



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO EN LA CALIDAD DE
TRES SISTEMAS DE PULIDO APLICADO EN
TRES DIFERENTES MARCAS DE RESINAS.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

EDGAR HERNÁNDEZ CASTAÑEDA

TUTORA: C.D.NEYLA GABRIELA PÉREZ ESCOBEDO

ASESOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

A la vida, a mi país, a mi alma mater y a cada uno de mis hermanos mexicanos que trabajan para tener un mundo mejor.

A mis padres, que han hecho de mi una buena persona, les agradezco su paciencia, confianza y apoyo en todo momento de mi vida. Gracias Chabe por traerme al mundo, por tu amor, tus consejos, tu gran valor y sobre todo por ser mi madre. Gracias Balo por ser un padre amoroso, por tus palabras, algunas veces encontradas, pero que nutren mi pensar. Les agradezco a ambos por ser mi ejemplo.

A Rou, que gracias a él no fuimos de vacaciones en semana santa a Chiapas, pero de no haber sido de esa manera, posiblemente este trabajo no se hubiera concluido en tiempo y forma. Gracias por tu compañía diurna y nocturna dedicadas a este trabajo y a lo largo de este tiempo, por tus consejos, tu paciencia, tu ayuda, tu cariño y afecto.

A mi hermano Israel por motivarme y creer en mí en todo momento. A pesar de verme llegar a casa cansado, esperándome siempre con una sonrisa o un chocolate para levantar el ánimo.

A Doña Blanca por el gran amor que le tengo y por su deliciosa comida que me ha nutrido el cuerpo y alma a lo largo de mi vida.

A todos y cada uno de los integrantes de mi familia Castañeda por la seguridad y el respaldo que me han provisto a lo largo de mi vida. El cariño, las palabras, las vivencias, los abrazos y las risas compartidas.

A Toño y Ana grandes cómplices en mi vida,
apoyo sincero y compañeros de grandes
momentos del camino, los amo hermanos.

A Omar, Alexis, Oscar, Harry, Sayus, Pam, Julito y
Eli mis hermanos no consanguíneos, por esos
tiempos cuando el mundo era nuestro y lo
queríamos comer a puños, por esas grandes
vivencias y aventuras, llenas de juventud y locura.

A la doctora Gaby que a pesar de sus
dificultades su ayuda fue determinante en
la culminación de este proyecto.

Al doctor Jorge Guerrero por su invaluable ayuda en la
realización de este trabajo, le agradezco su paciencia,
su compromiso, sus conocimientos y su amistad.

A mis compañeros y amigos de la carrera, del
13 y del Seminario, porque crecimos juntos,
aprendimos juntos y compartimos grandes
momentos durante nuestra formación.

A todos mis maestros y profesores que con
lecciones académicas y personales ayudaron
a mi formación personal y profesional.

A la familia Hernández Robledo por su gran
confianza, afecto y cariño.

Gracias a Chahat Baul por motivarme
a terminar mi carrera universitaria, por
ser un gran mentor hermano y amigo.

A mis pelanás Carito, Eric y Shantars que
extraño y quiero.

Gracias a mis carnales del TAI por ayudarme
a ver el mundo desde otra perspectiva y
motivarme a ser una mejor persona.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	6
3. MARCO TEÓRICO	7
A. RESINAS COMPUESTAS	15
a. Antecedentes	15
b. Generalidades	15
c. Composición	17
d. Clasificación.....	21
B. ABRASIVOS.....	25
a. Antecedentes.....	25
b. Generalidades.....	26
c. Terminado y pulido	27
C. PERFILÓMETRO	39
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
4. JUSTIFICACIÓN	41
5. HIPÓTESIS.....	42
6. OBJETIVOS.....	43
a. General	43
b. Específicos	43
7. METODOLOGÍA	44
8. RESULTADOS.....	55
9. CONCLUSIONES.....	59
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

1. Introducción

Existe una gran variedad de sistemas de pulido, con diferentes tipos de composición, forma, tamaño, textura, presentación, etc. Los cuales pueden producir superficies óptimas en las restauraciones, o por el contrario generando superficies rugosas y retentivas para los alimentos y el cúmulo bacteriano. Sin embargo al momento de pulir la resina en nuestra práctica profesional, desconocemos que sistema realmente nos proporciona las características deseadas para promover en las resinas una tersura superficial que le confiera un mayor tiempo de vida en la cavidad oral.

El presente trabajo es un estudio comparativo de tres diferentes sistemas de pulido, aplicado en tres resinas de diferente composición (una híbrida, una nanohíbrida y una microhíbrida), en el cual se pretende evaluar la calidad de la superficie resultante al utilizar los abrasivos.

Para la elaboración del estudio se utilizaron composites y sistemas de pulido de uso frecuente, no sólo en la práctica privada, sino también dentro de las clínicas de la Facultad de Odontología de la UNAM. Siendo de importancia el conocimiento de los resultados para poder tener una noción a cerca de la calidad superficial de los composites pulidos, saber que sistema resultó más efectivo y en combinación con que resina se logró la menor rugosidad.

Los resultados de esta investigación dan pie a sugerir la implementación del uso de la resina y el sistema de pulido que combinados, obtuvieron los promedios de rugosidad mas bajos, y por lo tanto una buena calidad en la superficie final.

2. Antecedentes

A partir de la utilización de las resinas en odontología las modificaciones más importantes han sido las que involucran el relleno de reforzamiento, con el propósito de reducir su tamaño para producir materiales que sean pulidos de manera más fácil y efectiva, además de demostrar mejor resistencia al desgaste. En el pasado, discos con partículas finas proveían el mejor terminado y brillo para la mayoría de los composites¹.

Todas las resinas se vuelven ásperas con el paso del tiempo, pero sobre todo si la superficie está expuesta a efectos erosivos y abrasivos de los alimentos y bebidas ingeridos. Por lo que es de principal preocupación para el dentista la calidad de la superficie después de meses o años de la restauración en boca¹.

3. Marco teórico

Numerosos autores coinciden que el terminado y el pulido en odontología va mas allá de fines exclusivamente estéticos, al generar también un ambiente libre de placa proveyendo una higiene oral aceptable^{2,3}, integridad en los márgenes, salud de los tejidos periodontales⁴ y confort al paciente. Por el contrario, un inadecuado terminado y pulido propicia la retención de placa, inflamación gingival, irritación física de los tejidos circundantes y decoloración. Comprometiendo el desempeño clínico de la restauración y llevar a la incomodidad del paciente⁵⁻¹⁰.

Los composites al ser terminados y pulidos adecuadamente establecen una relación ocluso-funcional y un contorno fisiológicamente armónico con los tejidos de soporte¹¹, ya que un contorno apropiado y un alto brillo dan la apariencia de la estructura natural de un diente, deseada por los pacientes¹¹.

Numerosos estudios coinciden que el incremento de la rugosidad está correlacionado al aumento de la deposición de placa. Al parecer la rugosidad en la superficie menor a 0.2 μm previene la adhesión inicial bacteriana, una rugosidad mayor, se relaciona a un incremento substancial de retención inicial bacteriana^{3,6,12,13}, sin embargo, no se relaciona con la acumulación de bacterias una vez iniciada la colonización primaria².

La formación de biofilm compuesto de bacterias cariogénicas está entre los factores de virulencia asociados en la progresión de caries y enfermedades periodontales, siendo la rugosidad un factor determinante de importancia en la acumulación de placa. La composición química de la superficie es importante para la adhesión de bacterias, particularmente cuando los

componentes de la superficie, son benéficos o perjudiciales para la población adherida. Se ha relacionado a los monómeros liberados de los composites con el crecimiento y desarrollo de caries asociada a bacterias¹⁴. En un estudio de Fucio y cols, donde se analizó la influencia de un biofilm de *S. mutans* sobre la superficie de materiales estéticos restauradores, los composites mostraron baja susceptibilidad a los efectos perjudiciales del biofilm¹⁵.

Por lo anterior, podemos decir que la rugosidad residual de la superficie de las restauraciones puede influenciar directamente a la retención de placa, lo que resulta en pigmentación superficial, inflamación gingival y caries secundaria^{7,11}.

Una de las mayores razones del remplazo de las resinas es la desigualdad de color. Las resinas juegan un papel muy importante en la estabilidad del color de los composites. Factores intrínsecos como el cambio en el relleno, en la matriz o en la capa de silano o factores extrínsecos, como la absorción y la adsorción de pigmentos, pueden causar decoloración de los materiales estéticos. La afinidad por los pigmentos está modulada por el índice de conversión y sus características químicas, siendo el índice de sorción de agua el de particular importancia^{7,8}.

En pruebas de laboratorio se ha observado que el color intrínseco de las restauraciones puede cambiar cuando los materiales han sido envejecidos bajo varias condiciones físico químicas, así como exposición ultravioleta, cambios térmicos y humedad⁷.

Algunos autores sugieren que la decoloración de los materiales a base de resina quizá es causada por factores extrínsecos e intrínsecos. Los intrínsecos involucran la decoloración del material de la resina, así como la

alteración de la matriz y de la interfase entre la matriz y los rellenos. Cada componente puede tomar parte en éste fenómeno. Los factores extrínsecos incluyen pigmentación por adsorción y absorción de colorantes como resultado de fuentes exógenas⁷.

Se ha reportado que el color de las resinas no es estable en exposición a varios medios de tinción, como el café, té, jugos de fruta, refrescos de cola y la nicotina. Por lo que puede ser que el grado de pigmentación en la cavidad oral esté asociado a los hábitos alimenticios^{7,8}.

Aparentemente, la decoloración no es dependiente de factores extrínsecos como la rugosidad por si sola, una superficie con carga es más susceptible a la pigmentación. Las cargas incrementan la actividad de los átomos en la superficie y facilita la acumulación de pigmentos. El uso de un refrigerante puede prevenir las cargas de la disposición molecular de la matriz de la resina e inhibe el desprendimiento de partículas de relleno de resina ablandada por calor⁷.

La rugosidad de la superficie y susceptibilidad a la pigmentación es directamente influenciada por la composición de cada resina y el agente pulidor utilizado⁷.

Las resinas con Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) en su composición liberan grandes cantidades de monómeros en medios acuosos en comparación con aquellos que tienen Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) ó Uretano de Metacrilato (UDMA por sus siglas en inglés), resultando en una mayor alteración del color⁸.

El desgaste de los materiales restauradores en la cavidad oral está sujeto a varios factores, los cuales alteran la calidad de la superficie. Los procesos de

higiene juegan un rol significativo. El uso frecuente de procedimientos profilácticos en casa puede tener efectos adversos, como un aumento en la rugosidad de la superficie favoreciendo así el crecimiento y la retención bacteriana¹⁰.

Hay estudios en los cuales se ha evaluado el desgaste en la superficie de las resinas relacionado al cepillado dental, algunos refieren que en general los composites híbridos muestran un alto incremento en la media de rugosidad y el menor brillo de todos los composites, en microfotografías se muestra que especialmente en las resinas híbridas, la matriz se desintegra y se exponen los rellenos. Mientras que los de microrelleno y nanorelleno no mostraron cambios significativos en la textura observada ¹⁰.

