGMA VS Monómeros de resinas tipo Bulk Fill (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

13.3M ESPE. Filtek Bulk Fill Resina para Posteriores. Perfil técnico del producto. 3M ESPE AG ESPE Platz, Seefeld Alemania.

14.Mayorga Brito FL. Aplicación clínica de resinas bulk-fill: reporte de casos clínicos (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018.).

15.Van Dijken JWV, Pallesen U (2017). Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation. *Eur J Oral Sci* 125(4):303-309.

16.Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B (2017). Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent* 19(2):95-109.

17.Grande CD, Zuluaga F. Polimerización por adición, fragmentación y transferencia reversible, RAFT: una revisión del mecanismo y el alcance de la técnica. *Revista Iberoamericana de polímeros*. 2010 Nov;11(6):339-59.

18.Polydorou O, Manolakis A, Hellwig E, Hahn P. Evaluation of the curing depth of two translucent composite materials using a halogen and two LED curing units. *Clin Oral Invest*. 2008;12:45-51

19.Burtscher P, Rheinberger V. Germanium based photoinitiator as an alternative to camphorquinone/amine. *IADR Abstract* 2008; 1611

20.Schroeder, W. F., Borrajo, J., & Aranguren, M. I. (2007). Poly (methyl methacrylate) - modified vinyl ester thermosets: Morphology, volume shrinkage, and mechanical properties. *Journal of applied polymer science*, 106(6), 4007-4017.

21.Moszner, N., & Salz, U. (2001). New developments of polymeric dental composites. *Progress in polymer science*, 26(4), 535-576

22.Moszner N, Fischer U, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater*.2008. Jul 24 (7) 901-7

23.Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B, Ermis B. Bulk-fill composites: a review of the current literature. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19(2):95-109.

24.Edrees NS, Amer HS, Abdelaziz KM, Alaajam WH. Benefits and drawbacks of bulk-fill dental composites: a systematic review. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. 2017;4(10):124-37.

25.Roggendorf, M. J., Krämer, N., Dippold, C., Vosen, V. E., Naumann, M., Jablonski-Momeni, A., & Frankenberger, R. (2012). Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. *Journal of dentistry*, 40(12), 1068- 1073.

26. Chesterman, J., Jowett, A., Gallacher, A., & Nixon, P. (2017). Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *British Dental Journal*, 222(5), 337-344.
27. Camps Alemany, I. (2004). La evolución de la adhesión a dentina. *Avances en Odontología*, 20(1), 11-17.
28. Maseki, T., Maeno, M., Ogawa, S., & Nara, Y. (2014). Polymerization shrinkage of recent low-shrinkage and bulk-fill resin composites. *Dental Materials*, 30, e48.
29. Ilie, N., Bucuta, S., & Draenert, M. (2013). Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative Dentistry*. 38 (6): 618-625.
30. Kim, E.-H., Jung, K.-H., Son, S.-A., Hur, B., Kwon, Y.-H., & Park, J.-K. (2015). Effect of resin thickness on the micro hardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 40 (2): 128–135.
31. Leprince, J. G., Palin, W. M., Vanacker, J., Sabbagh, J., Devaux, J., & Leloup, G. (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 42(8), 993-1000.
32. Christensen, G. J. (2012). Advantages and challenges of bulk-fill resins. *Clinicians Report*, 5(1), 1-6.
33. Lally U. Restoring class II cavities with composite resin, utilizing the bulk filling technique. (2014) *Journal of the Irish Dental Association*, 60 (2): 74-76.
34. Todd, J.C.; Wanner, M. Scientific Documentation Tetric N-Ceram Bulk Fill. Ivoclar Vivadent AG Research and Development Scientific Services. June 2014; 12-16
35. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. Análisis de perfil de superficie: diferentes métodos de acabado para compuestos de resina. *Oper Dent*. 2001; 26(6).
36. Lamas C, Alvarado M, Angulo G. Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores. *Revista Estomatológica Herediana*. 2015; 25(2).
37. Lavin N, Toro U. Cuantificación de la generación térmica en resina compuesta sometida a tres sistemas de pulido in vitro. *International Journal of Odontostomatology*. 2012; 6(3).
38. Bollen CML, Lambrechts P, Quirynem M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*. 1997; 13 (4):258-69.

39. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2002; 27(1):50-8.
40. Setcos J, Tarim B, Suzuki S. Acabado superficial producido en composites por nuevos sistemas de pulido. *Quintessence International.* 1999; 30(3).
41. Saldarriaga O, Peláez A. Resinas compuestas: Restauraciones adhesivas para el sector posterior. *Revista CES Odontología.* 2003; 16(2): 61-82.
42. Coronel Castellón Y. Técnicas para el acabado y pulido de resinas compuestas en restauraciones directas. Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Cirujano Dentista. Universidad Privada Juan Pablo II, Lima; Perú 2019; 19-25.
43. Suarez, R., Lozano F., (2014). Comparacion De La Dureza Superficial de Resinas de Nanotecnología, según el momento de pulido. *Revista de estomatología herediana*, pp. 13 - 15
44. Steenbecker González, O; Garone Filho, W., 2006. Principios y bases de los biomateriales en operatoria Dental estética adhesiva. Valparaíso, Chile: Universidad de Valparaíso, pp. 167-180.
45. Chinelatti MA, Chimello TD, Ramos PR. Avaliação da dureza superficial de resinas compostas antes e após o polimento em diferentes tempos. *J Appl Oral Sci.* 2006;14(3):188-92.
46. Venturini D, Cenci M, Demarco F, Camacho G, Powers J. Effect of polishing techniques and time on Surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent.* 2006;31(1):11-7
47. Ishii, R., Takamizawa, T., Tsujimoto, A., Suzuki, S., Imai, A., Barkmeier, W., ... Miyazaki, M. (2019). Effects of Finishing and Polishing Methods on the Surface Roughness and Surface Free Energy of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry.* doi:10.2341/18-246-l
48. Aframian, D., Davidowitz, T., & Benoliel, R. (2006). *The distribution of oral mucosal pH values in healthy saliva secretors.* *Oral Diseases*, 12(4), 420–423. doi:10.1111/j.1601-0825.2005.01217.x
49. Artero C, Nogueras Cervera M, Manuel Lázaro A. PH sensor. Instrumentation viewpoint. 2012(13):23-5.
50. Kurt, A., Cilingir, A., Bilmenoglu, C., Topcuoglu, N., & Kulekci, G. (2019). Effect of different polishing techniques for composite resin materials on surface properties and bacterial biofilm formation. *Journal of Dentistry*, 103199. doi:10.1016/j.jdent.2019.103199.

51. Lassila L, Dupont A, Lahtinen K, Vallittu PK, Garoushi S. Effects of Different Polishing Protocols and Curing Time on Surface Properties of a Bulk-fill Composite Resin. *Chin J Dent Res.* 2020;23(1):63-69. doi: 10.3290/j.cjdr.a44337. PMID: 32232231.

52. Fátima Alves da Costa, G., Melo, A. M. dos S., Assunção, I. V., & Borges, B. C. D. (2019). Impact of additional polishing method on physical, micromorphological, and microtopographical properties of conventional composites and bulk fill. *Microscopy Research and Technique.* doi:10.1002/jemt.23404

Anexos

1. Documentación

Anexo 1 (Guía de observación)



Universidad Evangélica de El Salvador.
Facultad de Odontología.
Guía de Observación.

