



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL PROGRAMA DE TITULACIÓN POR
ALTO PROMEDIO (TAP)

**EFFECTO DE DOS DENTÍFRICOS SOBRE LA TEXTURA
DE SUPERFICIE Y BRILLO DE DISTINTAS RESINAS
COMPUESTAS DURANTE EL CEPILLADO DENTAL.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

PRESENTA

JIMENA SORDO MORO

TUTOR: DR. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA

ASESORA: DRA. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

PROYECTO PAPIIT IN119411

MÉXICO D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

El desarrollo de esta tesis es la culminación de un ciclo de estudios, que ha sido posible por la colaboración de una gran cantidad de personas: familiares, profesores, pacientes y amigos, a los cuales debo mi gratitud.

A Dios

A Jose y Mariana, por estar...por enseñarme

A mi mamá por su gran ejemplo y lucha incansable

A mi papá por sus consejos y motivación

Al Dr. Barceló por sus anécdotas, conocimientos, confianza y apoyo

A Pao por su amistad incondicional

Índice

1. Introducción	4
2. Antecedentes	6
3. Marco Teórico	11
3.1. Composición de las resinas compuestas	11
3.2. Clasificación de los composites según su partícula de relleno	16
3.2.1. Macrorelleno	16
3.2.2. Microrelleno	17
3.2.3. Híbridas	17
3.2.4. Nanorelleno	17
3.3. Propiedades de las resinas compuestas	18
3.3.1. Resistencia al desgaste	18
3.3.2. Textura Superficial	22
3.3.3. Brillo de superficie	22
3.4. Características del color y las propiedades ópticas dentales	23
3.4.1. Aspectos del color	24
3.4.2. Medición del color	25
3.4.2.1. Sistema Hunter Lab y CIE L*a*b*	27
3.5. Cepillo dental	29
3.6. Dentífrico dental	30
3.6.1. Cepillado de dientes y cremas dentales	34
3.6.2. Simulación del Cepillado	34
4. Planteamiento del Problema	40
5. Justificación	31
6. Hipótesis	43
7. Objetivos	44
7.1. General	44
7.2. Específicos	44

8. Metodología	45
8.1. Diseño de la investigación	45
8.2. Universo o unidad de investigación	45
8.3. Criterios de inclusión	45
8.4. Criterios de exclusión	46
8.5. Variables	46
8.6. Material y equipo	49
8.7. Procedimiento	51
8.8. Análisis Estadístico	61
8.9. Recursos	62
9. Resultados y Discusión	63
10. Conclusiones	80
11. Bibliografía	81

1. INTRODUCCIÓN

Los materiales de obturación son aquellos que se utilizan para la reconstrucción parcial o total de las estructuras dentarias que se han perdido por causas patológicas (caries, erosiones), protésicas o traumáticas, con el objeto de devolver al diente sus características anatómicas, funcionales y estéticas.

Un material de obturación debe reunir una serie de requisitos a fin de resistir las condiciones del medio oral. Dentro de ellos se pueden considerar:

- Poseer una resistencia adecuada para soportar las fuerzas masticatorias.
- Ser resistentes a fuerzas abrasivas por la masticación.
- Tener baja solubilidad y desintegración ante los fluidos orales.
- Dar un buen sellado a la cavidad.
- Poseer baja conductibilidad térmica.
- Tener coeficiente de expansión y contracción térmica similar a las estructuras dentarias.
- Tener características estéticas agradables.
- Tener compatibilidad biológica con los tejidos orales.¹

Las restauraciones se hacen con un material que busca imitar el tejido dentario para reponerlo cuando se ha perdido por alguna causa, el objetivo terapéutico es que el resultado de la restauración sea exitoso, es decir que solucione el problema presente y devuelva al diente y por ende, al sistema al que pertenece, un estado de salud o lo más cercano posible a él, y que brinde protección a la aparición de nuevas lesiones.²

Una restauración tiene éxito cuando en primer lugar queda bien, esto se traduce en algo que puede ser diferenciado en dos condiciones: forma

anatómica y armonía óptica y en segundo término, cuando se mantiene bien a lo largo del tiempo.

Los materiales de obturación podemos clasificarlos como:

- a) Provisionales: cemento de óxido de zinc y eugenol, gutapercha, entre otros.
- b) Permanentes: resina compuesta, aleaciones, porcelana.¹

La restauración, al funcionar en el medio oral, no solo está sometida mecánicamente a tensiones producidas por la oclusión; también actúan sobre ella el roce de los dientes antagonistas, el paso de los alimentos y elementos de limpieza (dentífricos y cepillos). Por ello, las propiedades mecánicas del material restaurador deben de ir acompañadas por adecuada resistencia al desgaste para que mantenga la forma anatómica inicial; Además, que sea resistente al desgaste como los dientes en condiciones fisiológicas, este no debe provocar desgaste a las estructuras circundantes o al esmalte de dientes antagonistas.

Resumiendo, para que una restauración se pueda considerar satisfactoria y exitosa, el tratamiento realizado sobre esta base debe alcanzar cuatro características o atributos: armonía óptica, forma anatómica (funcionalmente correcta), sellado marginal y capacidad de proteger el remanente dentario.²

Enfocaremos la atención a las resinas compuestas ya que son objeto de estudio de esta tesis.

2. ANTECEDENTES

Las resinas acrílicas fueron los primeros materiales restauradores poliméricos utilizados en odontología. Alcanzaron un éxito relativo entre la década de 1940 y principios de 1950, sin embargo, algunas propiedades como la baja resistencia al desgaste, el alto coeficiente expansión térmica y el alto encogimiento por polimerización hicieron que los fabricantes buscaran nuevas opciones, una de estas fue el agregado de partículas de carga a base de polvo de vidrio. No obstante, la falta de unión entre la matriz polimérica y las partículas de carga causó fallas en el interior del material y ocasionó cambios de color producidos por los fluidos orales y la disminución de la resistencia al desgaste provocada por el desprendimiento completo de las partículas de carga.^{3,4}

A mediados de la década de 1960, Bowen presentó en el mercado odontológico un nuevo tipo de resina formada por Bis-GMA, (molécula derivada de la reacción entre el bis fenol A y el glicidilmetacrilato) y con partículas de carga silanizadas capaces de unirse químicamente a la matriz orgánica.

El Bis- GMA presenta como ventajas un peso molecular mayor y un encogimiento de polimerización menor que el metilmetacrilato. Esta mezcla de material orgánico y material inorgánico tratado con un silano órgano - funcional para poder unirse con el orgánico, es lo que recibe el nombre de resina compuesta o composite.

Las resinas restauradoras modernas se basan en la misma formulación descrita por Bowen, pero con algunas modificaciones introducidas a lo largo del tiempo, todas ellas encaminadas a dar un producto con mejores propiedades físicas, sobre todo en lo que se refiere a reducir el cambio volumétrico, que es actualmente el fenómeno más sensible de este tipo de material.⁵

A su vez, este material restaurador se modifica para obtener variedad: en las tonalidades, en la translucidez y en la opacidad, para de esa forma imitar el color de los dientes naturales, haciendo de ellas el material más estético de restauración directa. Inicialmente, las resinas compuestas se indicaban solo para la restauración estética del sector anterior. Posteriormente y gracias a los avances de los materiales, la indicación se extendió también al sector posterior. Entre los avances de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en su manipulación y estética y en sus propiedades mecánicas entre ellas la resistencia al desgaste.

Sin embargo, a pesar de todas las mejoras las resinas compuestas aun presentan ciertos problemas como son el encogimiento de polimerización y el desgaste, principalmente en el sector posterior.⁶

El cepillo y la pasta dental

El primer cepillo dental del que tenemos constancia fue una ramita del tamaño de un lápiz se llamaban “palos o varas para masticar”, uno de cuyos extremos se trataban para conferirle un tacto blando y fibroso. Estos palitos se frotaban inicialmente contra los dientes sin ningún abrasivo adicional, y han sido hallados en tumbas egipcias que datan de 3000 a.C.

También las tribus del Alto Nilo emplearon un peculiar dentífrico: las cenizas resultantes de la quema del excremento de vaca, con lo que obtenían la reluciente blancura de los dientes.⁷

El primer cepillo dental provisto de cerdas tuvo su origen en China hacia el año 1498. Las cerdas, extraídas manualmente, del cuello de cerdos que vivían en los climas más fríos de Siberia y China (el frío hace que las cerdas

de estos animales crezcan con mayor consistencia), eran cosidas a unos mangos de bambú o de hueso.

Los mercaderes que visitaban Oriente introdujeron el cepillo dental chino entre los europeos, quienes consideraron que estas cerdas tenían una dureza excesivamente irritante.

El cepillo de dientes que hoy conocemos fue invento del siglo XVII, y desde esa fecha ha conocido pocas modificaciones. En la Corte francesa se utilizaba un cepillo de dientes elaborado con crin de caballo o de otros animales, con muy buenos resultados. En nuestro siglo, una de las innovaciones del cepillo de dientes, el llamado "cepillo milagro", de acuerdo con la ADA, lo introdujo DuPont, reemplazando con cerdas de nylon las de pelo de cerdo que permiten una perfecta higiene bucal.⁷

En la actualidad, hay cepillos anatómicos, eléctricos, con diferentes tipos de cerdas, durezas en modalidades para niños, adultos, o personas mayores.

La primera referencia conocida una pasta de dientes se encuentra en un manuscrito de Egipto en el Siglo IV A.C. que establece una mezcla de polvo de sal, pimienta, hojas de menta, iris y flores, era llamada clister. Para fabricarla se mezclaba además, piedra pómez pulverizada, sal pimienta agua, uñas de buey, cáscara de huevo y mirra.

En Grecia y Roma, las pastas de dientes estaban basada en orina humana, porque se consideraba que ésta contenía elementos blanqueadores. El médico latino Escribonius Largus inventó la pasta de dientes con ese fin, hace ya dos mil años. Su fórmula magistral era una mezcla de vinagre, miel, sal y cristal muy machacado.⁸

Los huesos de pescado fueron utilizados por los chinos. En la Edad Media, los árabes utilizaban arena fina y piedra pómez como ingredientes en las fórmulas utilizadas para la limpieza de los dientes, sin embargo descubrieron que el uso de estos duros abrasivos perjudicaba el esmalte dental.

Los Mayas empleaban sustancias de origen vegetal y animal, como las raíces de la especie denominada chacmun (*Rauwolfia heterophylla* Willad), que aplicaban contra los dientes para tratar las caries, las molestias dentales y halitosis, según lo manifiesta Fray Bernardino de Sahagun en 1557. Con el mismo fin usaban otros analgésicos dentales como las cenizas de iguana quemada viva, el hollín pulverizado envuelto en algodón en rama, el diente de una serpiente de cascabel puesto en vinagre o la hiel de ciertas ranas. Otro medio de higiene fue el chicle, originario en las selvas del sureste mexicano, en el Gran Peten, el nombre con que los mayas conocían esta goma fue “sicté”, que significa sangre o fluido vital y los Aztecas con el nombre de “tziictli”.



En 1842, un dentista llamado Peabody fue el primero en agregar jabón a la pasta de dientes. El primer dentífrico comercializado apareció en Gran Bretaña a finales del Siglo XVIII, en presentación de polvo o pasta envasado en cerámica.

En 1850, el doctor Washington Sheffield Wentworth, un cirujano dental y farmacéutico, inventó la primera pasta de dientes. El Dr. Sheffield había estado utilizando su invención, que él llamó Creme Dentifrice, en su práctica privacidad.⁸

Fig 1: Anuncio de dentífrico dentacura en periódico

Lucius S. hijo del doctor Sheffield-observó los tubos metálicos utilizados para las pinturas y colocó la pasta en este tipo de envases.

Tras la Segunda Guerra Mundial, aparecieron detergentes sintéticos que sustituyeron el jabón usado en las pastas dentales, tales como Lauril sulfato de sodio y sulfato de sodio.



Fig 2: Anuncio de dentífrico Odol en periódico

La investigación del flúor en odontología tuvo su inicio en 1901, el dentista Frederick McKay, en Colorado, inició la investigación al observar que numerosos residentes presentaban manchas de aspecto desagradable y color café en sus dientes, el cual llegó a conocerse como Mancha Café de Colorado.⁸

La pasta dental fluorada aparece en 1914 y es introducida a los países industrializados a finales de los años 60.

En 1955, las pastas dentales Crest fueron líderes en el mercado debido al reconocimiento realizado por la American Dental Association (ADA), asociación científica altamente prestigiada.