Algunas investigaciones han demostrado daño en la superficie de materiales restauradores causado por el ambiente químico de la cavidad oral¹⁵.

Los diferentes composites presentan características particulares en su superficie y en su pulido, que en última instancia contribuyen a la longevidad de la restauración^{7,11}. La superficie de las resinas se desintegra con el tiempo, dejando rugosidades, picaduras, pigmentaciones y desgastes. La apariencia estética de la superficie de los composites puede ser mejorada con un repulimento superficial^{6,10}.

Un contorno apropiado, suavidad y alto brillo pueden producir la apariencia natural deseada por los pacientes, mientras que una superficie con textura rugosa puede disminuir el brillo e incrementar la decoloración de la superficie de la restauración que puede afectar su estética⁵.

André F. Reis y cols. relacionan la calidad del pulido con el tipo de relleno que contiene la resina afectando así la rugosidad superficial, coincidiendo

con otros autores en los que el promedio de rugosidad más alto registrado, coincidió con la partícula de relleno más grande⁷. Un estudio reporta que las resinas de nanorelleno presentan un rendimiento similar a las resinas microhíbridas⁵. Aunado a esto, los composite de microrrelleno, microhíbridas y los nanohíbrido han presentado superficies más suaves en comparación con las resinas híbridas que han mostrado valores de rugosidad más altos^{3,16}. Sin embargo una investigación realizada por J. Janus y cols., no coincide del todo con los autores anteriores. En esta, se evaluaron 4 composites diferentes, 3 nanohíbridos y uno híbrido, y encontraron que de los 3 nanocomposites no todos tuvieron promedios de rugosidad bajos en comparación con el nanohíbrido¹⁷.

Estudios previos han demostrado que las resinas con un relleno más pequeño promueven mayor brillo y promedios bajos en la rugosidad después del pulido con varios sistemas, además de ser más fáciles de pulir que los de relleno híbrido^{8,11}.

En los composites, la superficie más suave se ha logrado con la fotopolimerización de la resina en contacto con matrices^{5,8,15} de poliéster^{2,17} o celuloide¹³, desafortunadamente muchas de las restauraciones en el ambiente clínico necesitan ser pulidas², lo que hace decrecer la suavidad obtenida con la matriz^{3,13}.

Ugur Erdemir y colaboradores en 2012 realizaron un estudio de los efectos de los sistemas de pulido en diferentes materiales restauradores, entre ellos ionómero de vidrio, compómeros, y composites nanohíbridos y microhíbridos. Determinaron que después del terminado y pulido, la micromorfología de la superficie se ve influenciada por el tamaño, la dureza, tipo y carga de las partículas de relleno del material de restauración, y por la flexibilidad del instrumento de terminado, la dureza del abrasivo, el tamaño del grano y el

método de aplicación de los instrumentos finales. Además se encontró una correlación entre la dureza y la rugosidad superficial, indicando que un composite con valores altos de dureza está usualmente asociado a una alta rugosidad. Dentro de los sistemas de pulido, los de partículas de diamante obtuvieron mejores resultados en comparación con los discos con óxido de aluminio¹³.

Dentro de los diferentes sistemas disponibles surgen los de “un solo paso”, con el fin de reducir el tiempo del procedimiento en la consulta¹², el tiempo de aplicación y eliminar los riesgos de una infección cruzada⁵. Sin embargo, Stefan Talu y colaboradores en 2014 compararon 4 sistemas de pulido aplicados en 2 resinas; una de nanorrelleno y otra nanohíbrida, después de analizar sus resultados concluyeron que los sistemas de varios pasos, están compuestos por partículas bien diseñadas y pueden producir una buena calidad final, por otro lado con los sistemas de un solo paso observaron que no son del todo buenos para crear una topografía y valores de rugosidad satisfactorios, a menos que se concluya el pulido con pastas diamantadas, para crear valores de rugosidad óptimos y una superficie aceptable¹².

La capacidad de los discos impregnados con partículas de óxido de aluminio para realizar superficies mas suaves, está relacionado con su capacidad de remover de igual forma partículas y matriz orgánica^{3,13}, porque posee una mayor dureza que la mayoría de los rellenos de las resinas⁵. Sin embargo, éstos sistemas tienen limitaciones por su geometría, siendo difícil la obtención de superficies con un terminado y un pulido eficiente^{5,13}, en algunos detalles anatómicos⁵, especialmente en las regiones posteriores de la boca¹³

Varios estudios coinciden que los discos flexibles con óxido de aluminio son la mejor opción para proveer la rugosidad más baja en la superficie de los

composites^{8,11}. Siendo su eficacia dependiente de la forma anatómica y accesibilidad a la superficie a ser pulida, por lo que el uso de formas especiales de instrumentos abrasivos son usualmente necesarios en la práctica clínica para obtener mejores resultados. MS Cenci y colaboradores han demostrado que el uso de técnicas secuenciales llevadas a cabo con copas de goma, cepillos de pulido y discos de fieltro mostraron resultados similares cuando fueron comparados con los discos con óxido de aluminio¹¹.

Los resultados de varias investigaciones coinciden en que los discos recubiertos de óxido de aluminio producen superficies más suaves que el sistema Astropol®⁸, siendo importante considerar que las partículas del óxido de aluminio presentan una dureza más alta que las partículas de óxido de silicio y, generalmente, más alta que los materiales de relleno utilizados en los composites³.

Para que un sistema de terminado y pulido sea efectivo, las partículas abrasivas deberán ser relativamente más duras que el material de relleno, si éste no fuera el caso el sistema de pulido solo removerá la suave matriz de resina, dejando las partículas de relleno protruidas en la superficie^{7,13}. La rugosidad de las resinas se ve afectada por el tamaño y la composición de las partículas de relleno⁵, teniendo éstas un papel intrínseco importante en el pulido del composite⁷.

Variables como el tipo de composite, los monómeros de la resina, la concentración y tipos de partículas de relleno, y el sistema de terminado y pulido utilizado influyen en el pulido final de la superficie⁵.

La efectividad de los sistemas no sólo depende del material o del tipo de abrasivo, también está relacionado con el tiempo empleado con cada abrasivo, la geometría del instrumento y la cantidad de presión aplicada⁵; se

ha encontrado que en las resinas híbridas pulidas a una alta presión se genera una superficie menos lisa con una mayor rugosidad, mientras que los composites de microrrelleno se vieron menos afectados por fuerzas diferentes. Por lo que una fuerza incontrolada puede causar resultados diferentes⁶.

La rotación de la pieza de baja velocidad es otra variable en cada uno de los estudios. De igual forma, el tiempo de pulido también es un factor responsable de diferencias en los resultados. Algunos estudios reportan variaciones de 20s, 30s y 40s para el mismo sistema, mientras que otros estudios ni siquiera reportan tiempo de pulido¹⁰.

Bajo las condiciones de los estudios *in vitro*, el efecto de los sistemas de terminado y pulido en la rugosidad de la superficie es dependiente del sistema de pulido y del material restaurativo¹³.

La rugosidad de la superficie de las resinas es básicamente dictada, por un lado, por el tamaño, la dureza y la cantidad de relleno, y por el otro, por la flexibilidad de los mecanismos de terminado, la dureza del abrasivo y el tamaño del grano del sistema de pulido^{3,7}.

A. RESINAS COMPUESTAS.

Las resinas son utilizadas para una gran variedad de aplicaciones en odontología, como materiales restaurativos de cavidades, selladores de foseas y fisuras, núcleos, inlays, onlays, coronas, restauraciones provisionales, cementos para prótesis individuales o múltiples y aparatos ortodóncicos, selladores endodóncicos y endopostes¹.

a. Antecedentes.

El desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal¹⁸.

b. Generalidades.

Están formadas por una matriz de resina orgánica (polímero) y partículas de relleno inorgánico (silicio) unidas mediante un agente acoplador de silano, también se le agregan iniciadores y pigmentos¹⁹.

Polimerización

Es la reacción química que ocurre cuando moléculas de resina de bajo peso molecular, llamadas monómeros, se unen para formar moléculas de cadenas largas y alto peso molecular, los polímeros¹⁹ (Figura 1).

Para las resinas compuestas, el proceso de polimerización puede ser activado por medios químicos, por luz o por una combinación de ambos (curación doble). En la polimerización por cualquiera de los métodos, un activador (químico o lumínico) induce a una molécula iniciadora para que forme radicales libres (moléculas con carga elevada que tienen electrones nones). Los monómeros (llamados metacrilatos, o sea bis-GMA) tienen grupos funcionales con enlaces dobles entre carbonos (C=C). Los radicales libres rompen uno de los enlaces dobles entre carbonos para formar un enlace sencillo y otro radical libre, iniciando con esto el proceso de polimerización¹⁹.

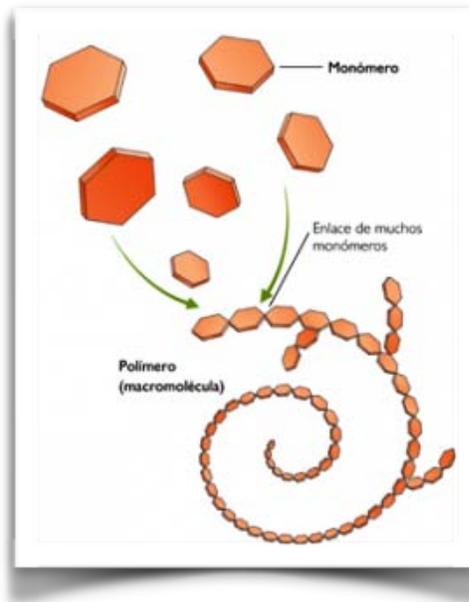


Figura 1: Esquema del proceso de polimerización.
Tomada de [<http://www.tecnologia-informatica.es/plasticos>]

Fotocurado.

Estos materiales se activan con una luz visible en el intervalo de la longitud de onda azul. La luz azul con una longitud de onda cercana a 470 nanómetros actúa con un iniciador (canforoquinona) que en presencia de un acelerador (amina orgánica), hace que la resina se fotopolimerice (Figura 2). Estos dos componentes están presentes en el compuesto, pero no reaccionan hasta que la luz induzca la reacción¹⁹.



Figura 2: Fotopolimerización de una resina con luz azul.

Fuente directa.

c. Composición.

La composición de los composites a base de resina ha evolucionado significativamente desde que los materiales fueron introducidos en la odontología hace más de 50 años. Pero a grandes rasgos, comparten características generales en su estructura¹⁹:

Matriz de la resina

La resina usada más a menudo para la matriz de los compuestos es Bis-GMA, producida mediante la reacción del metacrilato de glicidilo con bisfenol-A. Otra resina que se usa en la matriz del compuesto es UDMA. Estas resinas son líquidos espesos formados por dos o más moléculas orgánicas llamadas oligómeros. Para reducir la viscosidad y permitir la carga con partículas de relleno, se agrega el monómero de peso molecular bajo llamado TEGDMA (los monómeros son moléculas con enlaces de carbono dobles que se unen para formar una resina o un polímero)¹⁹.

Partículas de relleno.