MEDICIÓN DE ÁNGULOS DE SOLUCIÓN ACUOSA Y SUPERFICIE DE RESINA EN
AUTOCAD

“Evaluación de la efectividad de diferentes protocolos de pulido en resinas Bulk-Fill mediante la medición del ángulo de contacto”.

Objetivo: Medir el ángulo de la solución acuosa en contacto con la superficie de la resina acabada y pulida con los diversos sistemas de pulido utilizados en el grupo A, B y C.

Lugar: Laboratorio # 3 de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador

Solución acuosa:					
Verde		Azul		Naranja	
Grupo A	Ángulo	Grupo B	Ángulo	Grupo C	Ángulo
A1:		B1:		C1:	
A2:		B2:		C2:	
A3:		B3:		C3:	
A4:		B4:		C4:	
A5:		B5:		C5:	
A6:		B6:		C6:	
A7:		B7:		C7:	
A8:		B8:		C8:	
A9:		B9:		C9:	
A10:		B10:		C10:	
=		=		=	
Media:		Media:		Media:	

Descripción: Cada fotografía se estudiará el ángulo entre la solución acuosa y la superficie de la resina para posteriormente obtener la media.

Observaciones:

2. Estrategias de utilización de resultados

A través de la recolección, análisis e interpretación de resultados fueron analizados en una guía de observación donde se obtuvieron datos con respecto a la calidad del pulido según el ángulo de contacto (el cual permite demostrar la capacidad de energía superficial sobre el alto pulido en las resinas de grandes incrementos tipo Bulk fill). Los ángulos fueron medidos en el programa Civilcad y a continuación procesados por medio del software estadístico SPSS, acrónimo para (Statistical package for the social sciences). Los hallazgos que fueron obtenidos se presentaron a un panel de profesionales de la salud bucal, autoridades de la facultad de odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador y docentes; siendo el objetivo que estos resultados motiven y tengan el impacto suficiente para el cambio de los materiales de restauración como amalgama de plata a nuevas generaciones como las resinas tipo Bulkfill en instituciones como el ISSS, MINSAL, FOSALUD, clínicas de la Facultad de odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador y en clínicas dentales privadas con el propósito de presentarlo en instituciones gubernamentales para implementarlo a nivel nacional como política de atención odontológica.

3. Fotografías



Fotografía 1: Instrumental de trabajo. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



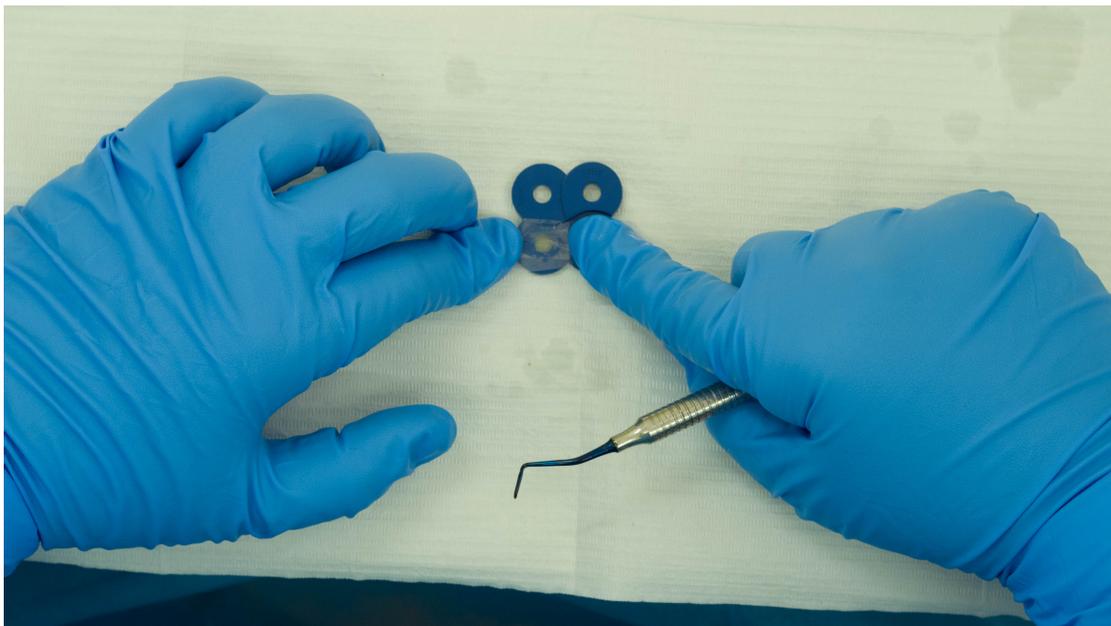
Fotografía 2: Soluciones líquidas y sistemas de pulido. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 3: Lubricación con glicerina del molde milimetrado. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 4: Confección de discos de resina bulk fill en molde milimetrado. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 5: Uniformización la superficie de la resina mediante el uso de banda celuloide. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 6: Lámpara de fotocurado led de tercera generación (poliwave). Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



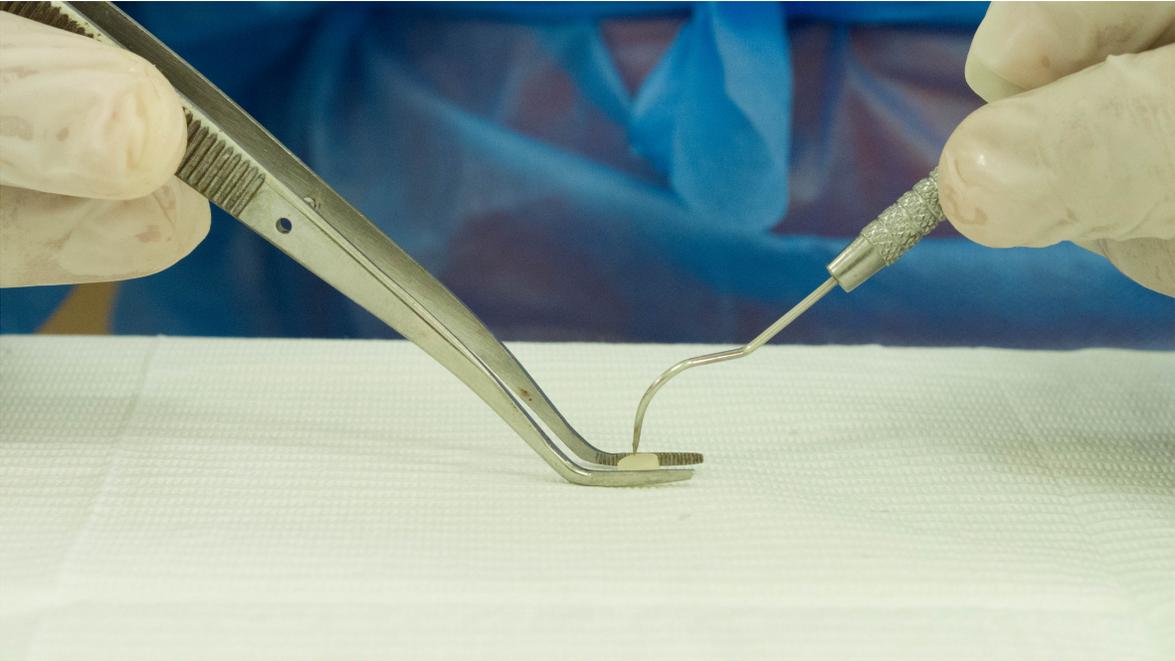
Fotografía 7: Fotocurado de resina bulk fill. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 8: Obtención de disco de resina bulk fill. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