Muchas de las innovaciones en la pasta de dientes fueron después del avance del fluoruro, a partir de 1980 la atención se centró en otras dos problemáticas, el sarro y la hipersensibilidad dental. Así, alrededor de 1990 aparecen las pastas dentales dirigidas a eliminar el sarro y promover encías saludables al introducir el bicarbonato de sodio y otros ingredientes.⁸

3. MARCO TEÓRICO

Las resinas compuestas se utilizan como material de obturación en dientes anteriores y posteriores, temporales o permanentes, dientes fracturados, erosionados, como recubrimiento de dientes moteados o pigmentados, cementación de brackets, como selladores de fosetas y fisuras, reconstrucción, carillas, base de obturaciones y cementos.¹

3.1 COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Es necesario tener presentes algunos aspectos de la composición y la forma de funcionamiento de los composites o resinas compuestas. Las moléculas son diacrilatos, es decir moléculas con dobles ligaduras para que puedan polimerizar por adición generando un polímero de cadenas cruzadas (termofijo). Su peso molecular es relativamente elevado para que el encogimiento que se produce como consecuencia de su polimerización no sea tan alto.²

Tabla 1: componentes estructurales básicos de las resinas compuestas actuales

<u>Matriz/ Monómero</u> Material de resina plástica que forma una fase continua.	Dimetacrilatos aromáticos
<u>Diluyente:</u> Reducir la viscosidad, formar cadenas cruzadas	Metacrilato de metilo, dimetacrilato de trietilenglicol

<u>Activadores:</u> Inducir proceso de polimerización	Térmicos (Calor) Químicos (Aminas terciarias) Fotoquímicas (Luz 480nm)
<u>Iniciadores</u> Inician la reacción química y son capaces de romper la doble ligadura del monómero	Peróxido de benzoilo Benzofenonas Cetonas aromáticas (canforoquinona)
<u>Relleno:</u> Refuerzo que forma una fase dispersa.	Silicato Dióxido de silicio
<u>Silano /Tratamiento del relleno:</u> (Agente de conexión o acoplamiento) que favorece la unión del relleno con la matriz	Vinilo silano Gammametacriloxipropilsilano
<u>Inhibidores o estabilizadores:</u> Alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo.	Hidroquinona
<u>Radioopacador</u>	Fluoruro de bario, trifloruro de iterbio
<u>Pigmentos</u>	Orgánicos e inorgánicos

Matriz: los monómero u oligómeros utilizados en resinas compuestas deben cumplir una serie de requisitos o criterios que son los siguientes:

- Biocompatibilidad
- Buenas propiedades físicas
- Estabilidad química en el medio oral
- Estabilidad de color
- Alta reactividad a baja temperatura
- Vida útil larga
- Libre de sabor y olor¹

Los oligómeros que consiguen estos criterios son las resinas acrílicas de alto peso molecular, al respecto se han utilizado metacrilatos multifuncionales, preferentemente monómeros bi-funcionales. Los monómeros más utilizados son:

1. Bis- GMA: es un dimetacrilato aromático. Este monómero se obtiene a partir de la resina epóxica, el bisfenol A y el glicidil metacrilato. Esta resina epóxica tiene buenas propiedades adhesivas y endurece con una mínima contracción, pero no se utiliza sola como material de obturación por deficiente adhesión a la estructura dentaria después del contacto prolongado con el agua, por la dificultad de obtener una adecuada reacción de polimerización y por tener una alta viscosidad (1,000,000 CP a 23°C). (Esta macromolécula se forma debido a que la molécula epóxica tiene grupos terminales característicos, que son reemplazados por moléculas dimetacrilato para facilitar su polimerización.¹)
2. Los monómeros diluentes (bajo peso molecular) son los que se utilizan para disminuir la viscosidad de la resina no polimerizada y facilitar la manipulación clínica. Existen dos tipos de monómeros diluentes: monofuncional y bifuncional. Un ejemplo de un diluyente monofuncional es el metilmetacrilato.

Los monómeros diluentes bifuncionales más comúnmente usados son el uretano-dimetacrilato (UDMA) y el trietilenglicol - dimetacrilato (TEGDMA).¹¹

Partícula de relleno: Son las que mejoran la estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sus propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce el encogimiento de polimerización, la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la resistencia a la tracción, a la compresión y a la abrasión, aumentando el módulo de elasticidad, así como la resistencia y dureza, reduce el coeficiente de expansión térmica, facilita la manipulación y le da radiopacidad. ¹

Los materiales de relleno deben cumplir los siguientes requisitos:

- Incoloro
- Resistente a la disolución en agua o sustancias químicas (condiciones orales)
- Índice de refracción entre 1.45 y 1.55
- Sin problemas toxicológicos
- Alta dureza

Los rellenos más usados en las resinas compuestas incluyen cuarzo fundido, vidrio de Al-B-Si-Sr-Zn-Zr .

Silicato de Li- Al. La concentración va de 50% a 84% dependiendo de la formulación. En adición el litio, el bario o el estroncio son usados en algunos vidrios para impartir radiopacidad y ser detectados radiográficamente⁹

Tabla 2: Efecto de refuerzo al polímero

RELLENO	%	CARACTERISTICAS
Cuarzo	10	Más estable, más duro de pulir, puede abrasionar el esmalte opuesto
Estroncio/ borosilicato de litio	5	Dureza media
Aluminosilicato de	-5	---

litio		
Silicato de bario	50	Dureza media, muy radiopaco, inestable hidrolíticamente
Silicato de zinc	-5	
Sílice coloidal	100	Baja dureza, aumenta la viscosidad mejora la condensabilidad
Iterbio, itrio	-5%	Aumenta la radiopacidad

Sabiendo el tamaño de las partículas de la resina se podrá seleccionar la zona donde se va a colocar, puesto que las resinas con partículas grandes o convencionales o de macrorelleno (1-25 micras) tiene buena resistencia ante cargas, pero la superficie que forman, aunque tersa en un principio, con el uso se vuelve áspera, por lo que para dientes anteriores no son las idóneas. Resinas con partículas pequeñas o de microrelleno (0.04-0.09 micras) logran una mejor tersura que se mantiene por mayor tiempo, aunque su resistencia a cargas no es ideal para dientes posteriores; y resinas híbridas (0.1- 3 micras) permiten obtener y mantener la tersura por un tiempo aceptable, y alta resistencia y baja abrasión, por lo que su uso tanto para dientes anteriores como para posteriores está justificado.

Las partículas de microrelleno, al ofrecer mucha superficie por cubrir, nunca pueden estar en alta proporción en una resina (máx. 60%). Por lo que el encogimiento y los cambios dimensionales en estas resinas no son tan bajos.

Las partículas macro e híbridas de relleno pueden componer hasta el 80% de la resina, por lo que en estas resinas, los cambios dimensionales y el encogimiento serán bajos.^{1,2}

Recientemente la nanotecnología ha hecho posible reducir aún más el tamaño de las partículas de relleno, hasta alcanzar dimensiones nanométricas (.005-0.01 micras o 5-10 nm). Este tipo de resinas están caracterizadas por incluir una combinación de partículas de zirconio, sílice silanizada y partículas aglomeradas de zirconio. Como propiedades posee excelente terminado de superficie, una mejor consistencia de manipulación y menor encogimiento.⁵

3.2 CLASIFICACION DE LOS COMPOSITES SEGÚN SU PARTICULA DE RELLENO

Las resinas compuestas se han clasificado de diferentes maneras, dependiendo de su composición, para que sea más fácil identificar y utilizarlas con fines terapéuticos. Una clasificación clásica es la de Lutz y Phillips mencionada por Mejía¹⁰, que se basa en el tamaño de la partícula de relleno. Estos autores dividieron a las resinas compuestas en compuestos de relleno macro (partículas de 0,1 a 100 μm), compuestos de micro relleno (partículas de 0,04 μm) y los composites híbridos (rellenos de diferentes tamaños).

3.2.1 Macrorrelleno: Predominan los rellenos de cuarzo y vidrio de estroncio o bario, pero el cuarzo aunque es estético produce alto desgaste del antagonista y no tiene radiopacidad; mientras que el bario y el estroncio sí, pero son menos estables que el cuarzo.

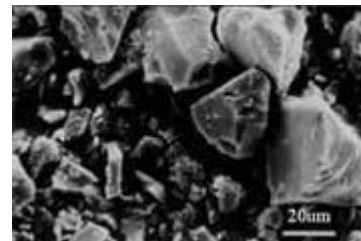


Fig. 3: Fotografía con microscopio electrónico de barrido (SEM) de partícula de macro relleno

En cuanto a los tamaños de partícula promedio oscila entre 1 a 100 μm . con un 75% a 80% en peso y 60% - 70% en volumen pero, éstas ya no tienen uso clínico debido a su pobre acabado superficial, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una

mayor susceptibilidad a la pigmentación. Presentación en dos pastas (autopolimerización).

3.2.2 Microrrelleno: Su relleno corresponde a partículas de Aerosil que son partículas entre 0,02 y 0,9 μm , lo que proporciona un alto pulimiento y brillo superficial generando alta estética a la restauración, pero únicamente son usadas en el sector anterior debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad.



Fig. 4: Fotografía con microscopio electrónico de barrido (SEM) de partícula de microrrelleno

3.2.3 Híbridas: Se denominan así por estar reforzadas por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 70% - 80%, y en volumen de 60%-65% y con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 μm - 5 μm . Se caracterizan por la gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor encogimiento de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.

3.2.4 Nanorelleno: Partículas de óxido de sílice y zirconio de 20 – 70 nm, mejoran las condiciones estéticas y mecánicas, se incorporan como aglomerados nanométricos (nanoclúster de 1 micrón). Este tipo de resina compuesta se caracteriza por poseer dos estructuras importantes. Las primeras son nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 a 75nm y la segunda los "nanoclusters" de aproximadamente 0,4 a 1,4 μm , estos nanoclusters son algo parecido a racimos de uvas, compuestos de las mismas nanopartículas aglomeradas o

nanoagregadas. A diferencia de las densas partículas de relleno de los híbridos, estos nanoclústeres son porosos y permiten que la matriz del composite rellene los espacios presentes dentro y entre los clusters. (Fig.3).¹²⁻¹⁴

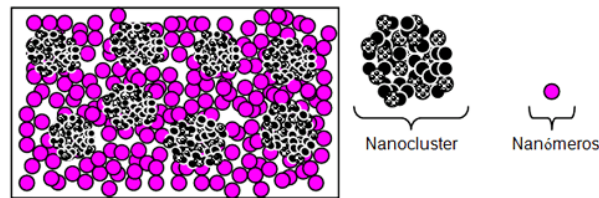


Fig. 5 Esquema de partícula de nanorelleno

3.3 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Dentro de la variedad de propiedades que poseen los composites nos enfocaremos solo a las descritas a continuación debido a que son estudio de esta tesis.

3.3.1 Resistencia al Desgaste

El desgaste de un material de restauración en el ambiente oral resulta del contacto directo entre el diente antagonista y la restauración y de esta con los alimentos durante la masticación, la posición del diente en el arco dental, parafunciones orales, cepillado dental con partículas abrasivas, así como los efectos químicos causados por factores dietéticos.

La abrasión causada por el cepillado puede afectar a todas las superficies de los dientes y por lo tanto a la restauración. La abrasión es un fenómeno indeseable, que no sólo conduce a un aumento de la rugosidad de la superficie, sino que también resulta en la eliminación gradual de la sustancia.¹⁵

La resistencia al desgaste es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos y palillos de dientes. El desgaste no tiene efecto perjudicial inmediato pero lleva con el tiempo a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo la longevidad de las mismas.

La magnitud de desgaste depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como de la localización de la restauración en el arco dental y las relaciones de contacto oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad.¹⁶

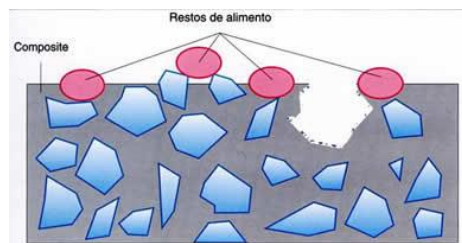


Fig. 6: Desgaste por desprendimiento de partículas

Lo ideal sería que este material se abrasionara de modo semejante al esmalte dental, lo que en la práctica no ocurre¹⁷. El desgaste es la pérdida de material que ocurre como resultado del contacto y desplazamiento que hay entre dos o más superficies que se friccionan entre sí,¹⁸ o la pérdida de material a través de una sustancia química.¹⁹ Pontos cita la definición de desgaste dada por Jones et al,¹⁷ como la pérdida de sustancia de la superficie de un cuerpo provocado por una acción mecánica.

Este término envuelve diferentes procesos encontrados en la cavidad oral como la erosión, abrasió, atrición y abfracción²⁰ y es una consecuencia importante de las interacciones oclusales.²¹ Este proceso de desgaste en

una masticación normal puede causar atrición de la estructura dental o de la restauración.² El deterioro fisiológico del diente natural o una restauración no interfiere con la salud oral del paciente, porque el sistema masticatorio tiene una alta capacidad adaptativa.²²

El *desgaste abrasivo* ocurre cuando dos superficies rozan entre ellas y el material más duro corta o daña al material menos duro, resultando la pérdida de estructura. Cuando la fricción generada por dos superficies en movimiento causa una soldadura local en frío entre las partículas de las superficies y después estos pequeños pedazos se fracturan, a este proceso se le conoce como *desgaste adhesivo*. El *desgaste por fatiga* es aquel que ocurre como resultado de fallas o defectos que se transforman en microfracturas que finalmente se propagan por todo el material, encaminando a la separación de partículas de la superficie. Este mecanismo es especialmente pertinente en la relación matriz- relleno de los composites.

La dureza es la resistencia de un material a ser penetrado o rallado. El aumento del contenido de relleno en el composites es asociado a una mayor dureza de superficie. Los valores de dureza de los composites también se han considerado para proporcionar información de sus propiedades de resistencia al desgaste.²³

Sin embargo, Harrison, Draughn y Lappalainen et al²³ reportan que no existe relación entre la dureza y la resistencia a la abrasión en composites. Kawai et al²³, fundamentan que existe una relación directa entre la dureza y la resistencia a la abrasión en resinas sin relleno. Willems et²³ al reportan que la dureza fue mayor en las resinas de microrelleno que en las híbridas y un resultado similar fue también obtenido por Suzuki et al.²³

Dentro de las varias razones que llevan a la sustitución de restauraciones de resina compuesta, se encuentra la abrasión, que inicia desde el momento que el diente entra en función.¹⁷

Las resinas compuestas dependiendo de su clasificación tienen diferentes mecanismos de desgaste que se ven influidos en su mayoría por los sistemas de relleno.