La adición de partículas de relleno hace que la resina orgánica sea más fuerte y resistente al desgaste¹⁹. además de mejorar sustancialmente las propiedades del material, siempre y cuando las partículas estén bien adheridas a la matriz, si no ocurriera esto, por el contrario, no actuarían como refuerzo, sino como debilitadores del material²⁰.

Clasificación de los composites a base de resina	
Tipo de composite	Tamaño de la partícula
Partícula grande	1- a -50 μm vidrio o sílice
Híbrida de partícula grande	(1) de 1 a 20 μm vidrio (2) 40 nm sílice
Híbrida de relleno medio	(1) 0.1 a 10 μm vidrio (2) 40 nm de sílice
Híbrida de minirrelleno y relleno pequeño	(1) 0.1 a 2 μm vidrio (2) 40 nm sílice
Nanohíbrida	(1) 0.1 a 2 μm vidrio o micropartícula de resina
Híbrida condensable	Híbrida de relleno medio y minirelleno,
Híbrida fluida	Híbrida de relleno medio con partículas
Microrrelleno homogéneo	(1) 40 nm de sílice
Microrrelleno heterogéneo	(1) 40nm de sílice (2) Partículas de resina
Nanorrelleno	<100 nm de sílice o zirconia.

Tabla 1. Clasificación de los composites en base del tamaño de la particular de relleno.

Tabla modificada de Anusavise 2013.²⁰

Los rellenos se agregan para controlar las características del manejo de la resina compuesta, ayudan a reducir el encogimiento que ocurre cuando la matriz de la resina se fotopolimeriza o asienta. Un factor importante en la durabilidad de una resina es su partícula de relleno, la composición general de los rellenos usados en las resinas compuestas son partículas de silicio inorgánico, que puede utilizarse en forma cristalina como cuarzo, o no cristalina como vidrio. El vidrio modificado es el más común. Para aumentar su radiopacidad, pueden agregarse iones de bario, boro, circonio o itrio a las partículas de relleno. Cuando la restauración se somete a fricción o abrasión por alimentos y cepillado dental, las partículas de relleno grande tienden a ser desprendidas de la matriz de resina en la superficie, lo que produce desgaste de la matriz de la resina restante y deja una superficie rugosa. En cambio las partículas pequeñas no se arrancan con tanta facilidad de la resina, por lo que generan menos huecos que contribuyan al desgaste. Las partículas más pequeñas pueden aglomerarse en forma más compacta. Con esto, la porción de la matriz de resina expuesta al desgaste, disminuye y el número de partículas que puede agregarse a la matriz de resina, aumenta. Mientras más pequeñas sean las partículas, mas lisa quedará la superficie del compuesto después del terminado y pulido¹⁹.

Varios minerales transparentes de relleno son utilizados para fortalecer y reforzar composites, así como para reducir la contracción por polimerización y expansión térmica (generalmente entre el 30% y 70% de volumen o 50% al 85% de peso del composite). Eso incluye los llamados vidrios blandos, los borosilicatos (vidrios duros), el cuarzo fundido y el silicato de aluminio. El bario, el estroncio, el circonio y algunos vidrios de zinc le confieren propiedades de radiopacidad²⁰.

Agente acoplador

Para producir una adhesión más fuerte entre los rellenos orgánicos y la matriz de resina, se usa un agente acoplador, llamado silano, que reacciona con la superficie del relleno inorgánico para permitir que se unan entre sí. Es necesaria la adhesión apropiada de los dos elementos para minimizar la pérdida de partículas de relleno y reducir el desgaste¹⁹.

Pigmentos

Se agregan pigmentos inorgánicos en cantidades variables para desarrollar distintos colores que se aproximen a los colores básicos de los dientes (Figura 3)¹⁹



Figura 3: Diferentes tonos de resinas en un colorimetro. Tomada de [<http://static1.squarespace.com/static/52084e16e4b0bdc260093e14/52088155e4b0bdc26009a003/527f3001e4b0910bac791382/1384067074464/colorimetro-dental.jpg>]

d. Clasificación

Un sistema de clasificación útil para los composites se basa en el tamaño de la partícula de relleno (Tabla 1 y Figura 4) y el tamaño de la distribución. Cualquier resina con dos tamaños diferentes de relleno se consideran híbridos²⁰.

Por su tamaño de relleno, se pueden clasificar de la siguiente forma¹⁹:

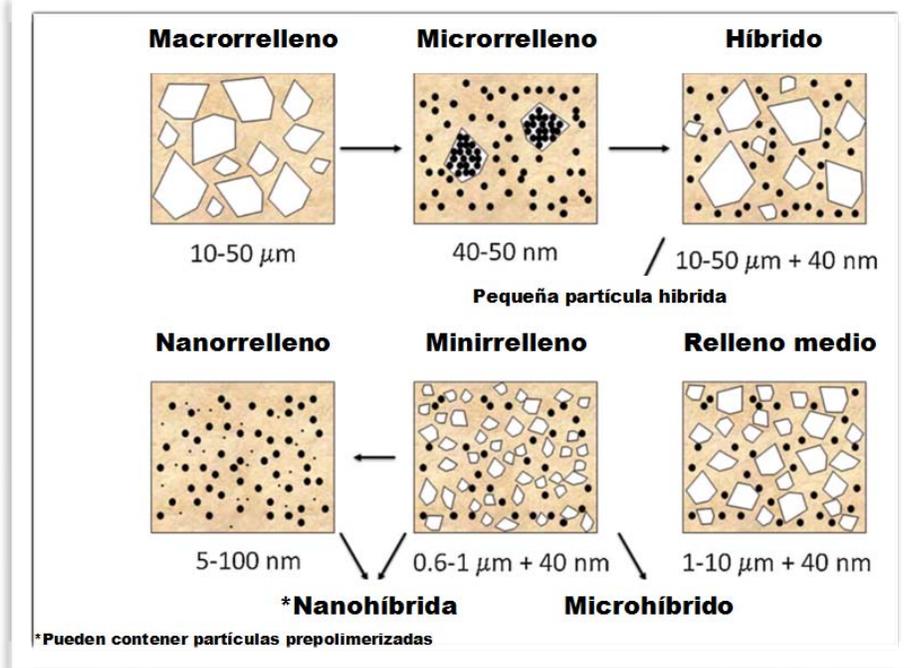


Figura 4. Representación esquemática del tamaño de las partículas de relleno de las resinas.

Imagen modificada de: Jefferies 2007.⁴

Macrorrelleno.

Este tipo de resinas se desarrollaron durante la década de los años 70 y se modificó ligeramente en el transcurso de los años. Su uso ya no es tan extendido. El relleno utilizado en estos materiales restaurativos es: sílice amorfo pulverizado y cuarzo, con un promedio de tamaño de partícula de 8 a

12 μm , aunque algunas veces presentan partículas de hasta 50 μm , con una carga de relleno del 70% al 80% (Figura 5)²⁰.



Figura 5: Microfotografía de partículas de macrorrelleno.

Tomada de <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/image013.jpg>

Microrelleno.

Los composites de microrelleno son aglomerados de 0.01 a 0.1 μm de partículas de sílice coloidal inorgánico incrustadas en partículas de relleno de resina de 5 a 50 μm (Figura 6). Los problemas de rugosidad de la superficie y baja translucidez asociados a los composites tradicionales de macrorrelleno y de partícula pequeña, se pueden solucionar a través del uso de partículas de sílice coloidal así como el componente inorgánico de relleno, con un promedio de diámetro de partícula alrededor de una décima parte de la longitud de onda de la luz visible²⁰.

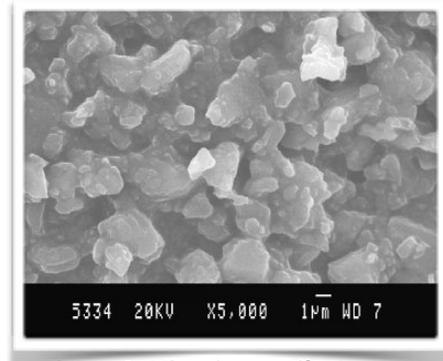


Figura 6: Microfotografía de microrelleno. Tomada de <http://orthocj.com/journal/uploads/2011/03/sem.jpg>

Son una buena opción para restaurar dientes con lesiones cariosas en superficies lisas, pero no en zonas con estrés²⁰.

Composites híbridos.

Resina con una partícula de relleno con una mezcla gradual de dos o más tamaños de partículas para lograr un balance óptimo entre las siguientes propiedades: facilidad de manipulación, fuerza, módulos de elasticidad, encogimiento por polimerización, resistencia al desgaste y pulido²¹.

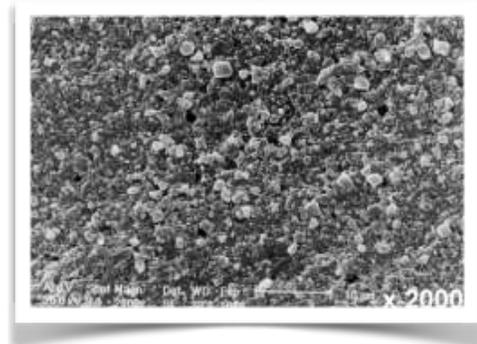


Figura 7: Microfotografía de relleno microhíbrido.

Tomado de [<http://doctorspiller.com/images/DentalMaterials/microhybrid3.jpg>]

Mezcla de rellenos conteniendo microrrelleno (0.01 a 0.1 μm) y relleno fino (0.1 a 10 μm) (Figura 7), en un esfuerzo por obtener aún más suavidad en la superficie que la que provee el relleno pequeño manteniendo las propiedades mecánicas deseables de este último.

Los composites híbridos son el material de restauración adecuado para zonas de estrés y consideraciones estéticas, como en clases IV. El menor tamaño de microrrelleno incrementa el área de superficie, el cual generalmente aumenta la viscosidad y requiere disminuir en general la carga de relleno en comparación con los composites de partícula pequeña²¹.

Nanorrelleno.

Nanocomposites/nanohíbridos.

Recientemente las nanopartículas (Figura 8) (de 1 a 100 nm) han sido fabricadas mediante diferentes métodos. En esencia, el tamaño de partícula de microrrelleno y nanorrelleno, es similar, la diferencia radica

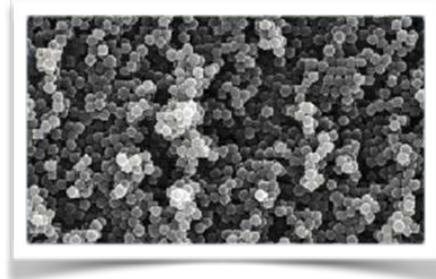


Figura 8: Microfotografía de nanopartículas. Tomada de <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/image021.jpg>

en que en la primera, sus partículas están en una aglomeración tridimensional o en redes largas, aumentando su viscosidad, mientras que en la segunda la aglomeración y las redes son más discretas dando un mínimo efecto de viscosidad. Así, los composites nanohíbridos tienen mejores propiedades ópticas y mayor capacidad de pulido. Estos, tienen una carga de relleno del 60% de volumen y 78% de peso. Con las cargas en estos rangos, se espera que contengan las suficientes propiedades mecánicas para su uso en dientes posteriores, pero estas propiedades aun no han sido confirmadas²¹.