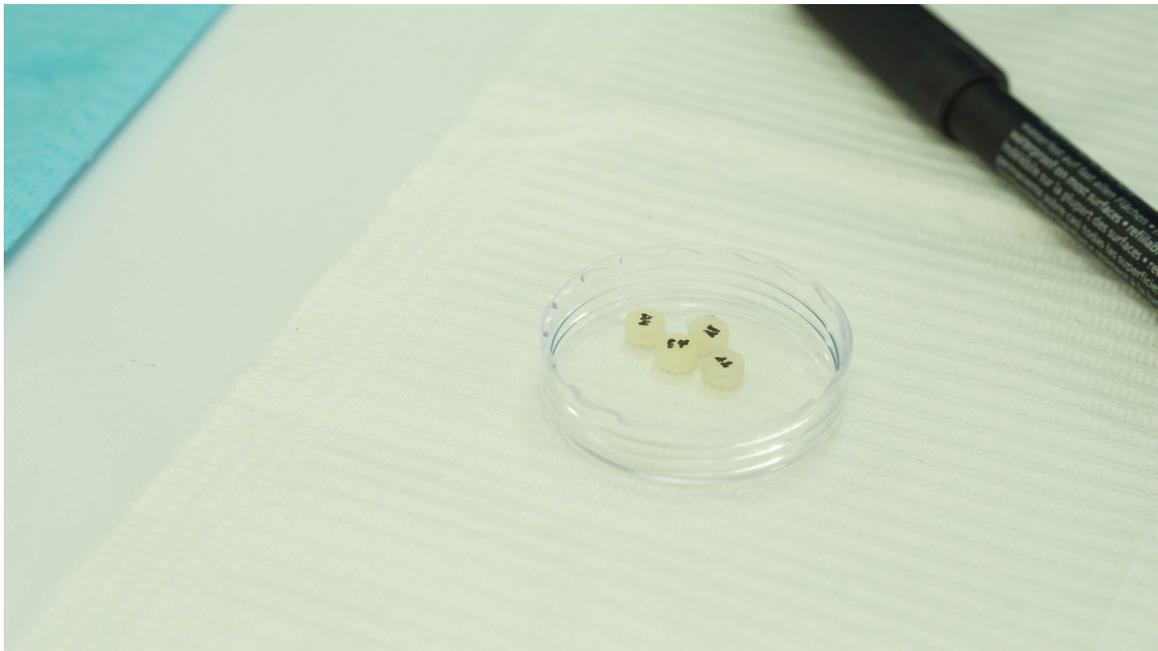
Fotografía 9: Control de calidad de los discos de resina bulk fill. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 10: Remoción de excesos de resina en discos de resina bulk fill. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



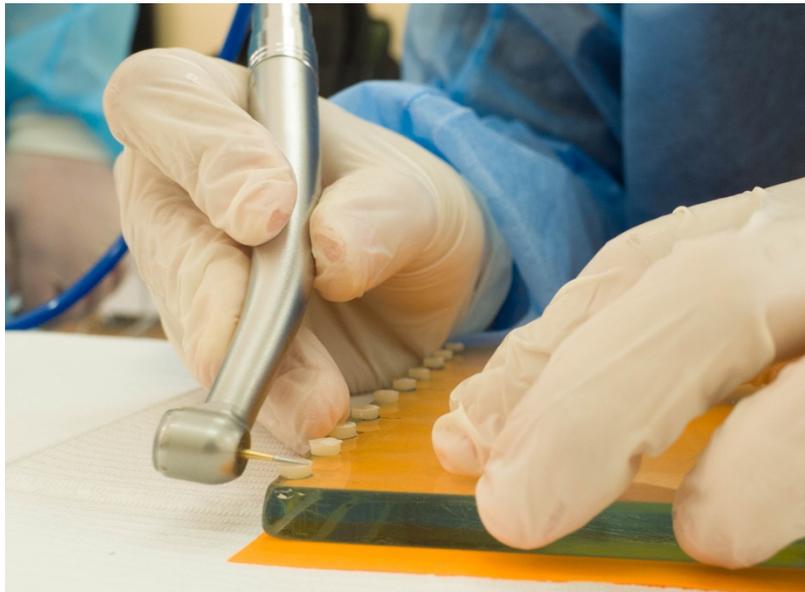
Fotografía 11: Rotulación de los discos de resina bulk fill. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 12: Codificación de los discos de resina bulk fill. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



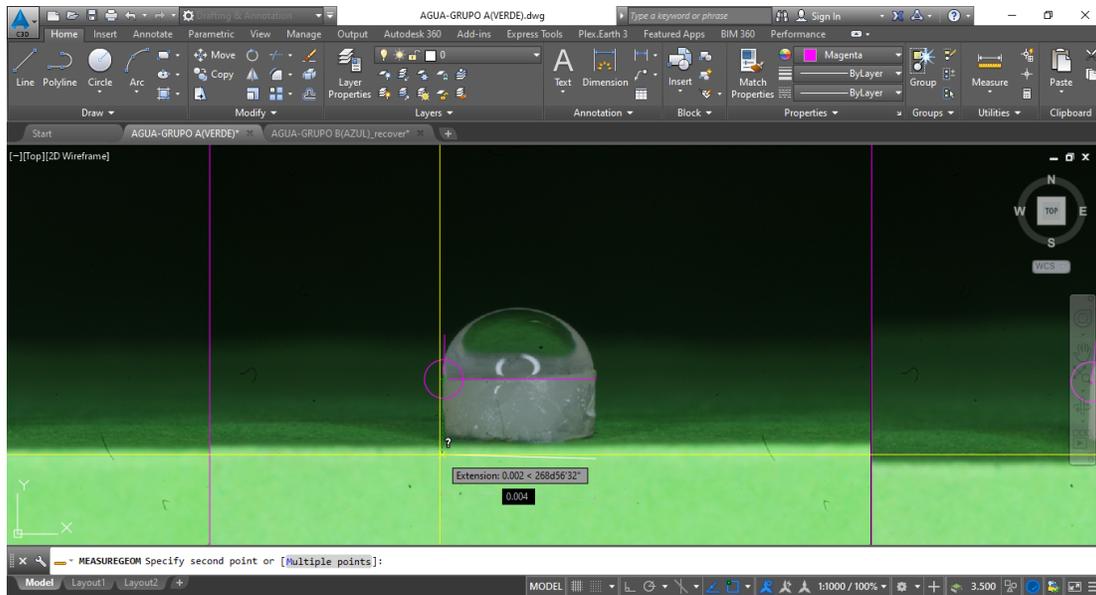
Fotografía 13: Fijación de discos de resina sobre loseta de vidrio para posterior acabado y pulido. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