En un esfuerzo por eliminar los problemas de la rugosidad de la superficie, los nuevos materiales estéticos se han producido combinando la resina ya conocida y la innovadora nanotecnología. La nanotecnología ofrece la posibilidad de diseñar materiales con características completamente nuevas.¹⁵

Los primeros composites se desgastaban en rangos de 50 a 75 micras por año, ahora los nuevos presentan tasas significativamente menores de 10 a 20 micras por año.

Basados en la poca información disponible se puede suponer que después de 2 años de uso, el desgaste promedio del contacto oclusal en una resina va de 60 a 200 micras, dependiendo del tipo de material siendo los de los mediados de los 90 los que presentan menores tasas de desgaste en comparación a los de los 80's y principios de los 90's.²⁴

El perfeccionamiento en la resistencia a la abrasión se logró con la adición de diferentes y más pequeñas partículas de relleno; sin embargo, aun con esto el desgaste sigue siendo un problema.

La abrasión por el cepillo dental y el dentífrico puede ocurrir en cualquiera de las superficies expuestas del diente sin embargo, se observa con mayor frecuencia en las superficies labiales de los dientes anteriores y en las orales de los dientes posteriores pero en la zona cervical. La abrasión por cepillado y dentífrico ha sido ampliamente reportada en la literatura y tanto la extensión como la severidad de la abrasión han impulsado a los investigadores a desarrollar máquinas que prueben el desgaste basados en

este fenómeno para evaluar la resistencia al desgaste de los materiales restauradores.²³

3.3.2 Textura Superficial

Se define la textura superficial como la uniformidad de la superficie del material de restauración, en las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con una técnica correcta de acabado y pulido.

La textura de la superficie de los materiales dentales tiene una influencia importante en la acumulación de placa, el desgaste y la decoloración de las restauraciones que eventualmente puede perjudicar su aspecto estético, aunque otros factores, tales como sombra, forma y contorno de la restauración también contribuyen con la parte estética. Además, una superficie tersa añade confort al paciente, ya que un cambio en la textura de superficie en el orden de 3 micras puede ser detectado por la punta de la lengua del paciente.²⁴

Una resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales. Para reducir esta rugosidad se recurre al pulido de las restauraciones y así se logra una menor energía superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida por el oxígeno y de esta forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta.⁵

3.3.3 Brillo de Superficie

Es la propiedad óptica que produce una apariencia lustrosa (Hunter, 1975). Las diferencias en brillo entre una restauración y esmalte del diente circundante son importantes por dos razones.

Primero, el ojo detectará la discrepancia entre el composite y el esmalte contiguo, incluso si sus colores corresponden. También, un alto brillo reduce el efecto de diferencia de color, ya que el color de la luz reflejada es predominante en lugar del color del material compuesto subyacente.³³

Las resinas compuestas de nanorelleno proporcionan un alto brillo superficial.⁵

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL COLOR Y LAS PROPIEDADES ÓPTICAS DENTALES

Para restauraciones estéticas de resina compuesta, es importante tomar en cuenta y entender las características del color tanto del material como del diente a restaurar. El color de los dientes se ve influenciado por una serie de complejos factores como las condiciones de iluminación, translucidez, opacidad, dispersión de la luz y brillo del diente.²⁷

Las propiedades ópticas de las restauraciones estéticas son influenciadas en gran medida por el pulido final de su superficie. El éxito estético de una restauración está directamente relacionado con su apariencia óptica. La textura de superficie, el brillo superficial y el color son algunos de los factores más importantes de los efectos visuales percibidos en las restauraciones de resina compuesta.

Se considera que la partícula de relleno influye en las propiedades ópticas y la resistencia a la abrasión en las resinas compuestas. La reducción del tamaño de las partículas de relleno mejora la tersura y brillo de la superficie.

El concepto del color está conformado por la relación entre los aspectos físicos del mismo, su percepción por el ojo humano y por la interpretación psicológica propia de cada persona.^{29, 30}

3.4.1 Aspectos del color

Matiz

El matiz o la tonalidad (hue) se refiere al nombre del color, o sea, el tipo específico de longitud de onda (verde, azul, amarillo etc.) que no es absorbida por los objetos y por lo tanto es reflejada.

El considerado matiz básico de la dentina de los elementos dentarios idealmente es registrado a nivel de la parte central del tercio cervical vestibular donde existe menos cantidad de esmalte y un gran volumen de dentina. El matiz del esmalte debe registrarse a nivel de tercio medio de los dientes.

Croma

El croma (chroma) tiene que ver con el grado de saturación, la intensidad del matiz o la cantidad de pigmentos que este posee. En las resinas el croma viene codificado por una numeración gradual del 1 al 4, indicando la saturación de la resina de forma creciente.

La elección del croma puede ser realizado con la comparación directa a través de las escalas de colores. La porción cervical media del diente es el primer lugar tomado en cuenta como referencia para la selección del croma siendo que los tercios medio e incisal tienen uno o dos grados menos de saturación.

Valor

El valor (value) es considerando la dimensión acromática del color. Posee sinónimos como brillo o luminosidad y puede ser conceptuada como la cantidad de negro o blanco en un objeto provocando sensaciones de profundidad o proximidad del mismo. Está relacionado también con la opacidad y translucidez, cuanto mayor el valor, más opaco y blanquecino será el objeto y cuanto menor sea el valor, más translucido o grisáceo.²⁸⁻³⁰



Fig. 7: Aspectos del Color: H= hue, S= Saturación, L= Luminosidad

3.4.2 Medición del color

La percepción del color incluye 3 elementos: la fuente de luz, el objeto y el observador.

Como solución a los problemas de evaluación del color se crearon sistemas de medición para poder cuantificarlo y expresarlo numéricamente, cuyo principio está basado en la cantidad de luz reflejada por el objeto.

En la actualidad se tienen los colorímetros y espectrofotómetros para la medición del color, la diferencia entre ellos es que el colorímetro está diseñado con tres filtros de color rojo, verde y azul para seleccionar la longitud de onda del haz de luz y el espectrofotómetro está diseñado con una red de difracción para separar el haz de luz en todos sus componentes.

Existe una gran variedad de colorímetros y espectrofotómetros de marcas y modelos en el mercado actual con diferentes características según su aplicación.

Un Colorímetro utiliza una fuente de luz para iluminar la muestra a medir. La luz reflejada fuera del objeto pasa a través de unos filtros de vidrio rojo, verde y azul para simular las funciones del observador para un iluminante en particular. Un fotodetector ubicado más allá de cada filtro detecta entonces, la cantidad de luz que pasa a través de los filtros. Estas señales por último se muestran como valores X, Y, Z ^{32,33}

Ya que los valores X, Y, Z no se entienden fácilmente en términos de color del objeto se han desarrollado tras escalas del color para:

- Mostrar mejor como se percibe el color
- Simplificar la comprensión
- Mejorar la comunicación de las diferencias de color
- Ser más lineales a lo largo del espacio de color

Un colorímetro espectrofotómetro usa una fuente de luz para iluminar la muestra a medir. La luz reflejada o transmitida por el objeto pasa entonces a una red de difracción que la rompe en el espectro. El espectro cae en una matriz de diodos que mide la luz a cada longitud de onda. Los datos espectrales se envían entonces a un procesador donde se multiplican con los valores de la tabla de datos para el iluminante CIE y el observador a 2° o a 10° seleccionado para obtener los valores X,Y,Z. (Fig. 6)

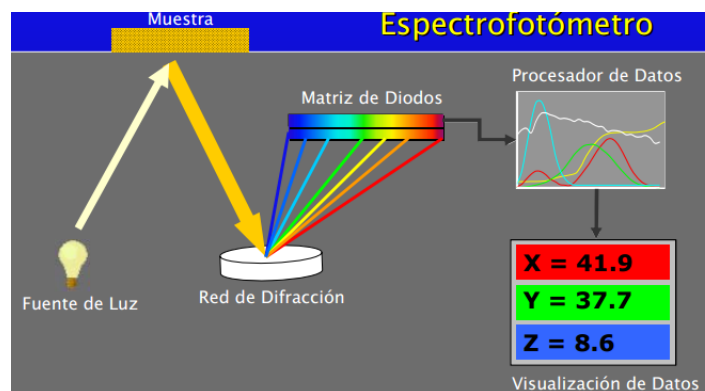


Fig. 8: Esquema del funcionamiento del espectrofotómetro

Hay dos escalas de color populares L, a, b en uso hoy en día: Hunter L, a, b y CIE L*, a*, b*. Aunque similares en organización, un color tendrá valores numéricos diferentes en estos dos espacios o escalas.³¹

3.4.2.1 Sistema Hunter Lab y Sistema CIE $L^*a^*b^*$

El modelo de color Lab ha sido creado para servir como un dispositivo modelo para ser utilizado como referencia. Por eso es crucial para darse cuenta de que las representaciones visuales de la gama de colores en este modelo nunca son exactas. Solo para ayudar en el concepto, pero son intrínsecamente inexactas.

El modelo de color Lab es tridimensional y solo puede ser representado adecuadamente en un espacio tridimensional.

Es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Fue desarrollado específicamente con este propósito por la Commission Internationale d'Éclairage (Comisión Internacional de la Iluminación) razón por la cual se abrevia CIE.

Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad del color (L^* ; $L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica blanco), su posición entre magenta y verde (a^* valores negativos para verde y los positivos indican magenta) y su posición entre amarillo y azul (b^* , indica en valores negativos azul y en positivos amarillos) (Fig. 7). Este sistema también incluye la valoración de croma (C) y hue (h) ²⁸⁻³⁰

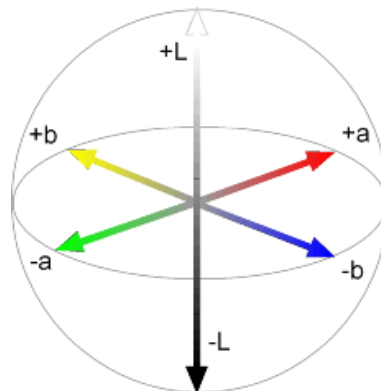


Fig. 9: Escala de parámetros CIE Lab

Las dos escalas Hunter y CIE emanan matemáticamente de los valores X, Y, Z. Ninguna de las escalas es visualmente uniforme, Hunter L, a, b se concentra en la región amarilla del espacio del color y se sobre expande a la región azul del espacio de color, por otro lado, la CIE L*, a*, b* aunque diseñada específicamente para ser más pareja se encima un poco sobre la región amarilla.

La recomendación actual CIE es usar la CIE L*, a*, b* (suplemento no.2 publicación CIE No. 15, colorimetría) como una mejora a la versión final de Hunter Lab que fue publicada en 1966, pero el cuanto a exactitud y valor descriptivo ni Hunter Lab ni CIE Lab es mejor escala, ninguna es uniforme (Fig. 8).³¹⁻³³

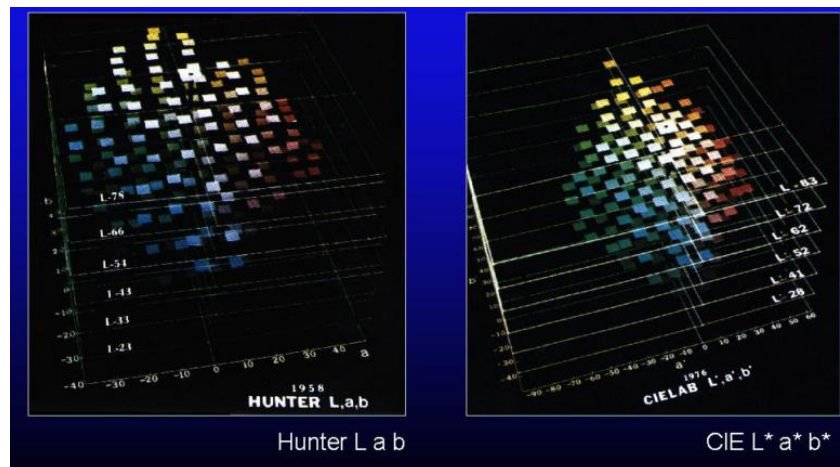


Fig. 10: Comparación de la distribución de color en Hunter Lab y CIE Lab

3.5 CEPILLO DENTAL

Es un elemento constituido por manojos de cerdas sujetas a una cabeza que actúan en forma de barrido en las superficies dentales y retiran residuos de alimentos adheridos a ellas.

Los cepillos tienen tres secciones: mango, cabeza y cuello. Generalmente se venden de tres tamaños, para lactantes, niños y adultos. Los cepillos dentales pueden estar contruidos con cerdas de nylon, nylon copolímero, poliéster, polipropileno y polietileno de alta densidad, que se pueden teñir con diferentes colores. Según el tipo de cerdas pueden ser duros, semiduros o semiblandos y blandos (Fig. 9).³⁵



Fig. 11: Diferentes tipos de cepillos dentales

Se tiene constancia del uso de cepillos dentales en China desde el siglo XV. En aquella época se fabricaban a partir de cerdas del cuello de jabalí. El descubrimiento del nylon en 1937, material sintético con el que se realizan las fibras de los cepillos modernos y que resulta menos agresivo con las encías y el esmalte dental, hizo que su uso se popularizara en occidente.

El cepillado dental consiste en el arrastre mecánico por fricción de la suciedad adherida a la superficie dental con la ayuda de una pasta dentífrica. El objetivo es limpiar los dientes de los residuos de comida y eliminar las bacterias de la placa dental que provocan la caries, ya que al mineralizarse ésta película formará el sarro, también ayuda a evitar los problemas de las encías. Un cepillo dental será mejor cuanto más agresivo sea con la suciedad y a la vez que más respetuoso con los dientes.³⁶

Los cepillos pueden tener cabezas con formas muy variadas: triangulares, rectangulares o anatómicas (más anchas en el centro). En lo que respecta al perfil del cepillo (cómo están cortadas las fibras), hay múltiples posibilidades, aunque no está demostrado que den mejores resultados que el modelo recto. Lo único que se deberá tener en cuenta es que las puntas de las cerdas estén redondeadas, para que no lesionen el esmalte o las encías.