Para combatir la deficiencia de propiedades mecánicas de los composites de nanorrelleno, se han agregado partículas mayores de cualquier vidrio finamente molido o nanopartículas de relleno precuradas (esencialmente las mismas encontradas en los composites de microrrelleno) que son combinadas con monómero disperso de nanopartículas, estos productos son llamados composites “nano-híbridos” que consisten en una mezcla de dos o mas tamaños de partículas de relleno y una o mas que se encuentran dentro de el rango de las nanopartículas²⁰.

B. ABRASIVOS

a. ANTECEDENTES

Los procesos abrasivos se han utilizado desde tiempos prehistóricos. Algunos instrumentos de caza (Figura 9) y recolección fueron formados y afilados mediante la abrasión de una superficie sobre otra. La arenisca se utilizó para producir superficies lisas en las pirámides de Egipto²⁰.



Figura 9: Armas de caza elaboradas por abrasión y pulido de minerales montados en madera. Tomada de http://1.bp.blogspot.com/_JK8mviw_3e4/S4XR7_pOwjI/AAAAAAAAAKI0/IvDn4IKsVmY/s400/sto3.jpg

Ruedas de afilado primitivas fueron creadas aproximadamente hace 4000 años, tomando una Piedra cilíndrica con una superficie abrasiva girándola contra metales y cerámicas, para ajustar sus formas, reducir superficies rugosas y producir superficies más lisas. Estos procesos fueron refinándose en el milenio subsecuente, para producir en la edad media, dagas de metal, espadas, lanzas y escudos de una relativa mejor calidad²⁰.

En china se introdujeron los primeros abrasivos impregnados, embebiendo conchas de mar en gomas naturales²⁰.

Al comienzo del siglo XX, la tecnología de los abrasivos avanzó a través del desarrollo y uso de granos de aluminio, partículas de diamante y granos de carburo de silicio. Nuevos productos en forma de

polvos, pastas, discos y puntas con partículas embebidas, y fresas de diferentes tipos que pronto surgieron para uso odontológico²⁰.

El perfeccionamiento de las piezas de mano dentales, de la tecnología abrasiva y el desarrollo de métodos que permitan unir abrasivos a varios aglutinantes ha permitido un rápido avance en la calidad de los tratamientos de la odontología restauradora actual, particularmente en el campo de odontología estética y adhesiva²⁰.

b . GENERALIDADES

La meta principal de la tecnología en terminado y pulido así como en los procedimientos dentales restaurativos es crear restauraciones estéticas, naturales y armónicas, que tengan la función y apariencia con las estructuras dentales adyacentes. Los procedimientos de terminado y pulido logran estos objetivos produciendo restauraciones con superficies suaves y reflectancia de luz similar a la estructura natural de del diente²⁰.

Al pulir con partículas abrasivas, el mecanismo de desgaste es principalmente un desgaste por corte, no por fricción, aunque otras situaciones indeseables pueden presentarse, como fatiga de la superficie y desarrollo de marcas y rasguños, que en algunos casos son acompañados por fracturas hertzianas²¹.

La efectividad de cualquier sistema de terminado y pulido y la rugosidad de la superficie resultante es determinada por varios factores, como:

- Propiedades estructurales y mecánicas de la superficie terminada y pulida.
- Diferencias de dureza entre los dispositivos abrasivos y el sustrato.

- Dureza, tamaño y forma de las partículas abrasivas utilizadas en los sistemas.
- Propiedades físicas de del soporte o del material de unión usado para llevar el material abrasivo o la sustancia (rigidez, elasticidad, flexibilidad, espesor, porosidad, etc.)
- Velocidad y presión en la cual es aplicado el abrasivo al sustrato.
- Lubricación y el uso de lubricantes durante la aplicación del abrasivo (agua, polímeros hidrosolubles, glicerol, aceite siliconado, etc.)

c. TERMINADO Y PULIDO.

El óptimo terminado y pulido de los composites a base de resina es un proceso muy importante para la culminación de la restauración. La rugosidad residual en la superficie puede alentar el crecimiento bacteriano, lo que puede encaminar a numerosos problemas incluyendo caries secundaria, inflamación gingival y pigmentaciones²¹.

El terminado y pulido efectivo de las restauraciones dentales no solo resulta en la óptima estética, también provee una salud oral aceptable de los tejidos blandos y la integridad de la interfase de la restauración⁴.

Los términos, definiciones y el procedimiento involucrados en el terminado y pulido son:

Terminado: Proceso que involucra la remoción de las irregularidades marginales, definir contornos anatómicos suavizando la superficie rugosa de la restauración. También se incluye la marginación que implica la remoción de material en unión con la superficie dental²².

Pulido: procedimiento llevado a cabo después de los pasos de terminado y marginación, para remover rasguños diminutos de la superficie de la restauración y obtener una superficie lisa y brillante²².

El proceso de pulido está destinado a homogenizar la superficie con defectos y rasguños microscópicos mínimos²².

Muchos métodos de terminado y pulido para composites han sido desarrollados. El mejor terminado posible se ha obtenido en las superficies que han sido polimerizadas en contacto de una tira de banda matriz plástica, pues esto disminuye la capa inhibida de oxígeno y en consecuencia, las porosidades de la superficie. No obstante es difícil lograr una adaptación apropiada a los contornos y los márgenes con las tiras de banda matriz. Por lo tanto los sistemas de terminado y pulido son comercializados para lograr la mejor superficie posible²¹.

Factores que intervienen en el terminado y pulido.

Algunas investigaciones han sido conducidas, con la finalidad de examinar el efecto de varios factores que intervienen en el terminado y pulido de un composite: ambiente, tiempo, pulido inmediato contra el pulido diferido, tipos de materiales y el recubrimiento de superficies y sellado²⁰.

Ambiente.

Involucra si el proceso de terminado y pulido se desarrolla en condiciones húmedas o secas. Algunos defensores del terminado argumentan que: un campo seco permite una mejor visualización de los márgenes de la restauración. Sin embargo, estudios han demostrado que el pulido en seco puede producir calor, lo que puede alterar el sellado marginal de los adhesivos para resinas²⁰.

Investigaciones han demostrado cambios en la composición química de la superficie por el pulido en seco. No obstante, otros estudios han confirmado que el pulido sin agua no tiene efectos sobre la dureza o en la estructura de la superficie. El clínico debe llevar a cabo el terminado de la restauración en un ambiente donde los márgenes sean claros y con la mínima generación de calor. El exceso de calor resulta en manchas en la superficie y despolimerización. La refrigeración con agua durante el pulido y terminado debe garantizar una calidad de superficie estándar²⁰.

Tiempo transcurrido entre el curado del compuesto y acabado y pulido.

El tiempo de demora, entre el fraguado y el acabado y pulido de la resina compuesta, puede tener un efecto en las características superficiales y la resistencia a la filtración. Estudios actuales demuestran que el acabado retardado tiene un efecto mínimo en la dureza. Por motivos prácticos, todas las restauraciones de resina compuesta se deben acabar y pulir poco después de su colocación, en la misma cita. Aunque se recomienda que se demore 15 minutos después de concluida la polimerización²⁰

Tipos de materiales y dispositivos.

Los dispositivos de terminado y pulido, materiales y protocolos de uso de los mismos, están destinados a producir un desgaste intencionado, selectivo y controlado de la superficie de los materiales restauradores. En la actualidad, existe una gran variedad de sistemas que se pueden emplear para el acabado y pulido²⁰.

Está demostrado que el proceso de terminado y pulido desgasta la superficie de la resina compuesta, en la que se producen micro fracturas y pérdidas de las zonas más polimerizadas de la restauración. La aplicación de un sellador superficial o alguna resina de baja viscosidad con poco o ningún relleno,

asegura el relleno de las porosidades y el sellado e la microfracturas, esta técnica de "readhesion" disminuye significativamente la micro filtración mejorando el sellado marginal de las restauraciones. Un estudio reciente demuestra que la micro filtración no es influenciada significativamente por el sistema de pulido empleado²⁰.

Beneficio del terminado y pulido de los materiales para restauración.

Una restauración bien contorneado y pulida, facilita y promueve la salud oral al dificultar el depósito de restos alimenticios y cúmulo de bacterias patógenas. Esto se consigue mediante la reducción de toda el área superficial y la disminución de la rugosidad en la superficie de la restauración. Las superficies mas lisas tienen menos zonas de retención y son más fáciles de mantener en un estado higiénico, cuando se practican las medidas preventivas de higiene oral. La función oral mejora debido a que los alimentos se deslizan libremente sobre las superficies y las troneras durante la masticación²¹.

Con el terminado y pulido, se reduce significativamente el riesgo de tinción y corrosión de algunos materiales dentales. Además las superficies tersas de las restauraciones minimizan el grado de desgaste sobre los dientes antagonistas y adyacentes²⁰.

Las superficies de materiales rugosos llevan a la formación de altas presiones de contacto que pueden provocar la pérdida de los contactos funcionales y estabilizadores entre los dientes²⁰.

Principios de corte, desbastado y pulido.

Velocidades más altas dan lugar a una remoción más rápida de material de la superficie. Presiones más elevadas incrementan también la velocidad de material eliminado. La concentración, el tamaño y el tipo de partículas abrasivas influyen en la velocidad de remoción de material y en la rugosidad relativa de las superficies abrasionadas o cortadas²⁰.

Los objetivos de los procedimientos de acabado y pulido son obtener la anatomía deseada, una oclusión correcta y reducir la rugosidad, eliminar canales y arañazos que produjeron los instrumentos de contorneado y acabado²¹.

Los instrumentos para acabar y pulir las restauraciones incluyen: fresas de carburo de tungsteno con hojas, fresas de diamante, piedras, discos y tiras recubiertos de abrasivo, pastas de pulido, copas, puntas, ruedas poliméricas duras y blandas impregnadas con tipos y tamaños específicos de partículas abrasivas. La superficie pulida ha de ser suficientemente tersa para ser bien tolerada por los tejidos blandos orales e impedir la adhesión bacteriana y la acumulación excesiva de placa. Cuando hay depósitos de placa, deben poder eliminarse fácilmente con el cepillado y el uso de la hilo dental²⁰.

Las partículas del sustrato son eliminadas mediante la fricción de un material más duro que se pone en contacto con la superficie de otro material, generando fuerzas de tracción, deslizamiento y corte, suficientes para romper las uniones atómicas y liberar las partículas del sustrato. Con los instrumentos rotatorios, las hojas de una fresa de carburo de tungsteno o las puntas con partículas abrasivas, transfieren la fuerza al sustrato, si se ejerce una presión alta, el instrumento no cortará, afilará ni pulirá. Únicamente se

conseguirá que los filos de la hoja se volverán romos y las partículas abrasivas se rompan o se separen de su aglutinante²⁰.

Tipos y composición de los abrasivos

Oxido de aluminio

Compuesto químico de aluminio y oxígeno, su dureza lo hace adecuado para usarse como abrasivo⁴.

Es típicamente producido como partículas adheridas a papel o discos de polímero o cintas, también impregnadas en discos de goma o puntos. También es usado para piedras blancas que consiste en puntos cerámicos de óxido de aluminio sintético de varias formas. Tiene la suficiente dureza (#9 en la escala de Mohs) para pulir porcelana, cerámicas y resinas de composite. Finas partículas de óxido de aluminio pueden ser mezcladas en una pasta pulidora para producir superficies suaves y pulidas en muchos tipos de restauraciones incluyendo acrílicos y composites⁴.