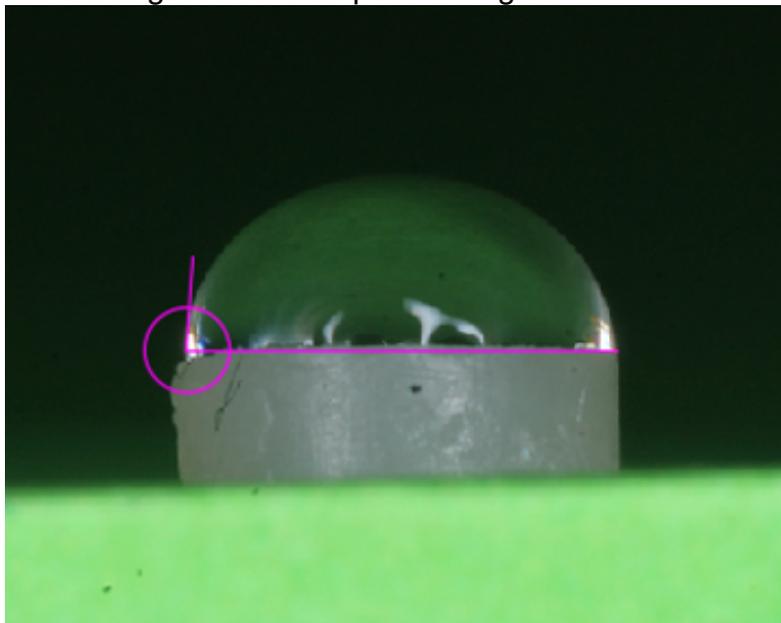
Fotografía 14: Proceso de acabado para posterior protocolo de pulido. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



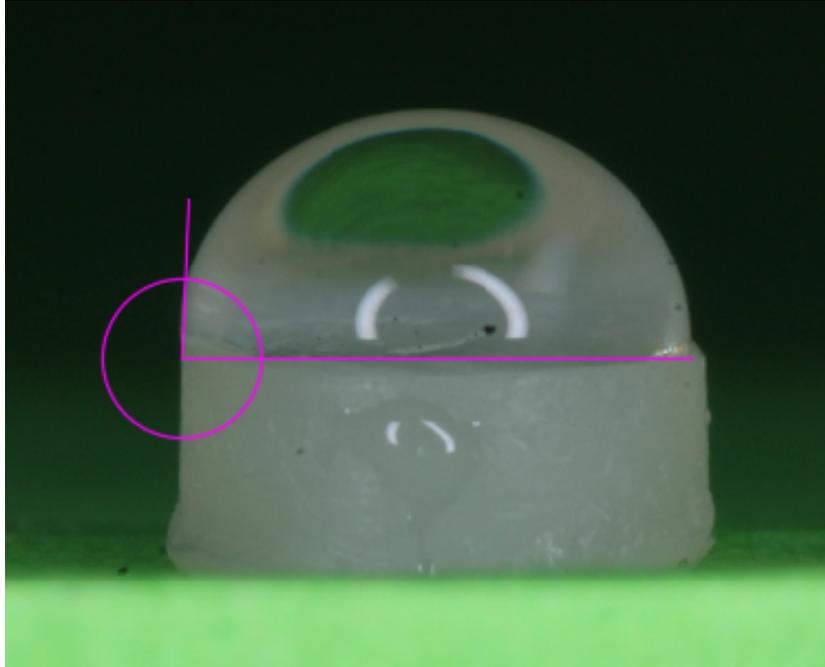
Fotografía 15: Proceso de pulido final para posterior medición de ángulo de contacto. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



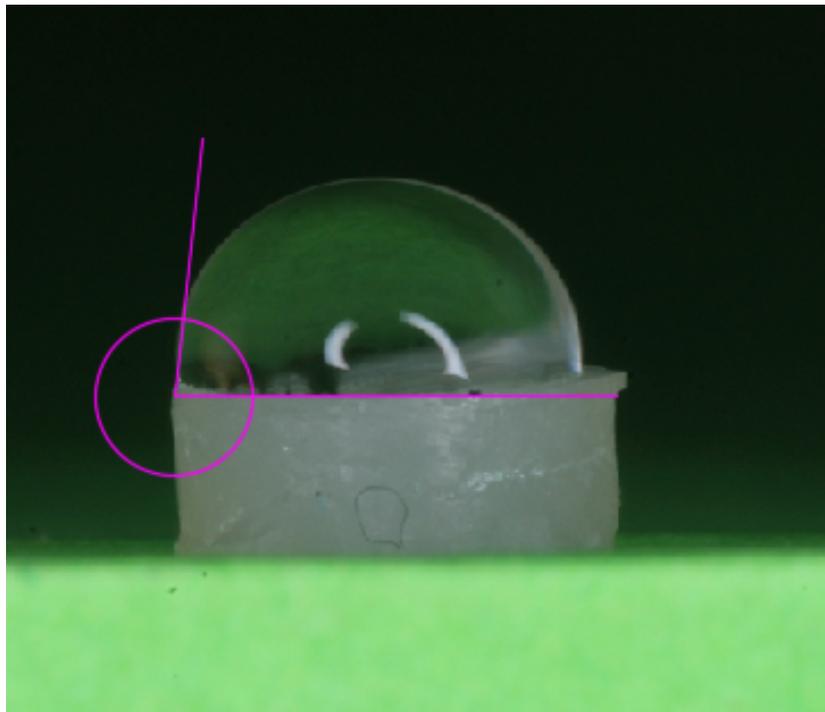
Fotografía 16: Imagen del programa Civil-Cad, donde se puede apreciar la interfaz del mismo. Fotografía tomada por investigador Eduardo Melara.



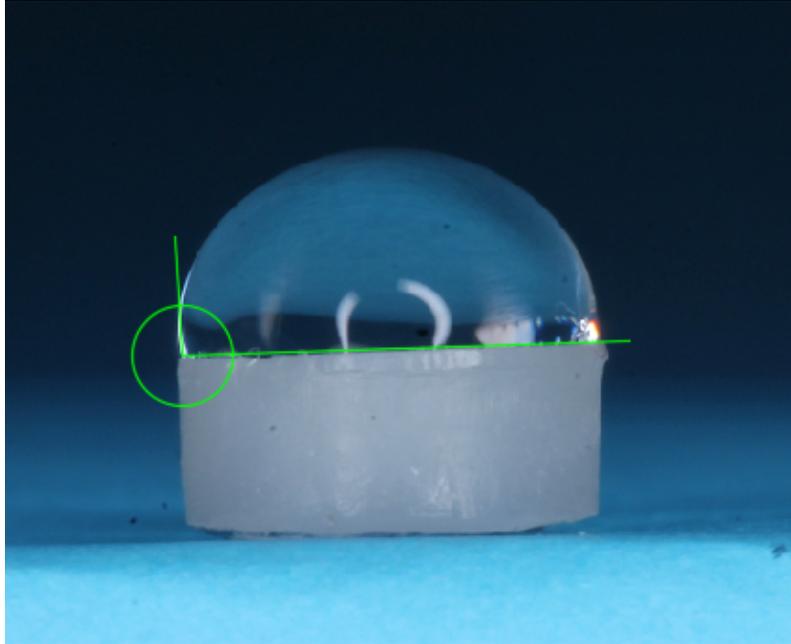
Fotografía 17: Grupo A, Agua, disco A1. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



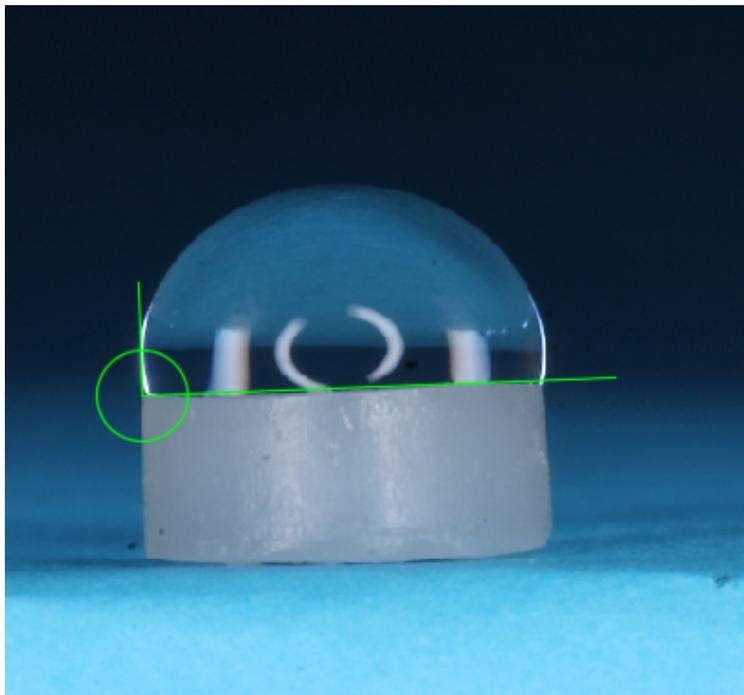
Fotografía 18: Grupo A, Agua, disco A3. Fotografía tomada asesor Dr. Javier Roque.