Se puede valorar a los cepillos en cuanto a su dureza, vida útil y redondeado de la punta de las fibras. Un buen cepillo se compone de 3 ó 4 filas de 10 ó 12 haces de fibras. La diferencia entre los más duros y los más suaves es el número de fibras y su grosor. Así, los más duros tienen menos fibras y más gruesas y los más suaves, más fibras y menos gruesas. En el mercado hay tres grados de dureza: suave, media y dura. Para calificar los modelos se ha tenido en cuenta el grado de dureza anunciado por los fabricantes frente al obtenido en el laboratorio, resultando que no coinciden necesariamente.

En la prueba técnica para saber la duración de un cepillo, se ha simulado un uso durante tres meses, aunque siempre se debe desechar cuando las fibras se abran hacia fuera. Un mal cepillo se considera cuando, tras tres meses de uso, la cabeza llega a duplicar su tamaño, lo que constituye una importante deformación.³⁷

3.6 DENTÍFRICO DENTAL



Fig12. Dentífrico, crema o pasta dental

Término derivado del latín dens = diente, fricare= frotar; así definido por Cárdenas.³⁸

Los dentífricos se obtienen comercialmente en forma de crema (Fig. 10), polvos, gelatinas, líquidos.

Inicialmente fueron concebidos para ayudar a la limpieza de los dientes, especialmente las superficies expuestas, lisas y oclusales. Los usuarios se conformaban con su capacidad para remover algunas manchas y con la sensación transitoria de frescura y limpieza. La exitosa incorporación de los fluoruros en las cremas dentales demostró que eran útiles para la prevención de caries. Hoy se consiguen dentífricos con agentes antimicrobianos, agentes liberadores de oxígeno, materiales anti cálculos y aditivos desensibilizantes.

Componentes

Son formulaciones complejas cuyos ingredientes pueden interactuar favorable o desfavorablemente desde el punto de vista de la biodisponibilidad del agente activo (flúor, clorhexidina, amonía, sanguinarina).

El primer aditivo incorporado en las pastas dentales fue el flúor. Desde 1940 aparecen en la literatura revisiones de investigaciones clínicas de dentífricos con fluoruro. El primer informe reportaba acción cariostática de las pastas que contenían fluoruro de estaño con pirofosfato como abrasivo y agente pulidor.

Durante la década de los 60 aparecieron informes clínicos que demostraban la efectividad de fórmulas con monofosfato de sodio para disminuir el incremento de caries dental. Los dentífricos de fluoruro de sodio y diferentes sistemas abrasivos, son igualmente efectivos. Hoy se acepta, sin lugar a dudas que los dentífricos con fluoruro son un medio práctico en el tratamiento preventivo de la caries. Los principales componentes de las cremas dentales son:³⁸

- a) Abrasivos-----20-50%
- b) Humectantes -----20-40%
- c) Agua-----20-35%
- d) Estabilizador-----1-2%
- e) Detergentes-----1-3%
- f) Sabores-----1-2%
- g) Conservativos-----0.05-0.5%
- h) Quimioterapéuticos-----0.4%-1%

Abrasivos: su función principal es la remoción de manchas externas sobre la superficie del diente. El término implica desgaste de los tejidos duros del diente y en consecuencia puede ser dañino. Los primeros abrasivos fueron las sales de calcio en modalidades como el carbonato de calcio y fosfato de calcio tratado con calor para hacerlo más compatible con el ion flúor, finalmente se comenzó a utilizar el fluoruro de estaño con sílice como abrasivo con resultados iniciales aceptables.

En su orden el mayor grado de abrasividad lo exhiben el silicato de zirconium, la piedra pómez, el carbonato de calcio, siendo menos abrasivo el sistema de dihidrato de fosfato dicálcico.

El sistema abrasivo más utilizado en la actualidad es el de sílice, entre otras razones por ser compatible con el flúor.

Humectantes: impiden la pérdida de agua y la solidificación en presencia del aire. Además contienen el abrasivo y el agente quimioterapéutico. Los humectantes más utilizados son el glicerol, el sorbitol y el glico- propileno (sustituto del glicerol).³⁸

Estabilizadores: impiden la separación de las fases sólida y líquida dan al producto su carácter viscoso. Los más frecuentes son los coloides hidrofílicos

como la goma arábica, la goma de Kara, coloides de algas marinas, metilcelulosa y carboximetilcelulosa.

Detergentes: son necesarios porque disminuyen la tensión superficial, penetran y desorganizan depósitos acumulados, emulsifican los depósitos removidos, ayudan a formar la espuma. Son solubles en agua y funcionan bien en medios ácidos y alcalinos. Los más utilizados son lauryl sulfato de sodio, lauryl sulfoacetato de sodio, N lauryl sarcocinato de sodio (gardol) que tiene la propiedad de modificar el sabor de algunos de los ingredientes de los dentífricos. Su uso ha disminuido por respuestas no deseables en los tejidos blandos.

Preservativos: impiden la acción de bacterias y hongos sobre los humectantes y estabilizadores. Los más utilizados son diclorofén, benzoatos, p-hidroxibenzoatos.

Sabores: hoy se consiguen pastas dentales con toda combinación de sabores, olores y colores atractivos. Los sabores más usados son la menta, yerbabuena, anís, eucalipto, canela y variedad de frutas. Además la mayoría de los dentífricos contienen edulcorantes artificiales como la sacarina (0.1-0.3%). En algunos países se incorpora cloroformo (1-3%) por la sensación de frescura que produce; sin embargo, está cuestionado por la oficina de la FDA en los Estados Unidos, porque podría producir cáncer y daño hepático. Algunos dentífricos contienen colorantes como el rojo de eritrosina, verdes, amarillos y azules.

Agentes terapéuticos: la incorporación de cualquier agente con finalidades terapéuticas debe regirse por rígidas normas que garanticen que no produce efectos nocivos en quienes los utilicen.³⁸

3.6.1 Cepillado de dientes y cremas dentales

El tipo de cerdas del cepillo y pasta de dientes usados ejercen fuerzas mecánicas que pueden desgastar las superficies dentales. Sharper, señaló que las características de los filamentos del cepillo de dientes, como un mayor número de penachos, empaque denso, y posición de las cerdas del cepillo son factores que tienen más probabilidades de desgastar tejidos duros y un material de restauración, en comparación con las puntas redondeadas y un bajo número de penachos.

Abrasivos en la pasta de dientes son necesarios para remover la biopelícula y las manchas de la superficie y pueden llegar a pulir. Sin embargo, la abrasividad o nivel de fuerza de fricción de un dentífrico RDA (Radioactive Dentine Abrasion) de la pasta de dientes puede influir en el nivel de desgaste del esmalte o la dentina con el uso repetido de la pasta de dientes. Es interesante observar que el fabricante no está obligado a poner el dato RDA en las etiquetas de los productos comercializados actualmente.³⁹⁻⁴¹

3.6.2 Simulación del cepillado dental

Los equipos para simular desgaste deben apegarse a los procesos que ocurren en la cavidad oral durante la masticación:

- a) Fuerza
- b) Perfil de fuerza
- c) Tiempo de contacto
- d) Movimiento deslizante
- e) Remoción del material desgastado: se debe asegurar que los residuos del material desgastado sean removidos de las superficies de prueba. Esto se puede conseguir con el constante recambio de líquido o de medio abrasivo, con el cual se llena la cámara de prueba.³⁸

En 1999 la International Standard Organization (ISO) ²² publicó las especificaciones técnicas para “Desgaste por cepillado dental” seguido en 2001 de otra especificación técnica llamada “Desgaste por dos y/o tres cuerpos en contacto”

Con los composites existe una cierta preocupación de que además de la pérdida de componentes del monómero, micro y nano partículas de relleno son desgastadas, deglutidas o inhaladas y acumuladas en tejidos y que podrían estar ligadas a enfermedades del hígado, riñón e intestino²²

Los resultados de la simulación del cepillado muestran que la mayoría de las partículas de relleno de las resinas compuestas que son desintegradas durante los procesos de atrición o abrasión tienen un diámetro menor a 100 micras, lo cual es crítico en los valores de absorción en los pulmones y en el tracto intestinal.

Las partículas de las resinas compuestas como tal es, no causan irritación en los tejidos en pruebas específicas de laboratorio in vivo, mientras que, los monómeros utilizados en ellas pueden ser muy irritantes. No existe evidencia científica que date que dichas partículas absorbidas por el paciente pongan en riesgo su salud.

No obstante, la ingestión o inhalación de los materiales desgastados de la resina en dichas cantidades o aun en mayores, no alcanza niveles que puedan causar preocupación en cuanto a toxicidad subcrónica o a efectos mutagénicos.

En lo que respecta a las consecuencias biológicas en el sistema estomatognático, posibles eventos que se presentan con mayor frecuencia en los libros, están relacionados con el dolor de la articulación temporo mandibular (ATM), extrusión del antagonista, pérdida del ligamento periodontal e inclinación y movimiento de los dientes adyacentes. A pesar de que se mencionan con frecuencia estas posibles consecuencias, existe muy poca evidencia que el desgaste oclusal cause disfunción de la ATM, dolor muscular o enfermedad periodontal.⁴³

Como ya se había mencionado, idealmente el desgaste de un material de restauración debería de ser similar o igual al del esmalte, sin embargo, a la fecha, solo los materiales cerámicos y en algunas aleaciones en particular se encuentra esta característica.²²

La Asociación Dental Americana (ADA) ha formulado valores de desgaste aceptados para materiales restauradores. Estos estándares exigen que el desgaste de un material dental no pueda exceder 150 micras dentro de los 3 primeros años, calculando un desgaste promedio por año de 50 micras.

Validación del equipo de simulación de desgaste

Un equipo de prueba para laboratorio debe estar validado para ser adecuado para la metodología realizar. Así que, para calificar un equipo de simulación se debe de recopilar evidencia documentada que el tanto el equipo como el sistema auxiliar sean capaces de funcionar consistentemente dentro de los límites establecidos.

Primero se debe diferenciar entre dos procesos cuando se habla de aparatos para probar desgaste: los que generan el proceso desgaste y los que cuantifican el proceso desgaste.²²

Los requerimientos que un equipo de prueba de desgaste debe cumplir para ser calificado, deben incluir:

- Alta precisión en la fuerza y frecuencia
- Alta precisión en los resultados
- Resistencia y longevidad de sus componentes
- Poco tiempo de mantenimiento

Para validar el método de simulación de desgaste los siguientes procesos también deben estar estandarizados y aprobados.

- Preparación de los especímenes
- Almacenamiento de los especímenes
- Material, forma y tamaño de la aguja
- Especificación del medio abrasivo y su cambio sobre el tiempo
- Reproducibilidad de los resultados
- Definir un estándar o material de referencia

Factores que influyen el desgaste

Algunas investigaciones han descubierto ciertos factores durante la simulación que influyen en el desgaste de los composites. :

- a) Superficie del espécimen
- b) Espécimen plano contra muestras estandarizadas (coronas): algunos estudios demuestran diferencia significativa entre los anteriores, siendo mucho mayor la abrasión en muestras lisas y planas
- c) Número de especímenes: la mayoría de las investigaciones limita el número de muestras al número de espacios o cámaras de prueba disponibles o sitios disponibles dentro del simulador.
- d) Almacenamiento previo a la prueba: el almacenarse en agua no afecta la muestra.
- e) Fuerza de carga: fuerzas mayores causan mayor desgaste, Sin embargo, el aumento en el desgaste no es lineal al incremento de carga.
- f) Material, forma y tamaño de la punta: Muchas veces se utiliza esmalte como punta aunque el abrasionador puede ser de diferentes materiales, ya que en el esmalte se pueden producir variaciones como diferencias en las cúspides, contenido de

fluoruro en la superficie externa y la cantidad de esmalte aprismático. Otras puntas pueden ser de silicato de magnesio, material cerámico etc. una punta afilada produce mayor desgaste que una de punta redondeada.

- g) Deslizamiento: es un componente esencial en el método de prueba de desgaste, según un material es estresado en términos de microfatiga solamente cuando la punta se desliza sobre el espécimen.
- h) Aumento o descenso en la velocidad: la velocidad con la que la punta toca la superficie del espécimen puede crear una fuerza de impulso que puede variar con distintas velocidades.
- i) Termociclado: el termociclado ($5^{\circ}\text{C}/55^{\circ}\text{C}$) tiene un efecto dependiente del material en el desgaste comparado con el efecto constante de temperatura (20°C , 37°C). En algunos materiales, puede reducir las tasas de desgaste mientras que en otros materiales puede aumentarlas y en otros, el desgaste no se ve afectado por el termociclado. Además de esto, un cambio constante en el agua remueve los residuos desgastados de la zona de interacción entre la punta y el material, reduciendo el efecto abrasivo que podrían tener los residuos del material desgastado.
- j) Número de ciclos: el desgaste se acrecienta según aumenta el número de ciclos. El desgaste aumenta en un patrón linear y semejante.²⁰
- k) Medio abrasivo: un medio abrasivo puede reducir el desgaste comparado con el agua. Tanto la composición como la del tipo de medio abrasivo afectan la tasa de desgaste. Si la prueba de simulación del cepillado dura entre 1 y 2 días, la composición del medio abrasivo cambia debido a la evaporación del agua, lo que lleva al espesamiento del mismo medio. El uso de medios abrasivos que contengan alimentos orgánicos contribuye a

resultados dispersos y puede ser la razón de la falta de reproductibilidad.