Compuestos de carburo.

Abrasivos en forma de compuestos de carburo incluye: carburo de silicio, carburo de boro y carburo de tungsteno. La porción abrasiva y de corte de las fresas para terminado son producidas de carburo de tungsteno⁴.

Los instrumentos para terminado de boro y de sílice tienen las partículas aglutinadas en discos, copas, puntos o discos para su uso en piezas de baja velocidad. El carburo de sílice también se puede recubrir sobre papel o sobre disorde polímero para terminado, que son particularmente efectivos en composites de microrelleno⁴.

Abrasivos de diamante.

Compuesto de Carbono, el diamante es el mineral natural más duro que se conoce, es un abrasivo altamente eficiente debido a su dureza, esto le permite resistir el desgaste y mantener el filo. El polvo o las partículas de diamante de varios tamaños y granos pueden ser recubiertos en una matriz rígida, matriz elastomérica o usado como pasta⁴.

Dióxido de silicio.

Usado primariamente como agente pulidor en gomas abrasivas aglomerantes o en dispositivos elastoméricos de terminado y pulido. Éste abrasivo es utilizado en terminadores iniciales y en el segundo grano en los pulidores de Astropol ® Finishers and Polishing System (Ivoclar Vivadent ® North America, Amherst, New York)⁴.

Silicato de circonio.

Es un mineral natural utilizado como agente pulidor en tiras, discos y pastas profilácticas⁴.

Oxido de circonio.

Es utilizado principalmente en dispositivos rotatorios de terminado y pulido elásticos o de hule. Un ejemplo de éste abrasivo son las Sylicone Points C type (Shofu Dental, Kyoto, Japan) que reportan un contenido de 25 µm de óxido de circonio⁴.

Piedras.

Las piedras dentales están compuestas por partículas abrasivas que son sintetizadas juntas ó unidas a una resina orgánica para formar una masa cohesida. El color de las piedras es un indicador del abrasivo utilizado en particular: Las piedras que contienen carburo de silicio son verdes, mientras las que son blancas contienen óxido de aluminio. Las piedras son utilizadas

para contornear y finalizar restauraciones, tienen una baja eficiencia abrasiva y de corte que las fresas de diamante. Dependiendo el tamaño de grano utilizado las piedras pueden proveer de diferentes grados de abrasividad de grueso, medio y fino⁴. (Figura 10)



Figura 10: Dispositivos de terminado y pulido. Piedras blancas, fresas abrasivas. Abrasivos elastoméricos con contenido de óxido de aluminio y partículas de diamante.

Discos y tiras de terminado y pulido recubiertos de abrasivos.

Son elaborados mediante la adhesión de partículas sobre un polímero delgado ó un soporte plástico. Los discos de terminado y pulido son usados para una reducción en bruto, contorneado, terminado y pulido de restauraciones⁴.

Se utilizan en secuencia de granos, comenzando por los más gruesos y terminando con los más ultrafinos. Los discos y las tiras son útiles especialmente en superficies planas o convexas, en especial en restauraciones anteriores, teniendo un limitado uso en las zonas oclusales

posteriores y áreas cóncavas linguales de los dientes anteriores. Éstas áreas son mejor abordadas con puntas abrasivas o copas, incluyendo los cepillos impregnados de abrasivos. El rango de distribución de las partículas de los discos abrasivos va de los 100 a los 55µm para los discos de terminado grueso y de 7 a 8 µm para los ultrafinos o superfinos⁴.

Discos, copas y puntas de goma.

Los instrumentos de pulido de goma son utilizados para finalizar, suavizar o pulir composites. Son abrasivos basados en granos duros finos o ultrafinos, las partículas están dispersas y retenidas en una matriz elástica suave. Las diversas formas de estos terminadores y pulidores flexibles o de goma complementan el acceso limitado de los discos abrasivos en caras oclusales posteriores o las caras linguales anteriores. Formas, con varios tamaños y dimensiones, que incluyen discos, ruedas, copas y puntas⁴ (Figura 11).



Figura 11: Dispositivos de terminado y pulido, con abrasivos elastoméricos o engomados. Los dispositivos de la fila superior son de terminado grueso, los de las dos filas inferiores son dispositivos de pulido. Fuente:Jefferies 2007

En cuanto a la flexibilidad, podemos decir que los dispositivos con abrasivos adheridos están fabricados amoldando las partículas abrasivas de varios tamaños de partícula y de distribución en una matriz elastomérica, las matrices pueden ser naturales o de goma elástica sintética. Los abrasivos elásticos moldeados o adheridos vienen en variedades de granos, tamaños y grados de firmeza. Generalmente estos abrasivos son moldeados en un mandril para pieza de baja con un tipo pestillo⁴.

Los mandriles están fabricados de acero inoxidable y plástico de alta resistencia, algunos de estos instrumentos pueden ser reutilizados después de esterilizarlos. Los abrasivos utilizados en estos instrumentos son usualmente compuestos por carburo de silicio, óxido de aluminio, diamantes dióxido de silicio y óxido de circonio. El tamaño de la distribución de la partícula tiene rangos de 40 μ m para dispositivos de terminado elastómericos con óxido de aluminio y de 6 μ m para instrumentos de pulido de diamantes de silicona. Algunos de estos instrumentos son útiles en terminado intermedio y en contorneado anatómico, así como en prepulido⁴.

Pastas abrasivas pulidoras y dispositivos para su aplicación rotatoria.

Las pastas abrasivas para pulido usado en odontología están predominantemente basadas en óxido de aluminio ultrafino, disperso y suspendido en un vehículo o en pastas adiamantadas. Las de óxido de aluminio tiene principalmente una base de glicerina con una distribución promedio de partículas de 1 micro μ m o menos. Las pastas pulidoras adiamantadas también se elaboran con un vehículo basado en glicerina, pero con una distribución de partícula promedio en el orden de 10 μ m a 1 μ m.

Aunque el método comúnmente usado para la aplicación de las pastas pulidoras es la copa de hule para profilaxis, el análisis de la rugosidad de las superficies sugiere que la aplicación con éste método aumenta la rugosidad o en el mejor de los casos no se muestra siquiera una mejoría en la suavidad de la superficie. Por otro lado el uso de aplicadores suaves de fieltro puede aumentar significativamente la eficacia de las pastas pulidoras abrasivas, especialmente aquellas que usan óxido de aluminio como abrasivo, disminuyendo la rugosidad de la superficie⁴.

Existe una amplia gama de formas y tamaños de aplicadores de pastas abrasivas (Figura 12) que pueden ser usados tanto en pastas abrasivas basadas en óxido de aluminio, como en aquellas que tienen una base diamantada⁴.

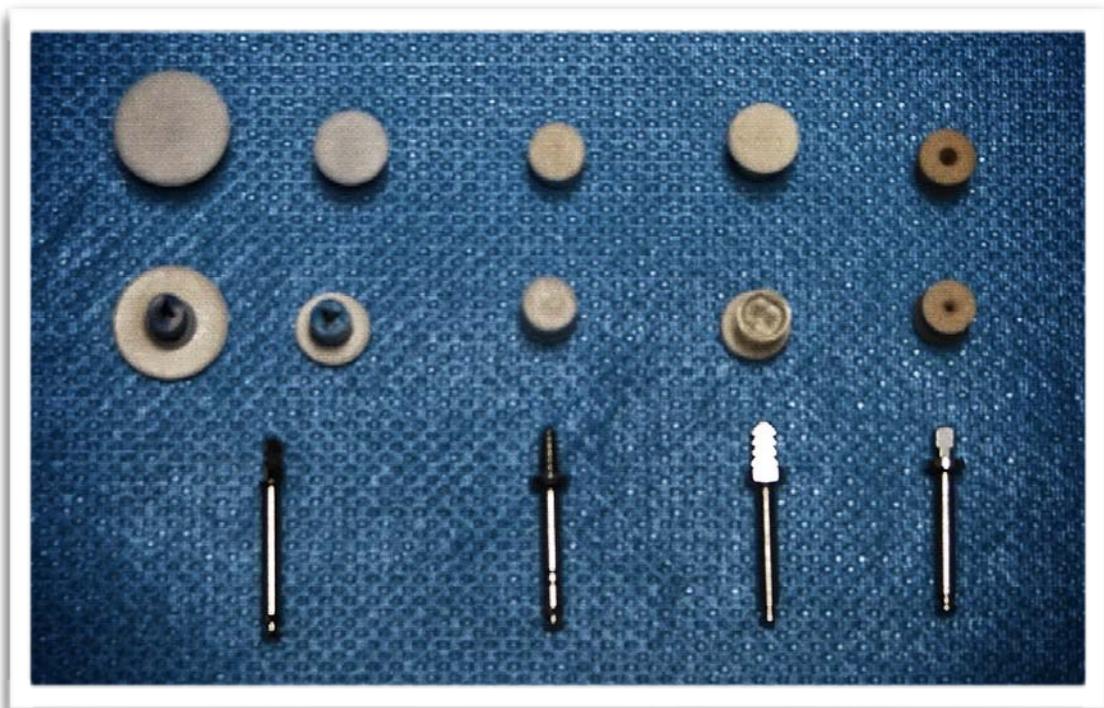


Figura 12: Aplicadores rotatorios de fieltro, para pastas de pulido abrasivas. Estos proveen un mejor pulido final, al disminuir la rugosidad superficial, cuando se utilizan pastas pulidoras. Fuente: Jefferies 2007.

Cepillos impregnados de abrasivos.

Este tipo de pulidores se encuentran en el mercado en diferentes formas (Figura 13), con una variedad de cerdas de polímeros, impregnadas con partículas abrasivas. Los cepillos están diseñados para alcanzar surcos, fisuras y áreas interproximales de restauraciones cerámicas o de resina que no pueden ser alcanzadas con otros dispositivos de terminado y pulido (Figura 14). De acuerdo con 3M Espe®, la compañía que tiene la patente para la elaboración de estos cepillos, el Cepillo Sof-Lex®, la partícula abrasiva utilizada en el cepillo, es el óxido de aluminio⁴.



Figura 13: Cepillos impregnados de abrasivo. los tres cepillos abrasivos de izquierda a derecha contienen partículas adiamantadas como abrasivo, el cepillo de la derecha contiene carburo de silicio. Fuente: Jefferies 2007.

Figura 14: Sugerencia de uso del cepillo impregnado con abrasivo.

Tomado de [http://media.dentalcompare.com/m/25/Article/681_10.JPG]



C. PERFILÓMETRO.

Es un instrumento de medición de la rugosidad superficial. Consta de la cabeza de medición con micropalpador y de la parte indicadora de medición y registradora. La cabeza de medición puede fijarse a un soporte cuando se miden las piezas pequeñas, o puede colocarse a mano sobre piezas grandes. En ambos casos el micropalpador con su punta de diamante de 2 a 5 micrometros de radio en el extremo, se desplaza de 0.4 a 40mm a lo largo de la superficie de la pieza. a punta del palpador va siguiendo de este modo, las hendiduras más finas de la superficie. Los movimientos de subida y bajada de la punta, se amplifican electrónicamente, se traducen y se indican como valores de medición en el indicador de perfil por medio de la desviación de la aguja, arrojando valores de la rugosidad media de la superficie evaluada (R_a)^{23, 24} (Figura 15).