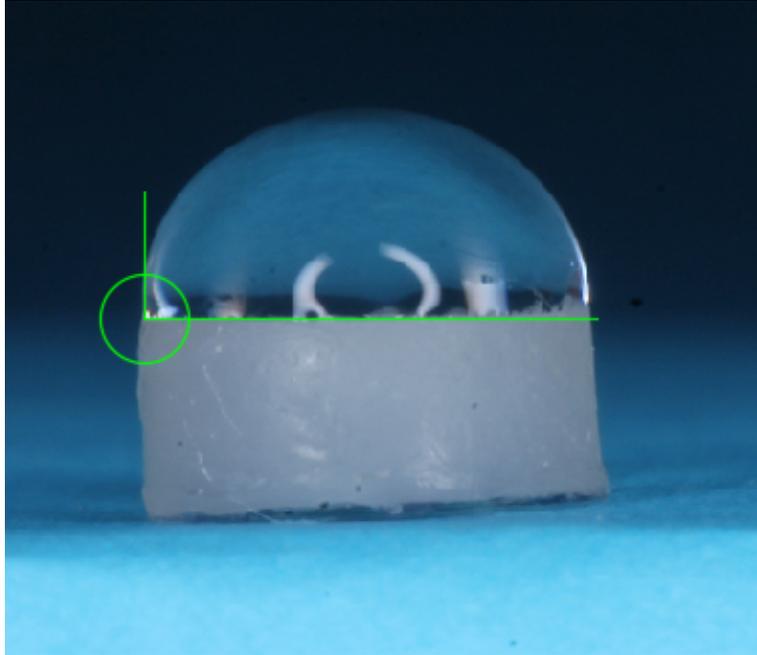
Fotografía 19: Grupo A, Agua, disco A4. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



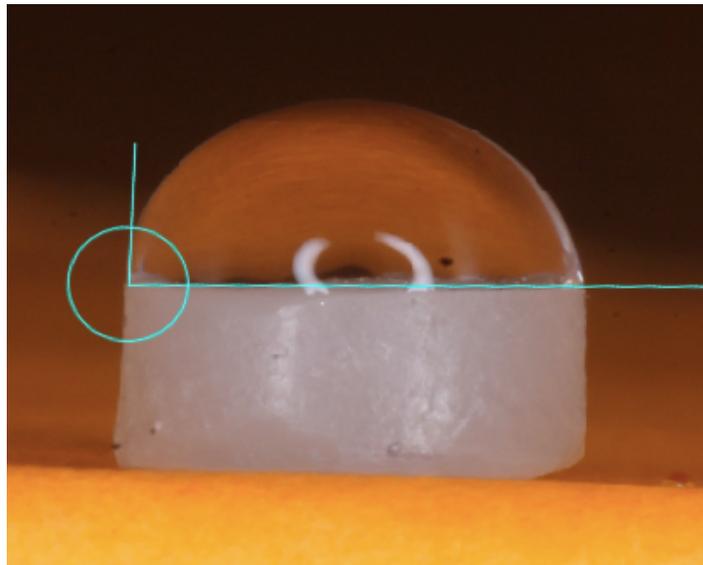
Fotografía 20: Grupo B, Agua, disco B2. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



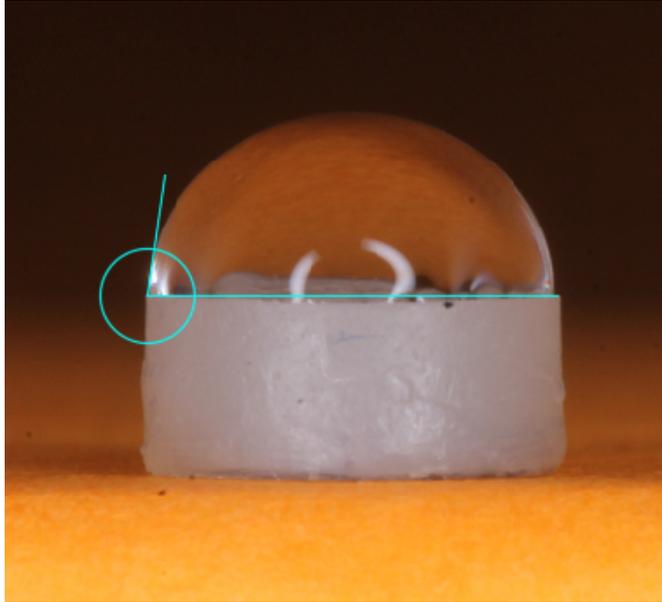
Fotografía 21: Grupo B, Agua, disco B6. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



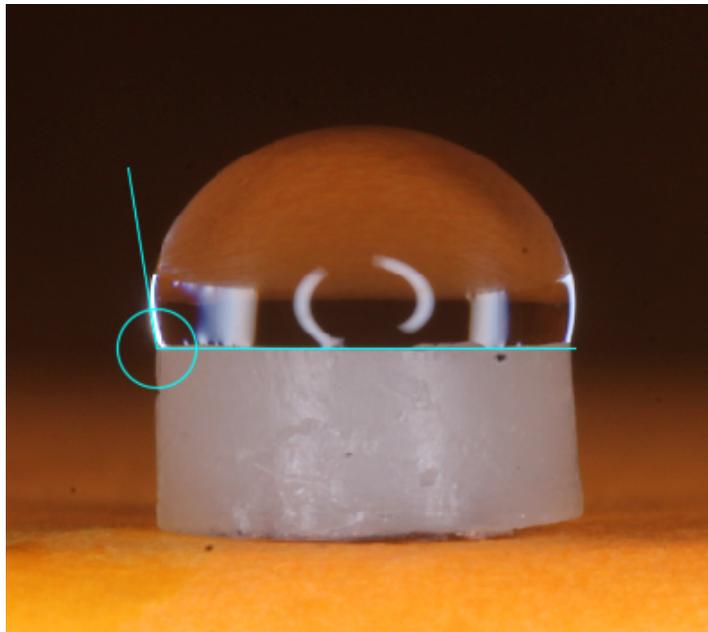
Fotografía 22: Grupo B, Agua, disco B8. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