La medición y evaluación de la rugosidad de superficie, es decir, el desgaste por abrasión se realiza a través de la técnica de perfilometría de manera cuantitativa. En esta técnica se utiliza un aparato, el perfilómetro, que consta de un vástago con punta de diamante que escanea una línea en la superficie de la muestra. Esta técnica fue utilizada por primera vez en investigación dental en 1972 para estudiar la abrasión de dentina causada por diferentes pastas dentales. La perfilometría se ha utilizado también para estudiar el desgaste por erosión.⁴⁴⁻⁴⁵

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El medio oral constituye un ambiente destructivo ideal. Están las fuerzas de masticación que actúan sobre las restauraciones, repentinos cambios de temperatura, un pH que oscila rápidamente de la acidez a la alcalinidad, el calor y la humedad del medio oral que favorecen la corrosión, la continua abrasión debido a diferentes alimentos o materiales; los tejidos duros y blandos así como las restauraciones, son susceptibles a ser dañados por cualquiera de los anteriores.

A pesar de conocer las técnicas de aplicación y manipulación para las resinas compuestas fotopolimerizables, encontramos una pérdida de sustancia importante al poco tiempo de su colocación, por diversos factores, y es lo que nos lleva a especular que dentro de los diferentes agentes abrasivos que se presentan en el medio oral, los que se presentan con mayor frecuencia a lo largo del día son el dentífrico y el cepillo dental, basado en la prevalencia de esta problemática nos vemos impulsados a conocer el efecto que los dentífricos causan sobre las resinas compuestas.

Además que las resinas híbridas, de nanorelleno y de microrelleno están recomendadas por el fabricante para colocarse en dientes anteriores, principalmente para clase III, IV y V por su alto requerimiento estético, sin embargo, debido al cepillado dental y al dentífrico reciben agravios constantes haciendo que la textura de su superficie cambie y de esta manera se reduzca su alta estética con el paso del tiempo. Por lo tanto, esto nos lleva al siguiente cuestionamiento:

¿Qué efecto se presenta en la superficie de las resinas compuestas de reciente aparición por el cepillado con dos pastas dentales?

5. JUSTIFICACIÓN

La creciente demanda por los servicios de Odontología estética, así como los avances en Odontología restauradora adhesiva, contribuyen al aumento de indicaciones en la resina compuesta, sea por la elaboración de nuevas restauraciones o por la sustitución de la amalgama.¹⁵

En la actualidad, el material restaurador directo utilizado con mayor frecuencia en la práctica odontológica es la resina compuesta fotopolimerizable. Es el material de primera elección para las restauraciones clase I, III, IV y V. Según estudios realizados y observaciones en clínica, el tiempo promedio de duración de las resinas compuestas fotopolimerizables es relativamente corto por causa de diferentes factores, entre ellos la pérdida del material de relleno, restándole beneficios a los composites.¹⁰

El desgaste de este material puede resultar en la pérdida de forma, incremento de la rugosidad, pigmentación y retención de placa, por lo que la evaluación de sus propiedades mecánicas es necesaria para conocer sus indicaciones y limitaciones.

La importancia de la realización de este estudio, es poder medir la pérdida de sustancia de las resinas compuestas en base al tamaño de su partícula (microrelleno, híbrida, nanorelleno) debido a la continua exposición a agentes abrasivos entre ellos el cepillo dental y el dentífrico, y de esta manera evaluar cuales son los efectos de las pastas dentales y verificar si influyen en el desgaste.

Este estudio puede servir como aporte a la práctica odontológica, ya que a raíz de los hallazgos se podrán adoptar acciones estratégicas para disminuir los efectos negativos y así prolongar la vida útil de la resina.

Como se mencionó antes, las resinas son agraviadas constantemente en la cavidad oral por lo que, revisar y conocer qué tipo de resina mantiene en mejores condiciones su superficie es relevante para su futura aplicación en la práctica diaria.

En el laboratorio se simula el cepillado dental con pasta sobre la resina y se determina si aquel tiene una acción sobre los composites, de esta manera se recaban datos comparativos sobre la resistencia a la abrasión de las resinas compuestas, así como la simulación del desgaste presente en la cavidad oral, debido a que esa técnica permite obtener resultados rápidos y confiables cuando las pruebas son estandarizadas.

La investigación realizada estuvo de acuerdo con las políticas de la Facultad de Odontología, así como con las normas que rigen cada uno de los materiales a utilizar, de acuerdo con los recursos y necesidades de la institución, para así contar con la información adecuada para la realización de estas pruebas.

El laboratorio de Materiales Dentales de la Facultad de Odontología de la DEPEI de la UNAM prestó todos los equipos, materiales y recursos necesarios para realizar esta investigación. El Laboratorio 4D de la Facultad de Química, UNAM y el proyecto de PAPIIT IN119411 de la DGAPA apoyaron a la realización de esta tesis.

6. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula:

El cepillado dental, con y sin pasta, dental no producirá cambios de tersura y brillo en la superficie de las resinas de macrorelleno, nanorelleno e híbridadas.

Hipótesis de Trabajo:

El cepillado dental, con y sin, pasta dental producirá cambios de tersura y brillo en la superficie de las resinas de macrorelleno, nanorelleno e híbridadas.

Hipótesis Alternas

El cepillado dental con y sin pasta dental producirá cambios de tersura y brillo sobre la superficie de las resinas de macrorelleno y nanorelleno diferentes a las híbridadas.

El cepillado dental con y sin pasta dental producirá cambios de tersura y brillo sobre la superficie de las resinas de macrorelleno e híbridadas diferentes a las nanorelleno.

El cepillado dental con y sin pasta dental producirá cambios de tersura y brillo sobre la superficie de las resinas de híbridadas y nanorelleno diferentes a las macrorelleno.

7. OBJETIVOS

7.1 General

Evaluar el efecto de dos dentífricos con diferente composición sobre la textura de superficie y brillo de cinco resinas compuestas fotopolimerizables con diferente tamaño de material de relleno durante el cepillado dental.

7.2 Específicos

- a) Evaluar los cambios en la textura de superficie y brillo de las resinas de nanorelleno producidos durante el cepillado bajo el efecto de dos pastas dentales.
- b) Evaluar los cambios en la textura de superficie y brillo de las resinas híbridas producidos durante el cepillado bajo el efecto de dos pastas dentales.
- c) Evaluar los cambios en la textura de superficie y brillo de las resinas de macrorelleno producidos durante el cepillado bajo el efecto de dos pastas dentales.
- d) Evaluar los cambios en la textura de superficie y brillo de la resina experimental de macrorelleno producidos durante el cepillado bajo el efecto de dos pastas dentales.
- e) Determinar el comportamiento abrasivo de cada dentífrico
- f) Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas de cambio en la textura de superficie, brillo y abrasión entre las resinas de nanorelleno, híbrida, y experimental de macrorelleno a la prueba de abrasión por cepillado bajo el efecto de dos pastas dentales.

8 METODOLOGÍA

8.1 Diseño de la investigación

Se llevó a cabo una investigación para conocer qué variedad de resina, considerando el tamaño de la partícula de relleno, sufre mayor efecto por cepillado bajo la acción de dos dentífricos distintos.

Se elaboró un grupo control para cada tipo de resina al que se le valoró la abrasión por cepillado solamente con agua desionizada.

Se realizó, por lo tanto, una investigación analítica, de tipo experimental, y se conoció de manera exacta el comportamiento de los materiales en las diferentes pruebas planteadas.

8.2 Universo o unidad de investigación

Espacio: La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomateriales Dentales de la Facultad de Odontología de la DEPeI, UNAM y en el laboratorio 4D DE la Facultad de Química, UNAM.

Tiempo: 6 meses

Universo: Se estudiaron 150 muestras de resina, 30 de cada tipo (híbrida, nanorelleno, experimental de macrorelleno), dos pastas dentales y un solo tipo de cepillo; con un grupo control en agua desionizada.

8.3 Criterios de inclusión

- Discos de cada una de las resinas a ser evaluadas, con 15mm de diámetro por 1.5 mm de profundidad con:
- Resinas que posean superficie lisa, tersa y brillante

8.4 Criterios de exclusión

Discos de cada una de las resinas a ser evaluadas con:




- Fracturas
- Defectos visibles en la superficie
- Burbujas
- Impurezas

8.5 Variables

Dependiente: Magnitud de abrasión, brillo.

Independientes: Dentífricos dentales comerciales con diferente composición, tipo de resina.

Tabla 3: Descripción de las resinas evaluadas

Nombre	Tamaño de partícula y % de relleno	Composición	Lote/ Caducidad	Color
IPS Empress Direct® 	Nanohíbrida 550 nm 75-79%	Dimetacrilato, prepolímero, relleno de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, vidrio de fluorosilicato Ba-Al, mezcla de óxidos dióxido de silicio ⁴⁶	E51419/2016-05	A2
Herculite Classic® 	Microhíbrida 0.6µm 79%	Monómeros de éster de metacrilato, Óxido de Zinc, Oxido de titanio, 1,6 hexanediol diacrilato. ⁴⁸	4194942/ 2014-07 3983524/ 2014-07 4148286/2014-08 4084268/ 2014-01 3983518/ 2014-07	A2. A3.5 A3 B2 LT
Charisma Opal® 	Nanorelleno 0.02-0.07µm 58%	BisGMA. Vidrio de Ba-Al y sílice de alta dispersión. ⁴⁷	66037690/2015-08	A2
Experimental 40 s	Macro 45 µm 63-66%	BisGMA, TEGDMA, DMPT, canforoquinona R, M325 Silanizado.	No	No
Experimental 20 s	Macro 45 µm 63-66%	BisGMA, TEGDMA, DMPT canforoquinona R, M325 Silanizado,	No	No

Composición de los dentífricos utilizados en este estudio:

Componentes	Colgate Total 12®⁴⁹	Oral B Crest Pro Salud®⁵⁰
Abrasivos	Sílica hidratada	Sílica, Hexametáfosfato de sodio, Fosfato Trisódico
Humectantes	Sorbitol , PEG-6	Glicerina, Propilenglicol
Estabilizadores	Carragenina	Goma Xantán, Carragenina
Detergentes	Laurilsulfato de sodio Hidróxido de Sodio	Laurilsulfato de sodio, Lactato de Zinc, Gluconato de sodio
Preservativos	Copolímero PVM/MA	Cera de Carnauba
Agentes terapéuticos	Fluoruro de sodio (1450 ppm), 0.3% Triclosan	Fluoruro de Estaño (1100ppm), Fluoruro de sodio (350ppm).
Colorantes	Dióxido de titanio(CI77891)	Dióxido de Titanio, Pigmento Azul (CI 74160)).
Otros	Agua, Sabor, Sacarina Sódica	Agua, Sabor, Sacarina Sódica,

Cepillo empleado en el estudio:

ORAL B Clásico® Suave 40

Cepillo de cabeza ovalada con cerdas de nylon rectas, redondeadas de consistencia suave con mango ergonómico.⁵¹



Fig 13: Cepillo dental Oral B Classico

8.6 Material y equipo

- Moldes de forma cilíndrica de acero inoxidable con diámetro interno de 15 mm y profundidad ajustable
- Aceite de silicón (GV No.20143137 nacional)
- Pincel
- Resinas compuestas fotopolimerizables: nanorelleno, híbrida, macrorelleno y experimental
- Espátula para resinas (Hu-Friedy de Nitruro de titanio)
- Cinta Mylar
- Loseta de vidrio
- Lámpara de fotocurado (Bluephase C8, Ivoclar Vivadent, Austria no. serie 703115,)
- Micromotor (Manufacturera Dental Continetal III, Korea, no serie 690032)
- Polimetilmetacrilato Autopolimerizable de colores (Nictone Manufacturera Dental Continental)
- Moldes de PVC con diámetro interno de 20 mm y de 7mm de profundidad
- Petrolato
- Pulidor Metalográfico (Bruehler USA)
- Lijas de agua (Fandeli, Mex)
- Espátula para cementos
- Lentes de protección
- Vernier digital (Mitutoyo Absolut Digimatic Caliber, Mitutoyo Corp, Japan, no serie 05465848,)
- Radiómetro Demetron (Demetron Research corp. USA, modelo 100, no serie 114632,)

EFECTO DE DOS DENTÍFRICOS SOBRE LA TEXTURA DE SUPERFICIE Y BRILLO DE DISTINTAS RESINAS COMPUESTAS DURANTE EL CEPILLADO DENTAL.

- Perfilómetro (Mitutoyo SurfTest, Mitutoyo corp, Japan, no serie 547-217)
- Máquina para simular el cepillado
- Regulador de voltaje (Variable Autotransformer, Staco Energy Products, USA, modelo 3PN101013)
- Estroboscopio (General Radio Company USA, no serie 117825),
- Espectrofotómetro (Minolta CM-3600d)
- Báscula (Noval MH-500, China)
- Cepillos dentales (Oral B Suave 40)
- Pastas dentales (Colgate Total 12 y Oral B Crest Pro Salud)
- Agua desionizada
- Cronómetro (Sper Scientific Hong Kong, date code 06099695-02 product 810012)
- Estufa Horno Felisa

8.7 Procedimiento

Se utilizaron 3 marcas de resinas comerciales (Empress Direct de Ivoclar Vivadent®, Herculite Classic de Kerr®, Charisma Opal de Heraeus Kulzer®) y una experimental (con dos tiempos de polimerización) con diversos tamaños de partícula de relleno y dos dentífricos (Colgate Total 12 y Oral B Crest Pro Salud) y un solo tipo de cepillo dental.