Figura 15: Perfilómetro. (A) Vista lateral del perfilómetro, se aprecia el micropalpador y la punta dispuesta a ser colocada para evaluar una muestra. (B) Vista superior del perfilómetro, se observa en la pantalla registradora la media de la rugosidad (R_a 0.33 μm) y la longitud de la superficie evaluada (2.5mm). Fuente directa.

Planteamiento del problema

El proceso de terminado y pulido de las restauraciones con resina que los especialistas de la salud bucodental realizan de manera cotidiana, tiene un gran impacto sobre el material restaurador, pudiendo optimizar las propiedades de éstos, o por el contrario, obtener características no deseadas que pudieran llevar al pronto fracaso de la obturación.

El gran número de materiales y técnicas de terminado y pulido que se encuentran a disposición de dentista, pueden o no ser lo suficientemente efectivos para llevar a cabo la terminación deseada para el composite, siendo de importancia conocer las características de las superficies con un pulido adecuado, el porqué y para que de los pasos que indica el fabricante, mismos que se verán reflejados en el éxito o fracaso de la restauración final, determinando por el tiempo de vida de la restauración en boca, no solo por su función, sino también que mantenga las características estéticas, morfológicas, sellado, etc. Con el avance de la tecnología, diversos sistemas de terminado y pulido se encuentran al alcance del odontólogo, siendo difícil esclarecer que procedimiento es el más efectivo o ideal para llevar a cabo una correcta terminación y un pulido de buena calidad. La principal referencia acerca de los diversos sistemas son los mismos fabricantes, existiendo en el mercado productos que ofrecen buenos resultados de manera fácil y rápida. Por lo que surge el cuestionamiento, ¿cuál es el sistema de pulido con mayor eficacia, y si también son eficaces con diferentes tipos de resinas?

Justificación

Existe un gran número de sistemas de terminado y pulido que han surgido con el paso del tiempo, utilizando diferentes tipos de abrasivos, tamaños de partículas, materiales, técnicas, formas, etc.

Conocer que sistema ofrece la mejor calidad de pulido en las resinas de uso frecuente por el cirujano dentista, favorecerá un terminado de mejor calidad y en consecuencia mayor tiempo de vida a las restauraciones.

Por lo anterior, con este estudio se pretende comparar la calidad de pulido de tres sistemas diferentes en tres resinas de diferente composición, para determinar que sistema de pulido es más óptimo en la superficie final.

Hipótesis

Hipótesis.

Hipótesis de trabajo.

Se formuló la hipótesis que los sistemas de pulido que en su composición contengan óxido de aluminio tendrán la mejor calidad en el pulido de la superficie de las resinas a estudiar.

Hipótesis nula.

No habrá ninguna diferencia en la rugosidad final entre los sistemas que contienen óxido de aluminio y los diferentes sistemas utilizados en las diferentes resinas.

Objetivos

Objetivo general.

Determinar la calidad de pulido de tres sistemas de pulido en tres marcas de resinas.

Objetivos específicos.

-Valorar in vitro la calidad de pulido del sistema de pulido de los discos Super-Snap singles (Shofu, Kyoto, Japan), en una resina microhíbrida, una nanohíbrida y en una híbrida.

-Evaluar la calidad de pulido de las puntas de pulido Astropol® (Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein), en una resina microhíbrida, una nanohíbrida y en una híbrida.

-Evaluar la calidad de pulido de un sistema de un solo paso de puntas siliconadas Jazz (ss white, 1145 Towbin Avenue, Lakewood, NJ, USA)

Metodología

MATERIALES

Resinas.

Se utilizaron tres resinas de diferentes casas comerciales con diferentes partículas de relleno (Tabla 2): una híbrida (Figura 16), una microhíbrida (Figura 17) y una nanohíbrida (Figura 18).

1. Resina híbrida: **Quadrant**®, Cavex®, Holland BV, Haarlem, The Neetherlands.



Figura 16. Fuente directa.

2. Resina microhíbrida: **Herculite**®, Kerr® Corporation, WestCollins Avenue City, California, USA.



Figura 17. Fuente directa.

3. Resina nanohíbrida: **Tetric N Ceram**®, Ivoclar Vivadent® AG, Bänderstrasse 2, FL -9494 Schaan Principality of Liechtenstein.



Figura 18. Fuente directa.

Tabla 2. Descripción de las resinas utilizadas en el estudio 2,3,17,25,26.

Resinas	Fabricante	Tipo	Composición	Tamaño de partícula
Quadrant®	Cavex® Holland BV	Híbrido	Vidrio de silicato Ba-Al-F; Dióxido de silicio.	0,02 – 2 µm ; 0,02- 0,07
Tetric N Ceram®	Ivoclar Vivadent® AG (Schaan, Liechtenstein)	Nanohíbrido	Vidrio de silicato Ba-Al-F; Dióxido de silicio.	0.7 µm
Herculite®	Kerr® (California, USA)	Microhíbrido	Ba-Al- Borosilicate.	0.6 µm

Sistemas de pulido.

Los sistemas de pulido a evaluar fueron las puntas siliconadas Jazz® (SS White®, 1145 Towbin Avenue, Lakewood, NJ, USA) de un solo paso, las puntas de pulido Astropol® (Ivoclar Vivadent® AG, Schaan/Liechtenstein) y los discos Super-Snap® singles (Shofu®, Kyoto, Japan).

1. Sistema Jazz ® Supreme- SS White ® (Figura 19)

Sistema de un solo paso, contiene un matriz de caucho con partículas de diamante en varios tamaños y pigmentos(principalmente dióxido de titanio).²⁸

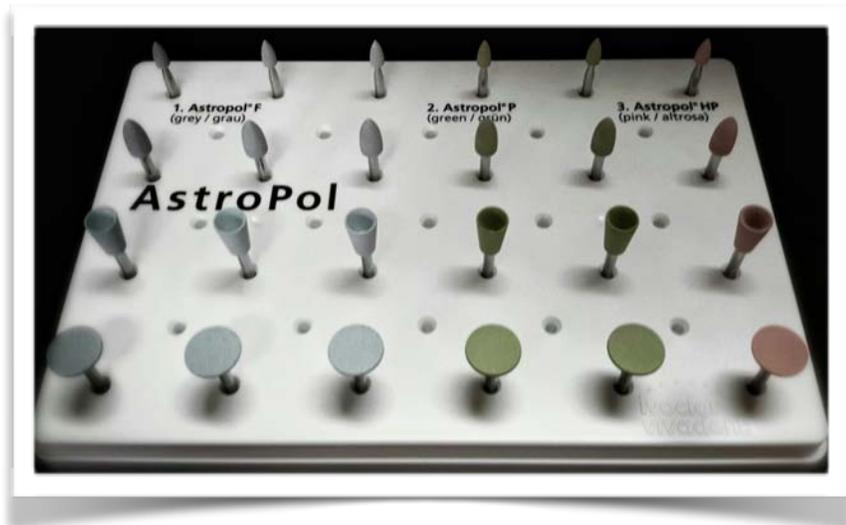
Figura 19: Estuche con las diferentes puntas del sistema Supreme® de SS White®. Fuente directa.



2. Sistema Astropol ® - Ivoclar Vivadent ® (Figura 20).

Sistema de tres pasos, de uso subsecuente reduciendo el tamaño de grano. Astropol ® F y P compuestas de goma de silicona, partículas de carburo de silicio y pigmentos. Astropol ® HP contiene goma de silicona, partículas de diamante, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de hierro ²⁹.

Figura 20: Estuche del sistema Astropol® con las puntas de diferentes formas, composición y tamaños de partículas. Fuente directa.



3. Super-Snapp® singles - Shofu® (Figura 21)

Sistema de cuatro pasos; discos abrasivos con carburo de silicio y oxido de aluminio de grano grueso, medio, fino y super fino montados en silicon elástico ³⁰.



Figura 21: Discos del Single Snap®, los cuatro de la izquierda son discos de terminado y los cuatro de la derecha son de pulido. Fuente directa.

MÉTODO.

Elaboración de las muestras.

Se elaboraron un total de 120 muestras, 40 por cada resina, se calibró un molde cilíndrico de metal de 10 mm de diámetro a 1.01 mm de grosor (Figura 22).

Figura 22: Calibración del molde para la elaboración de las muestras. Fuente directa.





Se colocó la resina en el centro del molde con separador a base de silicona para evitar la adhesión de la resina al molde (Figuras 23 y 24), se presionó con una loseta de vidrio (Figura 25).

Figuras 23, 24 y 25: Conformación de las muestras de resina en el molde calibrado. Fuente directa.

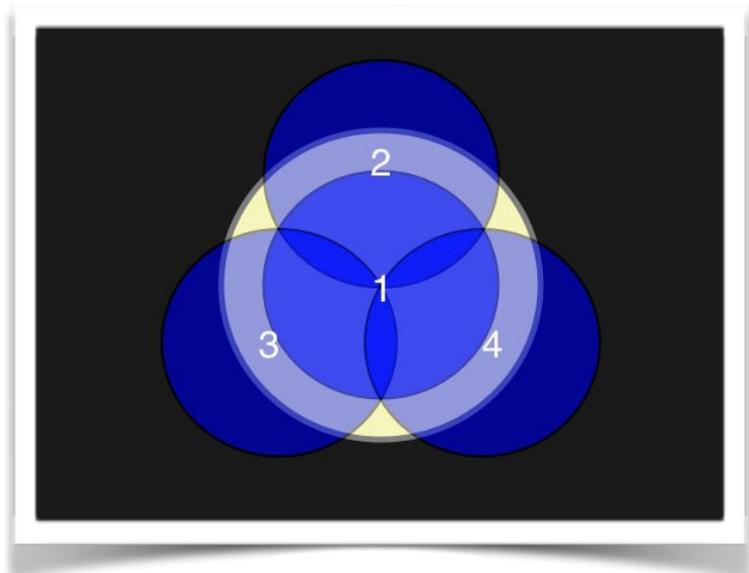


Se fotopolimerizaron con una lámpara Bluephase® (Ivoclar Vivadent® AG, Schaan/Liechtenstein) (Figura 26) en el programa HIGH a una potencia de 600 mWcm² durante 20 segundos, según las indicaciones del fabricante y colocando la punta de la lampara en la secuencia de la Figura 27, durante el tiempo programado (aproximadamente 5 segundos por zona).



Figura 26: Fotopolimerización con lampara Bluephase®. Fuente directa.

Figura 27: Secuencia de fotopolimerización, comenzando del centro hacia la periferia. Fuente directa.



Ya obtenidas las muestras (Figura 28), se calibraron todos los especímenes a una misma rugosidad, con una lija de grano mil. Se delimitó la zona a evaluar, eligiendo la porción más lisa de la muestra y se marcaron dos surcos con una fresa punta de lápiz, dejando un espacio entre ellos de 1 mm aproximadamente (Figura 29). Se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos de 10 muestras cada uno y se enumeraron por la parte de abajo (Figura 30).