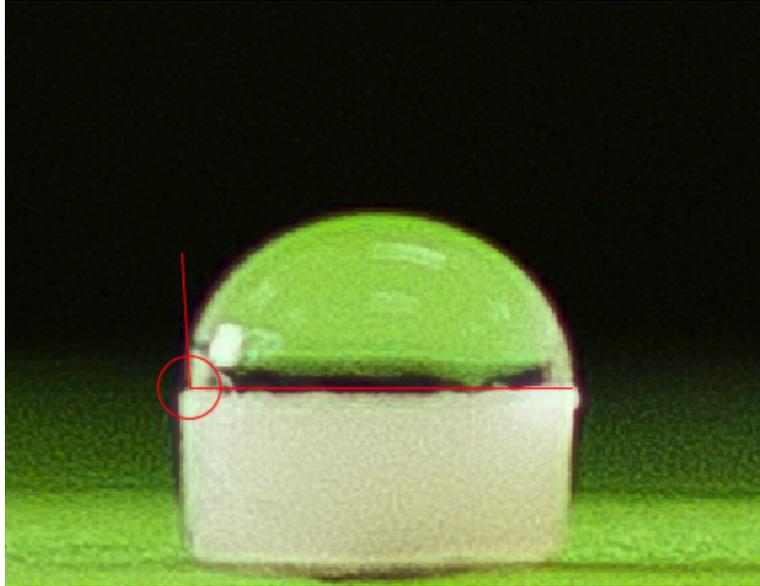
Fotografía 23: Grupo C, Agua, disco C1. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



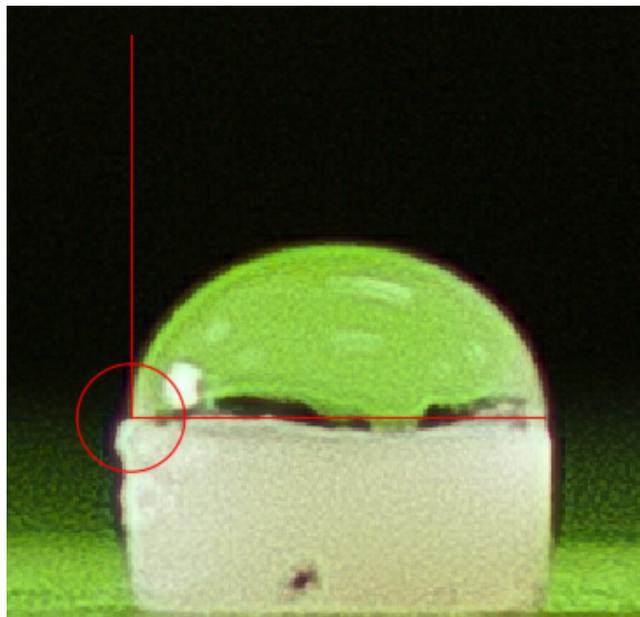
Fotografía 24: Grupo C, Agua, disco C3. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



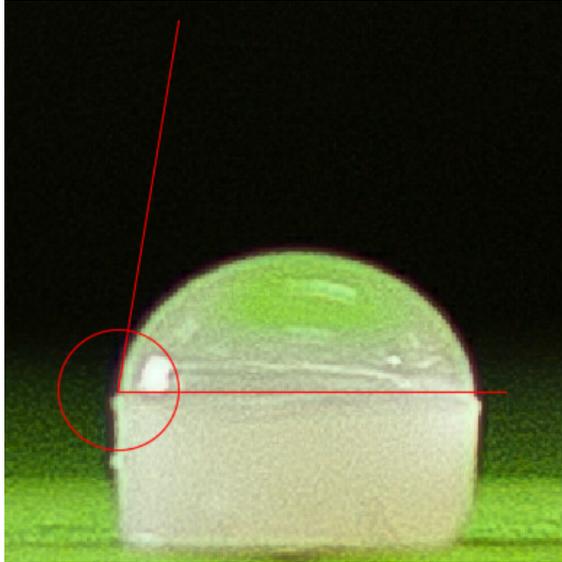
Fotografía 25: Grupo C, Agua, disco C5. Fotografía tomada por asesor Dr. Javier Roque.



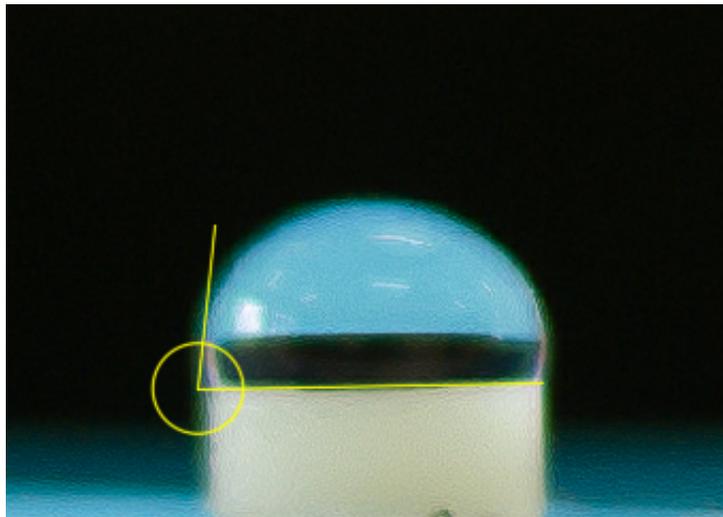
Fotografía 26: Grupo A, Agua destilada, disco A2. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



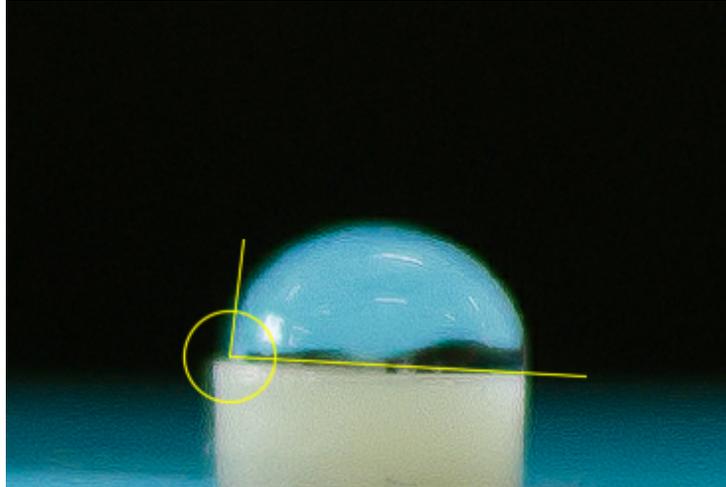
Fotografía 27: Grupo A, Agua destilada, disco A9. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



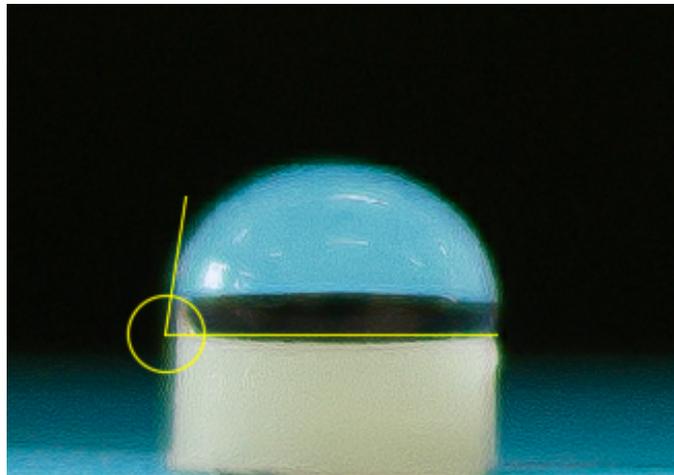
Fotografía 28: Grupo A, Agua destilada, disco A10. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