Fig. 14: Material para realizar las muestras

Se conformaron 150 muestras de resina en moldes de acero inoxidable en forma de disco con un diámetro de 15mm y un espesor de 1.5mm (Fig. 13), siendo este último ajustado por el vernier (Mitutoyo) (30 por cada tipo de resina).

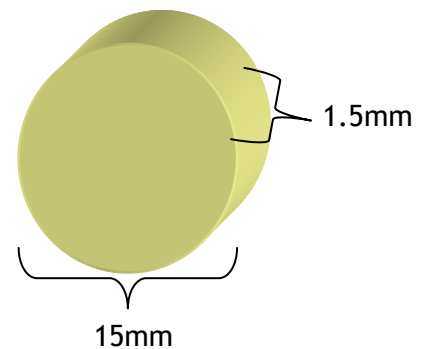


Fig. 15: Molde de acero inoxidable ajustable y esquema de la muestra

Se fabricaron en una sola intención con el composite indicado empacándolo sin atrapamiento de burbujas, por encima se le colocó cinta mylar y una loseta de vidrio para conseguir una superficie lisa y tersa. (Fig. 14)

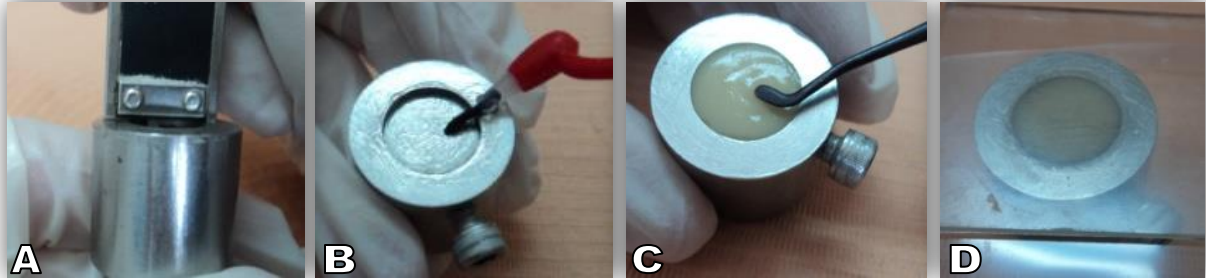


Fig. 16: fabricación de la muestra: A) ajuste de la profundidad del molde, B) colocación del aceite de silicón, C) Empacado de la resina D) colocación de cinta mylar y loseta.

Se polimerizó con lámpara de fotocurado Bluephase C8 (Ivoclar Vivadent), con una intensidad de 650 mW/cm^2 en cinco exposiciones en la cara superficial con el tiempo indicado por el fabricante. La intensidad de la lámpara fue monitoreada cada 10 muestras con un radiómetro (Demetron) (Fig. 15 y 16)



Fig. 17: Material para polimerización: lámpara, radiómetro y lentes de protección

EFFECTO DE DOS DENTÍFRICOS SOBRE LA TEXTURA DE SUPERFICIE Y BRILLO DE DISTINTAS RESINAS COMPUESTAS DURANTE EL CEPILLADO DENTAL.

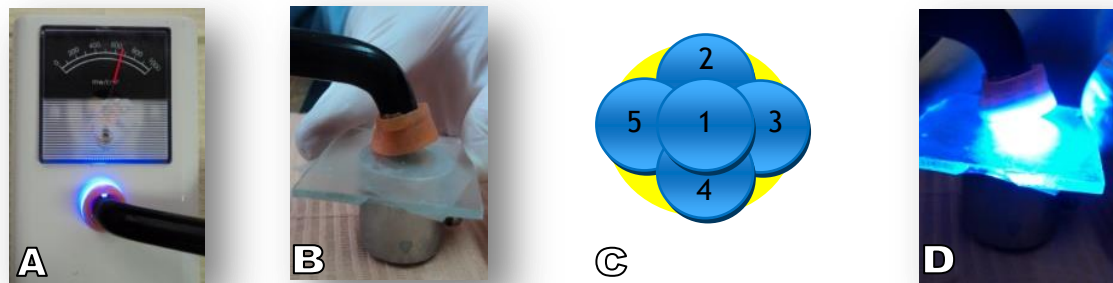


Fig. 18: A) monitoreo con radiómetro, B) colocación de la lámpara, C) esquema de las zonas de polimerización D) lámpara encendida.

Posteriormente, los especímenes se sacaron de sus moldes (Fig. 17), y se dividieron en grupos A, B, C, D y E dependiendo de la distribución y tamaño de las partículas de relleno. (Marca de cada resina compuesta)



Fig. 19: Muestra polimerizada.

Cada espécimen de resina, fue adherido a una base de acrílico de un color correspondiente a la marca además, de ser numerado para facilitar su identificación y referencia. (Fig. 18-20)

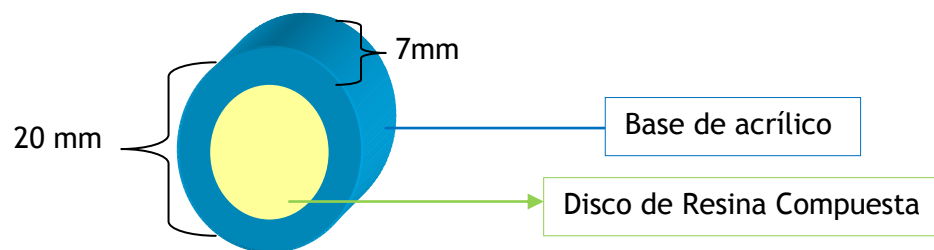



Fig. 20: Esquema del ensamble de las muestras.

RESINAS


Identificación de las resinas evaluadas:

- *Resina Compuesta con macrorelleno*

 (Anaranjado) Resina Experimental 40 segs

 (Rosa con Diamantina) Resina Experimental 20 segs

- *Resina Compuesta microhíbrida*

 (Rosa) Herculite Classic®, Kerr

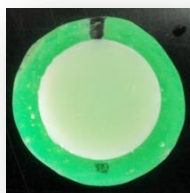
- *Resina Compuesta nanohíbrida*

 (Verde) IPS Empress Direct®, Ivoclar Vivadent

- *Resina Compuesta con nanorelleno*

 (Rojo) Charisma Opal®, Haereus Kulzer

Fig. 21: Muestras de las resinas evaluadas



IPS Empress Direct®



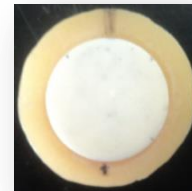
Herculite Classic®



Charisma Opal®



Experimental 20s



Experimental 40s

EFECTO DE DOS DENTÍFRICOS SOBRE LA TEXTURA DE SUPERFICIE Y BRILLO DE DISTINTAS RESINAS COMPUESTAS DURANTE EL CEPILLADO DENTAL.

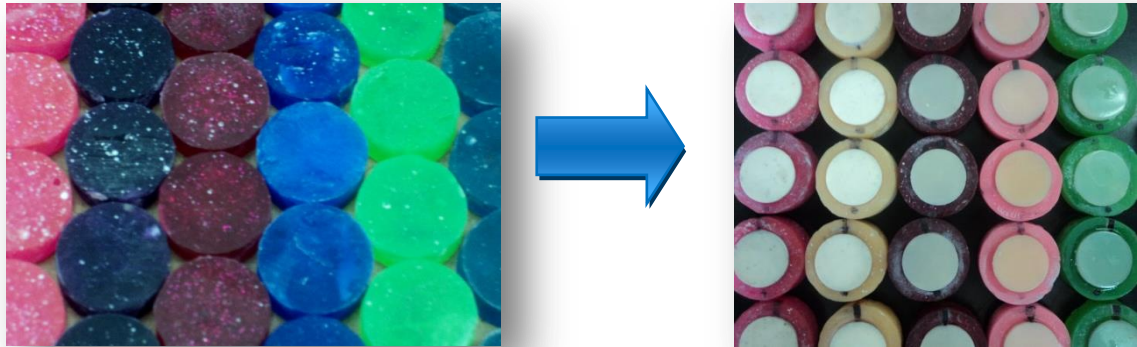


Fig. 22: Bases de acrílico y muestras adheridas a las bases.

Las muestras fueron almacenadas durante una semana en agua desionizada a 37°C en la estufa Felisa.

Sobre la superficie de cada muestra se realizó un pulido con papel abrasivo grano 1500 y 2000 (Fandeli Mex.) en pulidor (Bruehler USA) (Fig. 21). Hasta obtener una superficie libre de imperfecciones lisa, tersa y brillante.



Fig. 23: pulido de la muestra con papel abrasivo

Inmediatamente se evaluó la rugosidad de superficie de cada espécimen con el perfilómetro (Mitutoyo SurfTest) (Fig. 22), el cual fue calibrado antes de cada sesión de trabajo.



Fig. 24: Calibración del perfilómetro

Se tomaron tres medidas, una en el centro del disco y las otras dos medidas a 3 mm hacia cada lado, se obtuvo el promedio y se registró en micras (RaX) (Fig. 23)

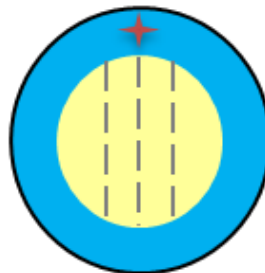


Fig. 25: Esquema de la muestra con la guía central y las zonas donde se realizaron las medidas

Para asegurar que las medidas se realizaran siempre en el mismo lugar y evaluar invariablemente la misma zona de la muestra, se marcó sobre la base de acrílico una línea con plumón permanente que dividiera en dos al disco y se utilizó una plantilla que limitaba el movimiento (Fig. 24), dejando que la muestra se deslizara solo 3 mm a cada lado.

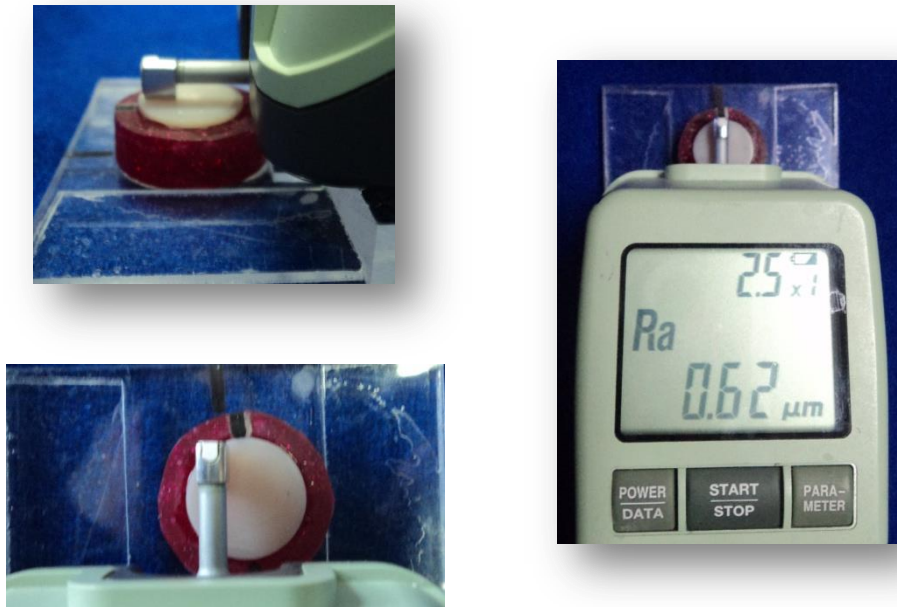


Fig. 26: Perfilómetro sobre plantilla evaluando muestra

Inmediatamente se evaluaron los atributos de color L^* , a^* , b^* , C , h con un espectrofotómetro (Minolta CM-3600d) (Fig. 25)



Fig. 27: Espectrofotómetro

Se utilizó para simular el equipo el cepillado descrito por Juliana da Costa en su artículo *The effects of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites*, *Journal of Dentistry*⁵² (Febrero 2010) modificado por el Dr. Federico H. Barceló Santana (Fig. 26) el cual consiste de un tanque con un ensamble de un disco de acrílico con un diámetro de 15 centímetros con 11 perforaciones en la periferia, de 2.5 de diámetro con una profundidad de 0.7 centímetros.

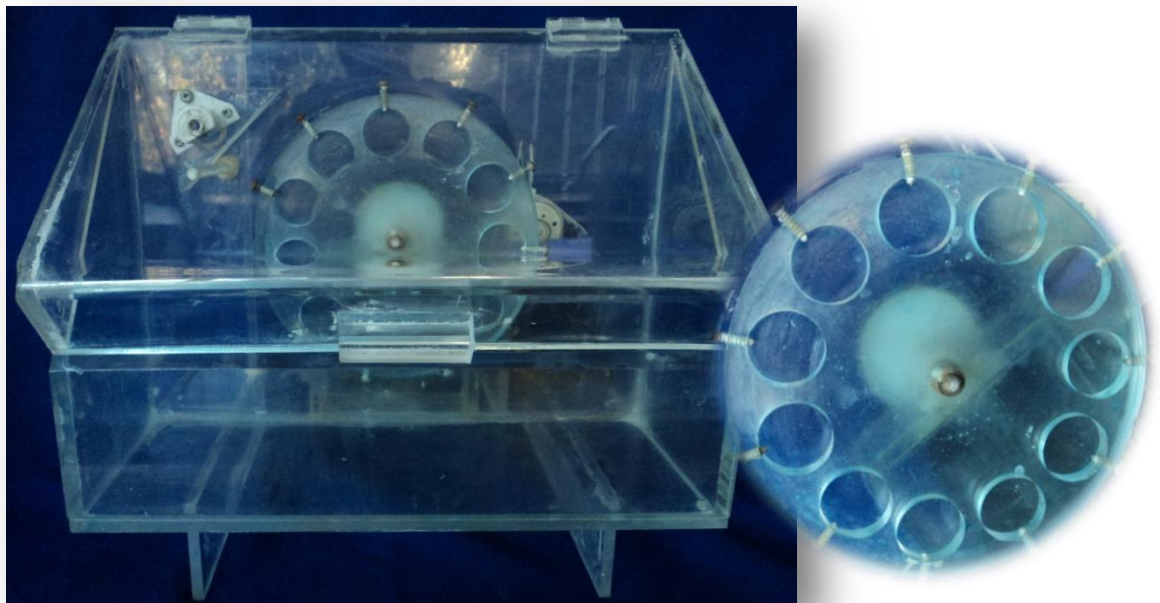


Fig. 28: Equipo para simular el cepillado

El disco de acrílico va conectado a un motor que gira a una frecuencia de 100 rpm, monitoreado con un estroboscopio (General Radio Company USA), el disco queda sumergido en la parte inferior en una solución de dentífrico (1 parte dentífrico por 2 partes de agua).