Figura 28. Muestra lista para el estudio.
Fuente directa.

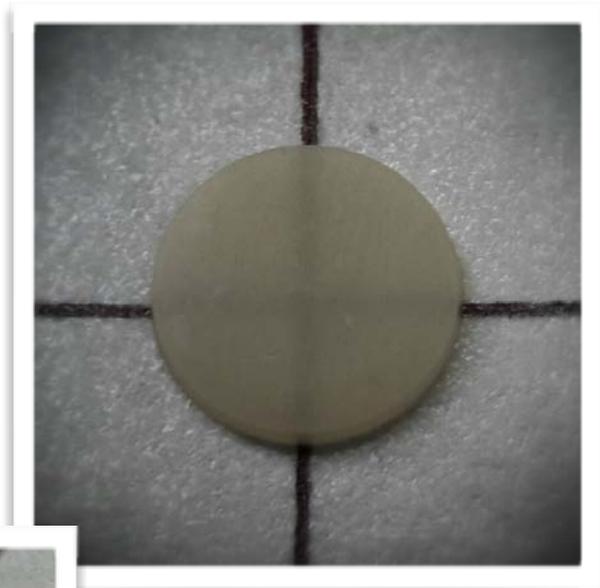


Figura 29. Delimitación de la zona a evaluar de la muestra.
Fuente directa.

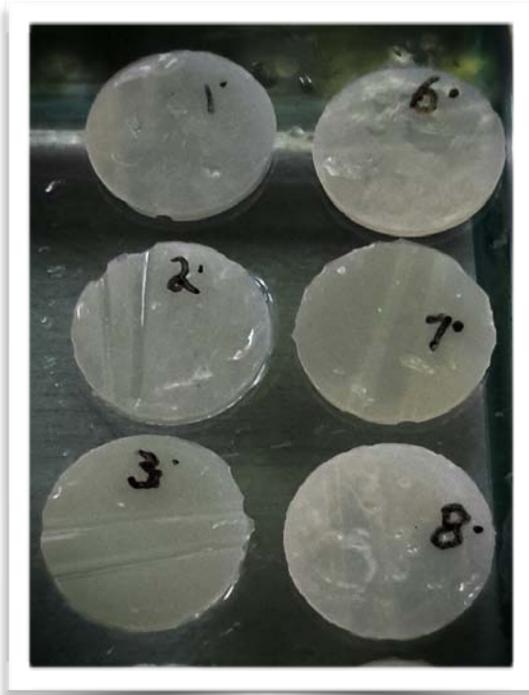


Figura 30: Imagen de algunas muestras numeradas y con la zona a evaluar delimitada.

Fuente directa.

La preparación de las muestras y el proceso de pulido fueron realizados por el mismo operador para reducir la variabilidad.

El pulido se realizó con todas las muestras sobre una loseta de vidrio, utilizando una pieza de baja velocidad con contraángulo de la marca W&H (Dentalwerk Bürmoos GMBH, Ignaz-Glaser-Straße 53, Postfach 1, 5111 Bürmoos, Austria) durante 20 segundos a 600 revoluciones por minuto, sin exceder los 2N de fuerza y en presencia de agua (Figuras. 31, 32, 33, 34 y 35). Todo este procedimiento se llevó a cabo con los tres diferentes sistemas, obteniendo 9 grupos (Tabla 3).

Figura 31: Pulido de una muestra con el sistema Supreme® SS White®.
Fuente directa.





Figura 32. Fuente directa.

Figuras 32, 33 y 34: Pulido de una muestra con el sistema Astropol® con las puntas F, P y HP. Fuente directa.



Figura 33. Fuente directa.



Figura 34. Fuente directa.



Figura 35. Fuente directa.



Figura 36. Fuente directa.

Sistemas de pulido / Resinas	Quadrant®	Herculite®	Tetric N Ceram®
Jazz®	Grupo 1. Jazz Q.	Grupo 4. Jazz H.	Grupo 7. Jazz T.
Astropol®	Grupo 2. Astropol Q.	Grupo 5 Astropol H.	Grupo 8. Astropol T.
Shofu®	Grupo 3. Shofu Q.	Grupo 6. Shofu H.	Grupo 9. Shofu T

Tabla 3. Grupos conformados por los sistemas abrasivos y las muestras de resina. Para ser pulidos y evaluados. Fuente directa.

Evaluación de la rugosidad de la superficie.

Previo al proceso de pulido se hicieron 3 lecturas de forma aleatoria de la superficie en la porción de las resinas destinada al pulido mediante un rugosímetro de contacto (perfilómetro) Mitutoyo® SJ-201 (Mitutoyo®, Tokio, Japón) (Figuras 36 y 37). Después de pulidas las muestras se volvieron a evaluar de la misma forma.



Figura 36: Vista superior del perfilómetro o rugosímetro modelo SJ-201 de la marca Mitutoyo®.

Fuente directa.



Figura 37. Vista lateral del perfilómetro durante la evaluación de la superficie de una muestra.

Fuente directa.

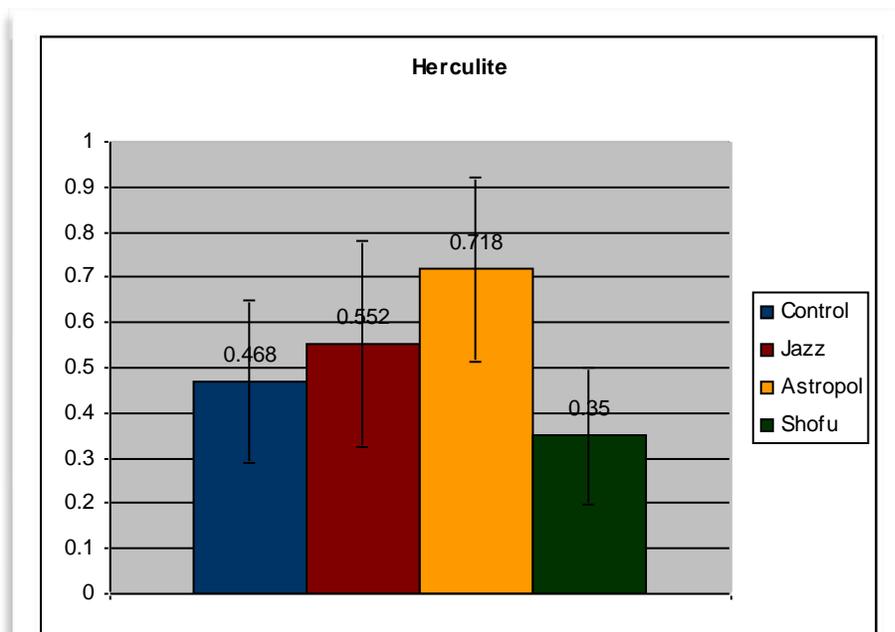
Resultados

Todos los resultados fueron analizados con un análisis de varianza, llamado ANOVA de una vía y se compararon los grupos con un post HO de Tukey.

Se analizaron por separado por grupos de resinas.

Herculite®

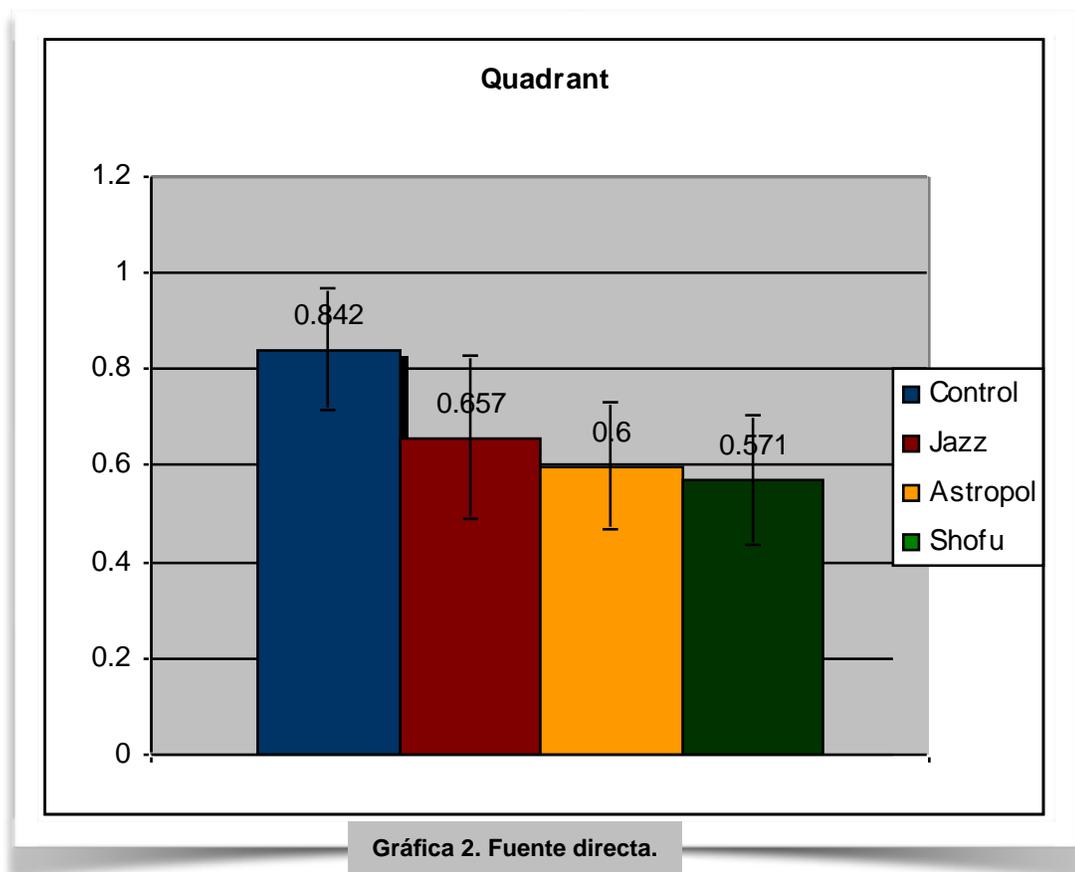
La resina Herculite® (Gráfica 1), tuvo el promedio de rugosidad más bajo siendo pulido con discos Shofu®, obteniendo un promedio 0.35 μm de rugosidad y una desviación estándar de 0.151, teniendo diferencias estadísticamente significativas con el grupo pulido con Astropol® de 6.040. Seguido por el grupo control con 0.468 μm con desviación estándar de 0.18 y diferencia significativa con el grupo control de 4.098, después el sistema Jazz® con 0.552 μm y desviación estándar de 0.228 y por último Astropol® con 0.718 μm y desviación estándar de 0.23.



Gráfica 1. Fuente directa.