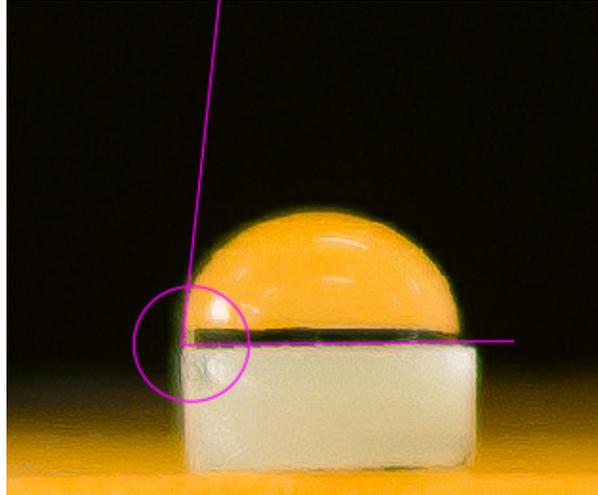
Fotografía 29: Grupo B, Agua destilada, disco B4. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



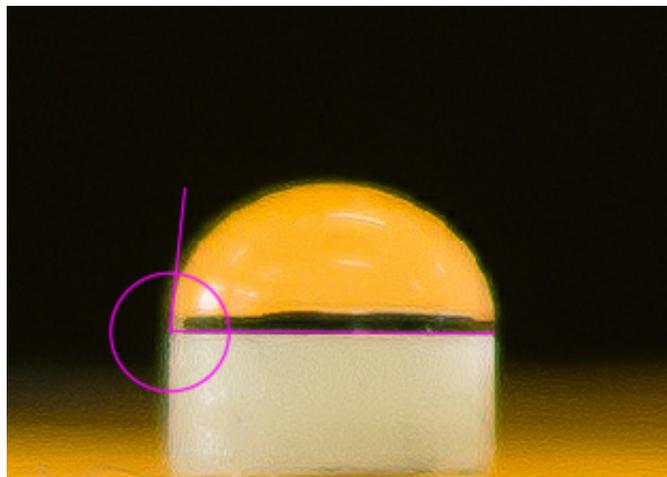
Fotografía 30: Grupo B, Agua destilada, disco B8. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



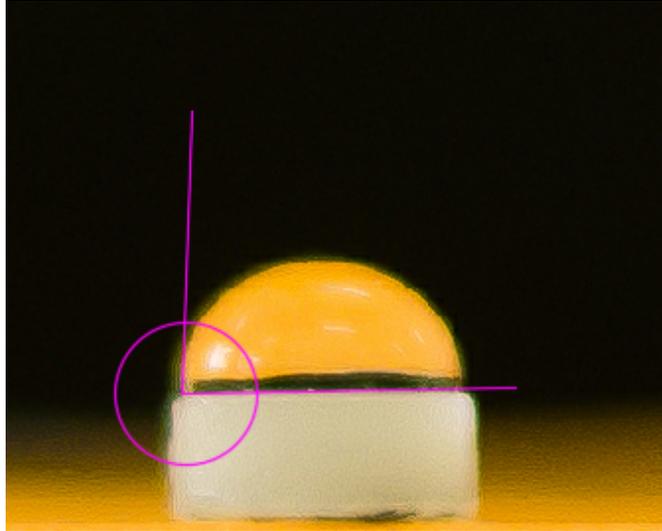
Fotografía 31: Grupo B, Agua destilada, disco B9. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



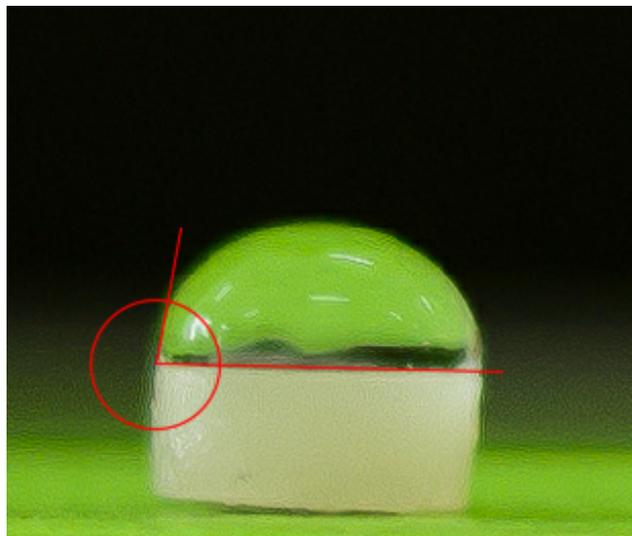
Fotografía 32: Grupo C, Agua destilada, disco C2. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



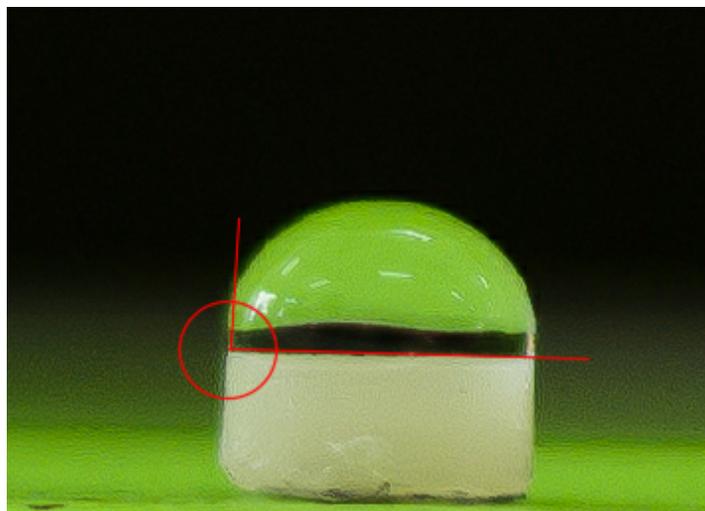
Fotografía 33: Grupo C, Agua destilada, disco C3. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



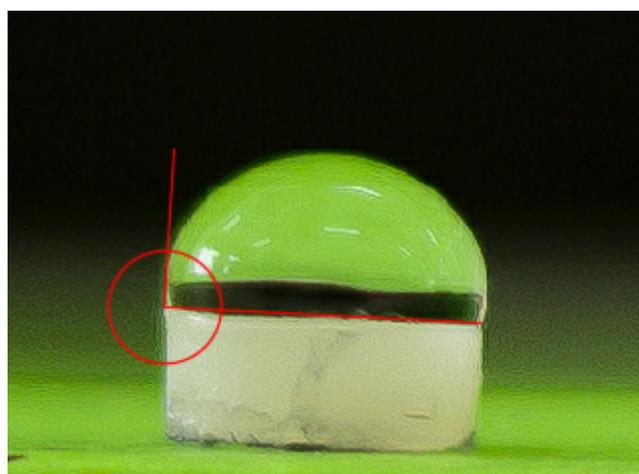
Fotografía 34: Grupo C, Agua destilada, disco C6. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