EFECTO DE DOS DENTÍFRICOS SOBRE LA TEXTURA DE SUPERFICIE Y BRILLO DE DISTINTAS RESINAS COMPUESTAS DURANTE EL CEPILLADO DENTAL.

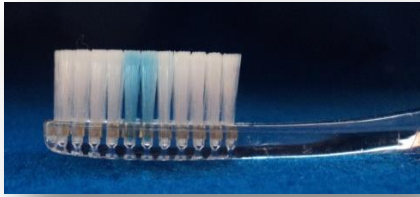


Fig. 29: Cepillo Oral B Clásico

La superficie de cada muestra de resina estuvo en contacto en cada ciclo con un cepillo (Oral B clásico®) (Fig. 27).

El cepillo se sostuvo en contra del disco con una carga constante aproximada de 100g monitoreada (Fig. 28) cada prueba con una báscula (Noval MH-500) para asegurar el contacto con las muestras.



Fig 30: Monitoreo de carga del cepillo con báscula

En cada ciclo, las muestras se empaparon nuevamente con solución del dentífrico o en su defecto de agua desionizada, la duración de la prueba fue de 57 minutos (Fig. 29) o lo equivalente a 5760 cepilladas, lo cual representa un año de cepillado normal.



Fig. 31: Cronómetro

Esta prueba se realizó con cada una de las pastas. Se tuvo un grupo control en donde no se utilizó pasta, solamente agua (Fig.30 y 31)

PASTA



Crest Pro Salud



Colgate Total 12

Fig. 32: Equipo simulando el cepillado con cada una de las pastas, se observa la diferencia en la calidad de la espuma.

AGUA

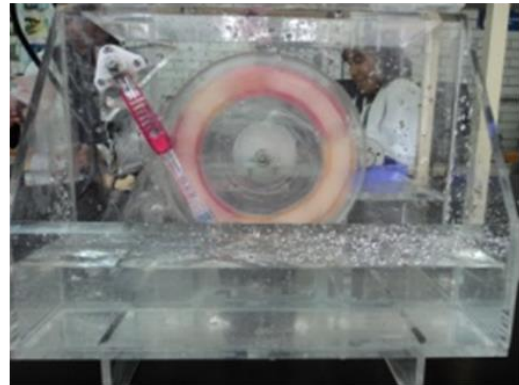


Fig.33: Equipo simulando el cepillado con agua

Después de estos ciclos de cepillado, cada muestra se volvió a evaluar en el perfilómetro, realizando nuevamente las mismas tres medidas que al inicio, se obtuvo el promedio de estas y se registró en micras (RaY), la diferencia entre RaX y RaY se reportó en micras como el cambio de rugosidad, así mismo se valoró nuevamente la luminosidad y se registró como valor L_1 . La diferencia entre valor L_0 y L_1 se reportó como pérdida de brillo.

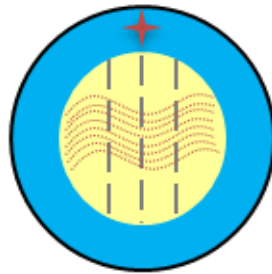


Fig. 34: Esquema de la muestra con la guía central y las zonas donde se realizaron las medidas, se observa como el trazo dejado por cepillo queda perpendicular a las líneas de medición.

8.8 Análisis estadístico

Para evaluar si existía diferencia entre los tratamientos, se realizó ANOVA a una vía y para evaluar entre qué variables las diferencias eran significativas, se utilizó un análisis de diferencias mínimas significativa (DMS) con un $\alpha=0.05$ y para la prueba de abrasión, Tuckey.

8.9 Recursos

Los equipos necesarios fueron facilitados por el Laboratorio de Biomateriales Dentales de la División Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM; Laboratorio 4D de la Facultad de Química, UNAM y los materiales por las casas comerciales, por la tesista y el proyecto PAPIIT IN119411.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resistencia al desgaste es una propiedad importante de los materiales dentales en términos de calidad de la restauración. Los materiales con mayor resistencia al desgaste tienden a ser restauraciones más durables, tienen menor filtración y mayor estabilidad de color.

La resistencia al desgaste de los composites a nivel de las superficies oclusales de dientes posteriores, ha recibido una gran atención en los últimos años. Existen como mínimo 5 tipos de posibilidades de desgaste de un composite:

- 1) Desgaste por acción de los alimentos.
- 2) Desgaste por impactos generados en contacto dental en zonas céntricas.
- 3) Desgaste por deslizamientos por contacto dental funcional.
- 4) Desgaste por frote producido a nivel de contacto dental interproximal.
- 5) Desgaste secundario producido por los métodos de profilaxis oral.⁴⁶

Al analizar esta problemática en las resinas compuestas, se impulsó la realización de esta investigación siguiendo la línea de los métodos profilácticos ya que, son utilizados cotidianamente y se facilita la reproducción de condiciones en el laboratorio para poder ser evaluados.

En este estudio, se evaluaron 150 discos de resina de tres marcas comerciales (Empress Direct, Charisma Opal y Herculite Classic) y dos experimentales (Experimental 20 y Experimental 40; misma composición 2 tiempos de curado: 20 y 40 segundos), se conformaron 30 discos por cada tipo de resina. Estas muestras fueron sometidas a un simulador de cepillado

durante 57 minutos, lo que equivale a 5760 cepilladas, con un cepillo dental Oral B Clásico Suave 40 (cerdas rectas, suaves con puntas redondeadas), que se mantuvo con una carga de 100grs, esto representa aproximadamente un año de cepillado dental. Se logró reproducir el equipo para simular el cepillado descrito por Juliana da Costa en su artículo *The effects of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites*, *Journal of Dentistry* (Febrero 2010)⁵² y modificado por el Dr. Federico H. Barceló Santana, por lo que nuestros resultados pueden ser comparados con los de su estudio.

Las muestras de resina fueron probadas bajo tres tratamientos diferentes (Agua, Colgate Total 12, y Oral B Crest Pro Salud); al igual que en otros estudios se decidió utilizar diferentes dentífricos ya que presentan diversidad en su efecto abrasivo y se quiso comparar. da Costa⁵² utilizó Colgate Total, Colgate Total Whitening, y Colgate con Bicarbonato y peróxido. Se evaluó la rugosidad de superficie con un perfilómetro (Mitutoyo Surf test), antes y después del cepillado, para poder determinar la abrasión que presentó cada una de las resinas, y evaluar si el tipo de tratamiento o la composición de la resina demostraban asociación con la magnitud del desgaste.

Tabla 4 Resultados de la medida de desgaste en micras de las resinas ante los tres tratamientos

	Resina	Colgate	Crest	Agua
1	Empress Direct	0.07± 0.02	0.16 ± 0.05	0.08 ± 0.03
2	Experimental 20	0.26 ± 0.02*	0.27 ± 0.04	0.14 ± 0.06
3	Charisma Opal	0.11 ± 0.01	0.15 ± 0.06	0.07 ± 0.03
4	Herculite Classic	0.06 ± 0.02	0.14 ± 0.04	0.07 ± 0.05
5	Experimental 40	0.23 ± 0.04*	0.30 ± 0.06	0.12 ± 0.03

Los datos son el promedio de 10 réplicas

El símbolo * indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

Con fundamento en nuestros resultados, se puede observar que bajo los tres tratamientos las 5 resinas presentaron un cambio en la textura de superficie, esto indica que el cepillado con agua tiene un efecto abrasivo por sí mismo, sin embargo, cuando se adicionó algún tipo de dentífrico, el efecto abrasivo aumentó, debido a las sustancias abrasivas presentes en la composición de cada uno de ellos.

De manera similar a nuestro estudio, otros han encontrado un aumento en la rugosidad de superficie de todos los composites o materiales evaluados después del cepillado, por lo tanto nuestra hipótesis nula fue rechazada.

En la tabla 4 se observa que el efecto causado por el agua y el dentífrico Colgate Total 12 es similar, sin embargo, bajo la acción de Crest, la magnitud de desgaste es mayor, esto puede deberse a que esta pasta presenta dos abrasivos adicionales en su composición, que son el hexametáfosfato de sodio y el fosfato trisódico.

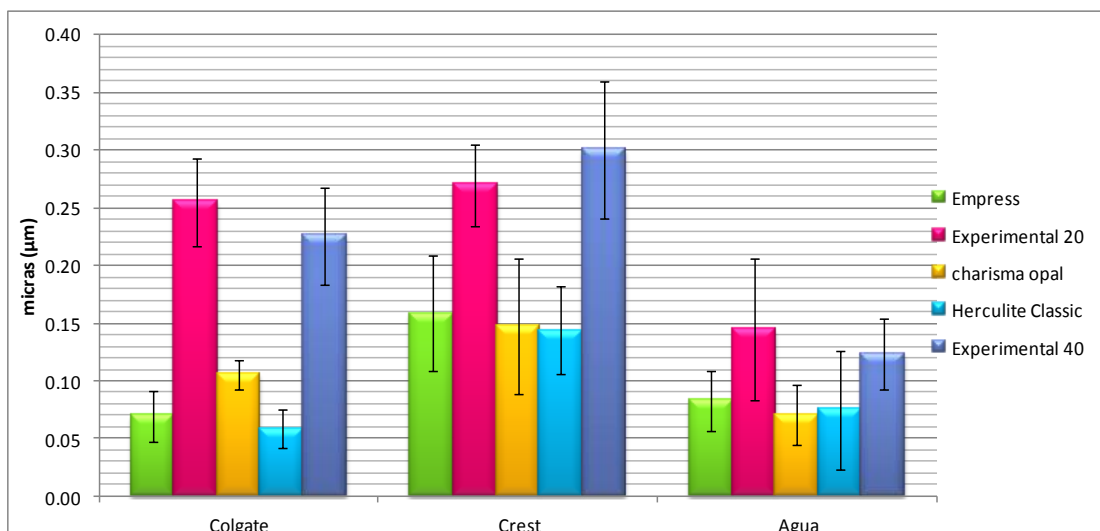
Al igual que en este estudio, da Costa⁵² reportó que el dentífrico Colgate Total fue el que causó menor efecto sobre los composites, provocando el menor cambio tanto en brillo como en textura de superficie.

Otros autores mencionan que al incorporar partículas abrasivas en las soluciones en las que se sumergían los especímenes, las muestras reducían –hasta 7 veces más– su resistencia al desgaste. Giner⁴⁴ evaluó 4 dentífricos, y se señaló que además de los tipos de abrasivos, el tamaño y la forma de la partícula son un factor importante en el proceso de abrasión, esta variable puede ser controlada por el fabricante ya que a mayor masa e irregularidad del abrasivo, mayor abrasión.

Las diferencias estadísticamente significativas se presentaron únicamente bajo el tratamiento de Colgate, donde las tres resinas comerciales presentaron un comportamiento similar entre ellas pero, al compararlas con

las experimentales hubo diferencias significativas (Experimental 20 vs Empress ($p=0.000$); vs Charisma Opal ($p=0.005$); vs Herculite Classic ($p=0.000$)) (Experimental 40 vs Empress ($p=0.003$), vs Charisma Opal ($p=0.034$); vs Herculite Classic ($p=0.001$)).

Bajo el efecto de Crest se presentó el mayor desgaste, y no existen diferencias significativas entre las resinas, bajo el efecto del agua ocurrió lo mismo aunque con menor magnitud de desgaste.



Grafica 1: Resultados agrupados por tipo de tratamiento

En general, el proceso de desgaste se relaciona con el fracaso de la cohesión de los componentes fundamentales de las resinas compuestas de uso odontológico (relleno, matriz, agente acoplador).

Para explicar el comportamiento de las resinas experimentales de este estudio donde se tuvo control sobre todos los aspectos en los cuales, la matriz de BisGMA TEGMA, su relleno de sílice silanizado y finalmente el agente acoplador, se predice su menor resistencia al desgaste dado al tamaño ($45\mu\text{m}$) y a la cantidad (63-66%) de la partícula de relleno y un agente acoplador.