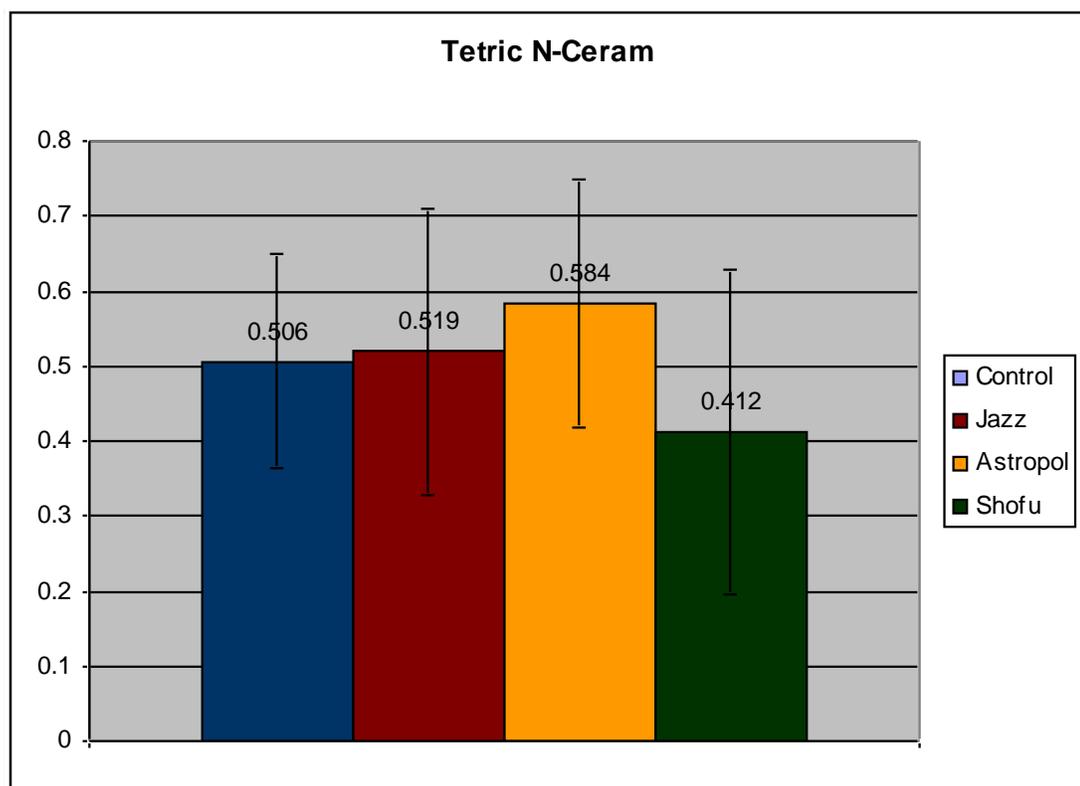
Quadrant®

Con la resina Quadrant® (Gráfica 2) el sistema con mejores resultados fue el de discos Shofu® con 0.571 μm de promedio de rugosidad, una desviación estándar de 0.133 y una diferencia significativa con el grupo control de 6.082, en segundo lugar Astropol® con 0.6 μm con desviación estándar de 0.131 y una diferencia significativa con el grupo control de 5.430, seguido por Jazz® con 0.657 μm desviación estándar de 0.170 y una diferencia significativa con el grupo control de 4.158, el grupo control presentó mayor rugosidad con 0.842 μm y una desviación estándar de 0.125.



Tetric N-Ceram®

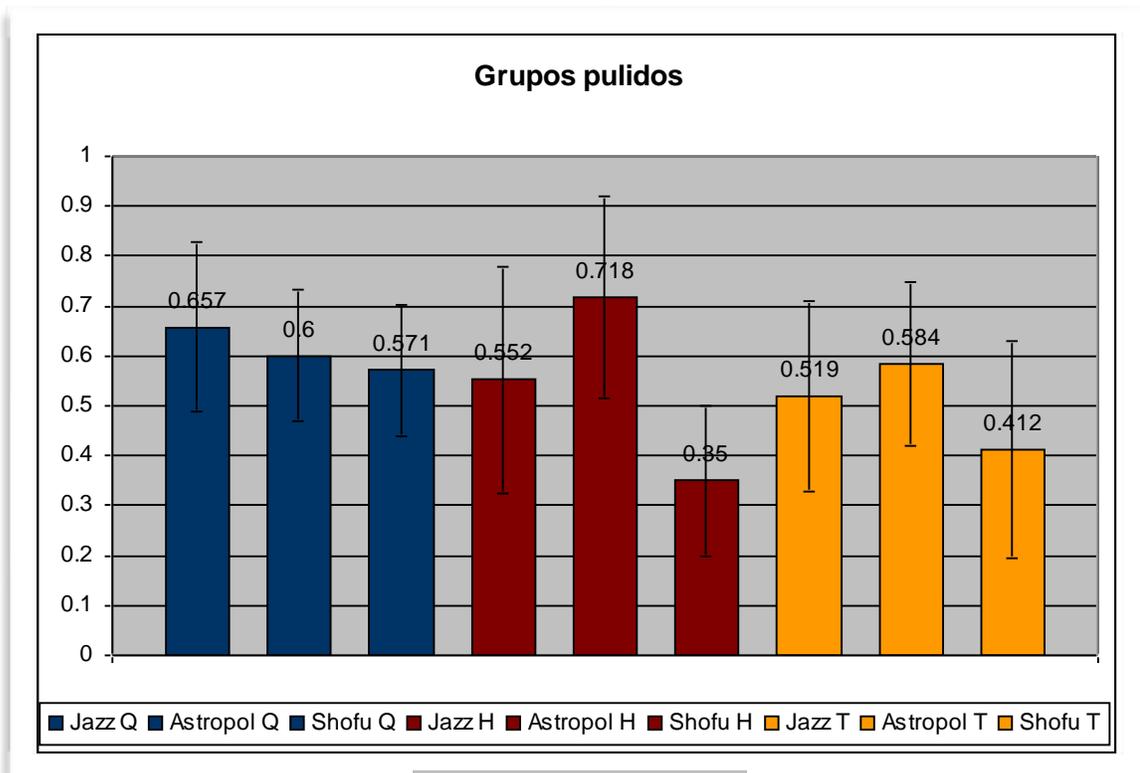
En los grupos de Tetric N Ceram® (Gráfica 3) el sistema con los resultados más óptimos fueron los discos Shofu® presentando una rugosidad de 0.412 μm con una desviación estándar de 0.217, seguido por el grupo control con . 506 μm con desviación estándar de 0.143, después el sistema Jazz® con 0.519 μm y desviación estándar de 0.192, y por último el sistema Astropol® con 0.584 μm con una desviación estándar de 0.165. No se encontraron diferencias significativas en éste grupo.



Gráfica 3. Fuente directa.

Sistemas de pulido y resinas.

En el análisis comparativo de todos los sistemas y todas las resinas (Gráfica 4) se encontraron diferencias significativas en sólo tres grupos que fueron: la resina Herculite® pulida con Astropol® Vs Herculite® pulida con Shofu® teniendo una diferencia significativa de 6.474, el segundo grupo fue Herculite® pulido con Astropol® Vs Tetric® pulido con Shofu® teniendo una diferencia significativa de 5.383, el tercer grupo fue Quadrant® pulido con Jazz® vs Herculite® pulido con Shofu® con diferencia significativa de 5.402.



Gráfica 4. Fuente directa.

Conclusiones

Con los resultados obtenidos se concluye que el mejor sistema fue el de los discos impregnados con partículas de óxido de aluminio de la marca Shofu®, obteniendo los promedios de rugosidad más bajos en las tres resinas evaluadas, cumpliendo así la hipótesis de trabajo.

Por otra parte, el sistema que obtuvo menos resultados óptimos fue el sistema Astropol® mostrando rugosidades mas altas en las resinas Herculite® y Tetric N-Ceram®.

En base a los resultados, se sugiere en la práctica clínica el uso de Herculite® y el sistema Shofu®, por ser la combinación con promedios más bajos en la rugosidad de la superficie.

Referencias bibliográficas

1. Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dental Materials*. 2010;27(2011), 29-38.
2. Kaplan BA, Golstein GR, Vijayaraghavan TV, Nelson IK. The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: A profilometric and scanning electron microscopy study. *J Prostet Dentist*. 1996; (76):34-38.
3. Sarac D, Sarac S, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change. *J Prostate Dent*. 2006;(96):33-40.
4. Jefferies SR, Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: A state-of-the-art Review. *Dent Clin N Am*. 2007;(51):379-397.
5. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of the different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of Dentistry* 2011;395 e9-e17.
6. Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*. 2006;22:146-165.
7. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials*. 2003;19:12-18.
8. Gönül N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of Dentistry*. 2012;405:e64-e70.

9. Ghazal M, Kern M. The influence of antagonistic surface roughness on the wear of human enamel and nano filled composite resin artificial. *J Prosthet Dent.* 2009;(101):342-349.
10. Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dental Materials.* 2010;26:306-319.
11. Censi MS, Venturini D, Cenci TP, Piva E, Demarco. The effect of polishing techniques and time on the surface characteristics and sealing ability of resin composite restorations after one year storage. *Operative Dentistry.* 2008;33-2:169-176.
12. Țălu Ș, Stach S, Lainovic T, Vilotic M, Blazic L, Alb SF, Kakas D. Surface roughness and morphology of dental nanocomposites polished by four different procedures evaluates by a multi fractal approach. *Applied Surface Science;*2015;330:20-29.
13. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozsoy A, Topcu FK. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Science.* 2013;8:160-169.
14. Aykent F, Yondem I, Ozyesil AG, Gunal AK, AvundukMC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent.* 2010;103:221-227.
15. Fúcio SBP, Carvalho FG, Sobrinho LC, Sinhoreti MAC, Puppim-Rontani RM. The influence of 30-day-old *Streptococcus mutants* biofilm on the surface of esthetic restorative materials-An *in vitro* study. *Journal of Dentistry.* 2008;36: 833-839.
16. Moreira E, Dória J, Rodriguez JJ, Vinicius GS, Anthunes JG, Poskus LT. Longitudinal evaluation of simulated toothbrushing on the roughness and optical stability of microfilmed, micro hybrid and nano filled resin-based composites. *Journal of Dentistry.* 2013;41:1081-1090.
17. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nano composites after two different

- polishing treatments by a multi technique approach. Dental Materials. 2010;26:416-425.
18. Rodriguez GD, Pereira SNA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana. 2008;46(3)1.
 19. Cova N José. Biomateriales dentales. 2da Ed. México: AMOLCA 2010 pag 50-59.
 20. Anusavise KJ, et al. Phillips Science of dental materials 12 ed. USA: Elsevier;2013, pag. 231-240,275-287.
 21. Anusavise KJ Ciencia de los materiales dentales. 11ed. España: Elsevier; 2004.
 22. Hatrick CD. Materiales dentales: aplicaciones clínicas. 2da ed. México: El manual moderno;2012. pag. 148,149.
 23. Hans A. Tecnología de los metales para profesionales técnico-mecánicas. España: Reverté;1984:350-351.
 24. Mitutoyo. Boletín técnico. numero 7. Abril 2010.
 25. Quadrant®. Instructions for use. Cavex®. 2013
 26. Tetric-N-Collection®. Documentación científica. Ivoclar Vivadent® 2010: 1-22.
 27. Jazz polishers®. SS White®. Instrucciones de uso. 2012.
 28. Astropol®, Instructions for use. Ivoclar Vivadent®, 2011.
 29. Super-Snap®. Manual de Usuario. Shofu inc.®