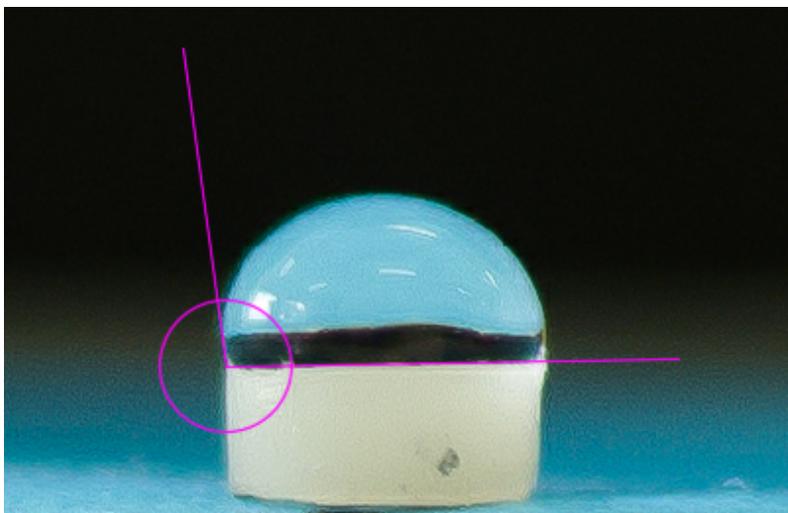
Fotografía 35: Grupo A, Cloruro de sodio, disco A1. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



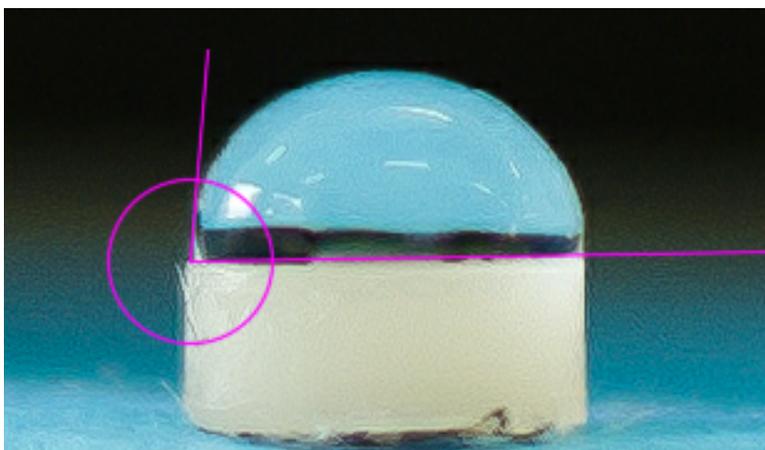
Fotografía 36: Grupo A, Cloruro de sodio, disco A3. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



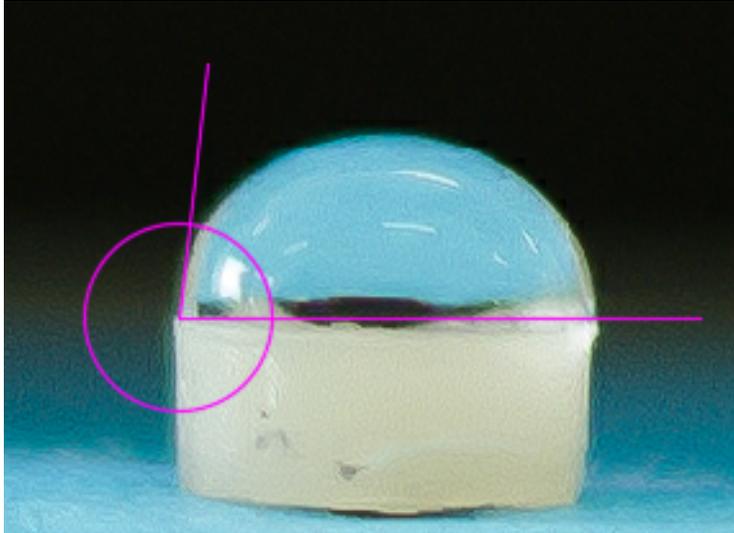
Fotografía 37: Grupo A, Cloruro de sodio, disco A6. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda



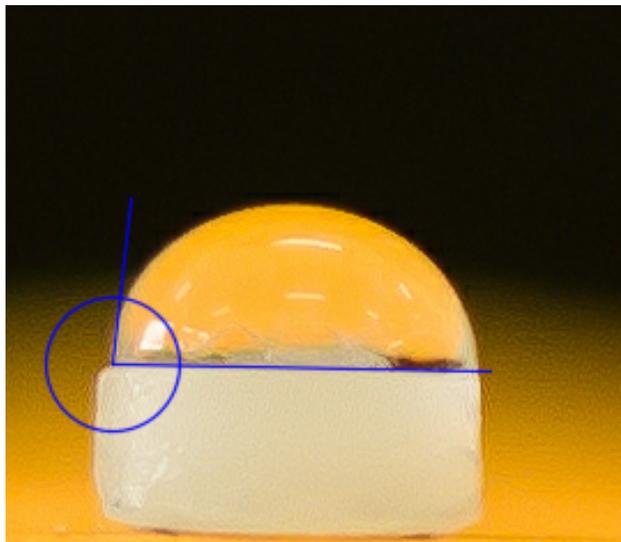
Fotografía 38: Grupo B, Cloruro de sodio, disco B3. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



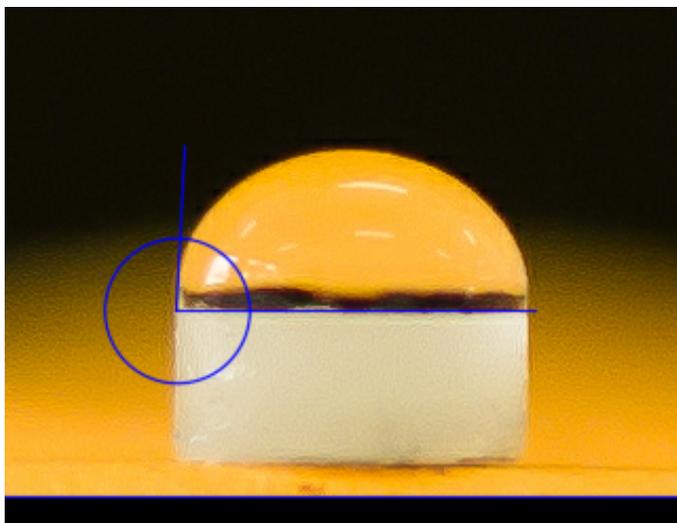
Fotografía 39: Grupo B, Cloruro de sodio, disco B4. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



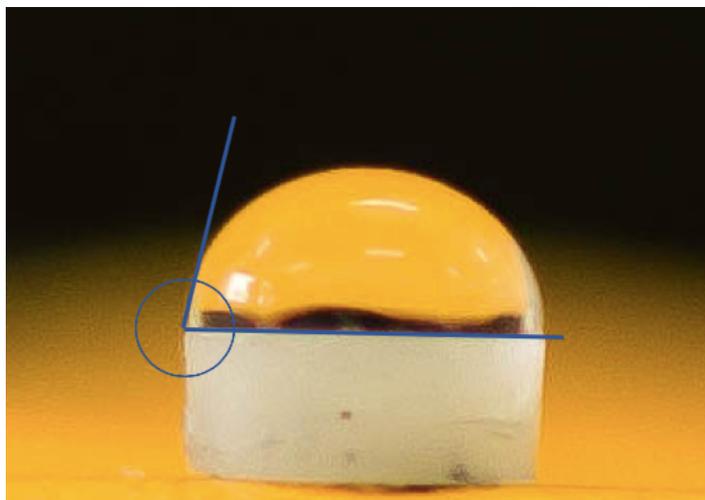
Fotografía 40: Grupo B, Cloruro de sodio, disco B5. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 41: Grupo C, Cloruro de sodio, disco C1. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 42: Grupo C, Cloruro de sodio, disco C3. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.



Fotografía 43: Grupo C, Cloruro de sodio, disco C4. Fotografía tomada por colaborador Carlos Zepeda.