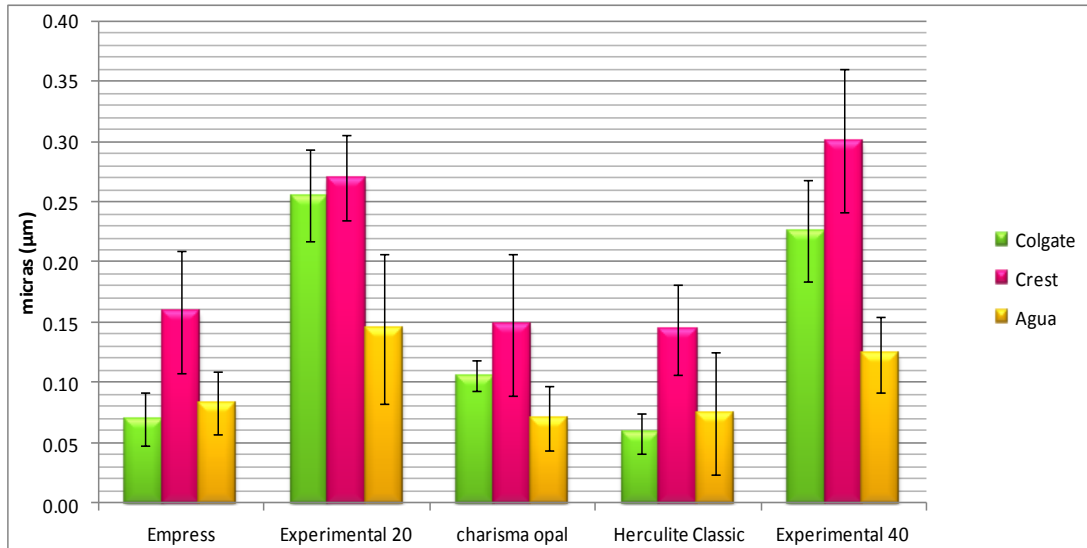
El volumen del contenido de relleno inorgánico tiene un papel muy importante, Johnsen y cols (2011)¹⁷ reportaron que el aumento en el volumen del contenido de relleno aumenta la resistencia al desgaste. Sin embargo, esto se consigue únicamente si el enlace de unión entre la matriz orgánica y el material de relleno es fuerte. En esta evaluación, el comportamiento de las resinas comerciales fue de mayor resistencia al desgaste ya que presentan un tamaño de partícula de relleno menor, pero en mayor porcentaje en comparación a las experimentales.

Las resinas compuestas con diferentes composiciones tienen distintos mecanismos de desgaste que se ven influenciados principalmente por los sistemas de relleno. En esfuerzo por eliminar estos problemas con la rugosidad de superficie, nuevos materiales han sido creados, combinando composites ya conocidos y la nanotecnología.

Bajo esta metodología, se observó que las resinas que presentaron mayor magnitud de desgaste fueron las experimentales, esto puede explicarse por la etapa de desarrollo en la que se encuentran, donde su composición es similar a las resinas originales, donde la partícula inorgánica es de gran tamaño (45 μm) y por esto presentan mayor desgaste, con esto se soporta que las formulaciones actuales de nanorelleno e híbridas han reducido este efecto como se reporta en los resultados.

Los composites no son estables después de la polimerización y están en constante interacción con el ambiente. La interacción principal ocurre con el agua la cual se difunde en la matriz causando dos fenómenos: en unos composites el agua va a filtrarse y saldrá junto con monómeros libres e iones. La pérdida de estos componentes favorece el encogimiento y la pérdida de peso del material. De manera contraria, la absorción de agua encamina al aumento del volumen del material y al aumento de peso. Mientras mayor sea el volumen de relleno inorgánico, la cantidad de agua absorbida por la matriz

será menor. Una partícula de relleno más pequeña, resulta en menor espacio entre partículas y mayor protección a la matriz resinosa, por consiguiente, menor pérdida o arrancamiento de partículas de relleno, lo que conlleva a mejorar la resistencia al desgaste de un material.



Grafica 2: Resultados agrupados por tipo de resina

En este estudio, las resinas comerciales presentan un mayor porcentaje de relleno pero de menor tamaño y, tuvieron un comportamiento similar entre ellas bajo el efecto de los tres tratamientos, es decir, presentaron el menor grado de abrasión (menor a $0.2\mu\text{m}$) en comparación a las experimentales. Estos resultados fueron similares a los reportados por da Costa, donde las resinas no presentaron diferencias estadísticamente significativas y su desgaste también fue menor a $0.2\mu\text{m}$, en comparación a este último estudio, los composites y los dentífricos utilizados fueron diferentes aunque los resultados fueron similares.

Willems (1991)²³ reportó que 70 composites disponibles en el mercado en aquel tiempo, presentaron un aumento en la rugosidad de superficie después del cepillado, donde la mayoría mostró un promedio de desgaste de $0.2\mu\text{m}$

y el resto de $0.64 \mu\text{m}$, solo 7 de estos 70 composites continúan en el mercado.

La ADA ha formulado valores de desgaste aceptables para los materiales restauradores. Estos estándares requieren que el desgaste del material no exceda las $150 \mu\text{m}$ dentro de los 3 primeros años, esto es calculando una tasa anual de desgaste de $50 \mu\text{m}$. Con esta información, podemos resaltar que los valores reportados en estas resinas con las pastas valoradas, se encuentran dentro de los límites establecidos por la ADA, ya que su tasa de abrasión fue menor a $50 \mu\text{m}$ en un año.

Pontos Melo (2010)¹⁵ evaluó una resina microhíbrida con diferentes tiempos de curado y las comparó con PMMA y reportó que no presentaron diferencias estadísticamente significativas, a diferencia de nuestro estudio, él utilizó un cepillo mediano con otra magnitud de carga, otro dentífrico y mayor número de ciclos, no obstante los resultados continúan siendo parecidos a los de este estudio.

Estudios similares al nuestro, encontraron que resinas con partículas de relleno pequeñas mantienen mejor el brillo, y presentan menor cambio en la textura de superficie que las de mayor tamaño de partícula.

Esto nos lleva a pensar que las formulaciones actuales de dentífricos, tienden a comportarse de manera menos agresiva con las resinas de nanorelleno e híbridas, lo que no sucede con las experimentales.

Finalmente, este estudio nos lleva a proponer resinas con mayor resistencia, buscando eliminar esta problemática del desgaste que afecta tanto a la estética como a la función; y así mantener la restauración en el diente por más tiempo y en mejor estado.

En cuanto a los resultados por cambio en los aspectos del color serán desglosados a continuación:

En la Tabla 5 se muestran los resultados de los atributos de color de las resinas estudiadas antes y después de los tratamientos con dentífricos y agua. Para el sistema CIE Lab, se observa que las resinas Empress, Experimental 20 y Herculite Classic no presentaron cambio en la luminosidad (L^*) por efecto de los tratamientos. Sin embargo, las resinas Charisma Opal y Experimental 40 presentaron un aumento en el valor de L^* (se oscurecieron) por efecto del cepillado cuando se aplicó el dentífrico Oral B Crest Pro Salud, mientras que para Experimental 40 el valor de L^* disminuyó (el aumento de luminosidad indica que se aclaró).

Para el atributo a^* , para las resinas Experimental 20 y Experimental 40, bajo el efecto del dentífrico Oral B Crest Pro Salud, el valor del atributo disminuyó, lo que muestra cambio hacia tonos verdosos. En el resto de las resinas no se observó efecto antes y después del cepillado.

Para el atributo b^* para la resina Charisma Opal bajo el efecto del dentífrico Colgate Total 12, el valor del atributo aumentó, lo que indica cambio hacia tonos amarillos

Para el atributo h para las resinas Empress y Charisma Opal bajo el efecto del dentífrico Colgate, el valor de h disminuyó, sin embargo, Experimental 20 y Experimental 40 bajo el efecto del dentífrico Oral B Crest Pro Salud, en ambos casos el valor aumentó. Esto se interpreta como un cambio en la tonalidad de las resinas.

Para el sistema Hunter Lab, Para el atributo L se observa que la resina Charisma Opal, bajo el efecto del dentífrico Oral B Crest Pro Salud, aumentó su valor, lo cual indica que se oscurece. Este resultado concuerda con lo arrojado por el sistema CIE Lab.

Se observa que las resinas Empress bajo el efecto de Colgate, Experimental 20 y Experimental 40 bajo el efecto de Oral B Crest Pro Salud, presentaron una disminución en los valores del atributo **a**, lo que indica que las resinas cambiaron a tonos verdosos, resultados similares a los observados en el sistema CIELAB para las resinas Experimental 20 y 40.

Para el atributo **b** se observa que la resina Charisma Opal bajo el efecto tanto del dentífrico Colgate Total 12 como de Oral B Crest Pro Salud, aumentó su valor, lo cual indica cambio a tonos amarillos, así como la resina Experimental 40 bajo el efecto del dentífrico Oral B Crest Pro Salud presentó un aumento de valor en ese atributo, resultados que coinciden con los atributos obtenidos con CIE Lab.

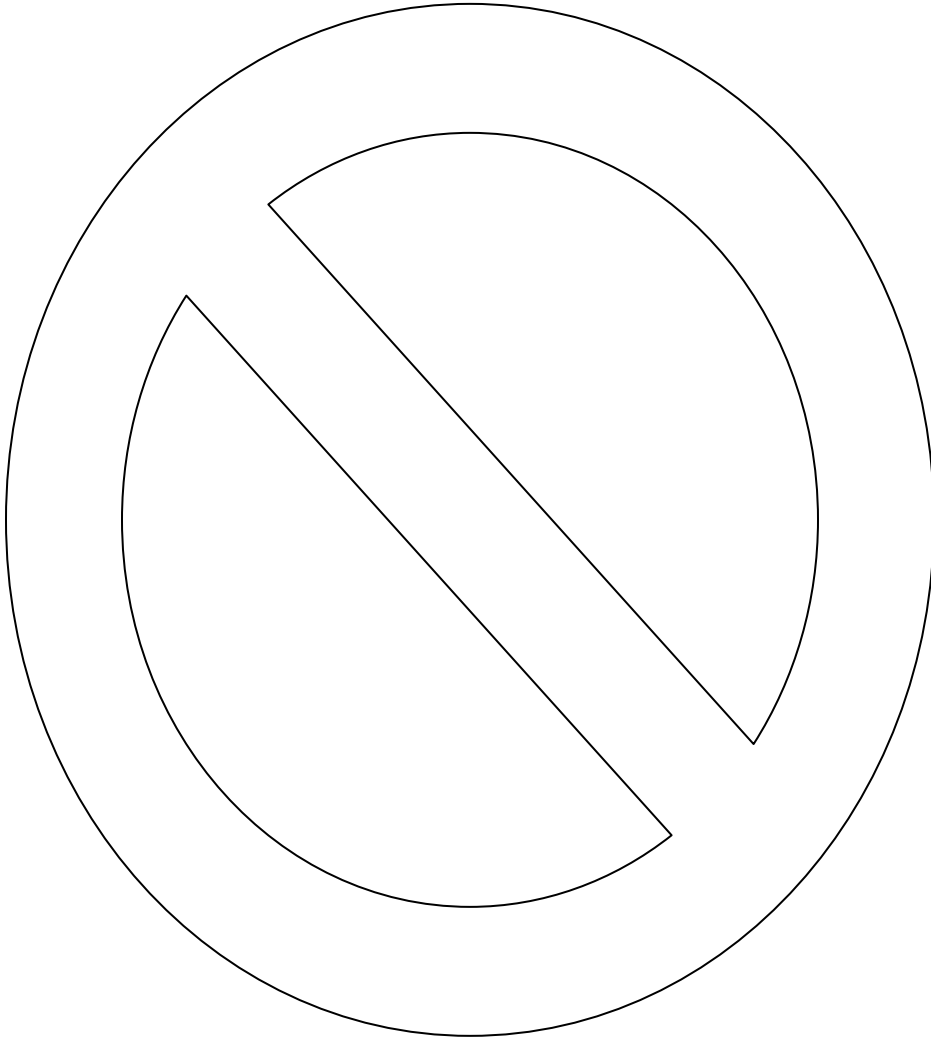


Tabla 5: Comparación del comportamiento de las resinas antes y después de los tratamientos con dentífricos y agua

	Pasta		L*	a*	b*	C	h	HL	Ha	Hb
Empress	Colgate	A	52.03 ± 1.56	-6.60 ± 1.07	-2.08 ± 0.87	7.01 ± 1.22	197.15 ± 5.53 *	44.88 ± 1.55	-5.13 ± 0.73*	-1.62 ± 0.67
		D	52.92 ± 1.33	-7.14 ± 1.88	-1.04 ± 1.36	7.32 ± 0.96	188.02 ± 9.95	45.81 ± 1.31	-5.54 ± 0.62	-0.82 ± 1.06
	Crest	A	53.15 ± 1.32	-6.13 ± 1.17	-1.06 ± 1.23	6.33 ± 1.90	188.46 ± 12.30	46.04 ± 1.33	-4.79 ± 0.87	-4.79 ± 0.95
		D	54.37 ± 1.61	-6.51 ± 1.54	-0.61 ± 1.42	6.70 ± 1.50	183.37 ± 13.90	47.27 ± 1.61	-5.13 ± 1.13	-5.13 ± 1.12
	Agua	A	52.25 ± 1.60	-6.20 ± 1.07	-2.19 ± 1.15	6.62 ± 1.35	198.38 ± 7.10	45.14 ± 1.59	-4.79 ± 0.77	-1.71 ± 0.92
		D	53.16 ± 2.16	-5.87 ± 1.25	-1.63 ± 1.71	6.25 ± 1.48	192.63 ± 15.60	46.07 ± 2.16	-4.57 ± 0.90	-1.27 ± 1.36
Exp 20	Colgate	A	78.55 ± 1.33	1.39 ± 0.23	7.47 ± 1.18	7.60 ± 1.13	79.02 ± 3.60	73.61 ± 1.55	1.29 ± 0.19	6.45 ± 1.01
		D	79.08 ± 0.98	1.24 ± 0.16	7.71 ± 0.93	7.82 ± 1.93	80.80 ± 1.70	74.21 ± 1.15	1.17 ± 0.17	6.67 ± 0.79
	Crest	A	77.39 ± 2.27	1.59 ± 0.42*	7.24 ± 1.51	7.43 ± 1.40	76.84 ± 6.41*	72.26 ± 2.60	1.47 ± 0.38*	6.21 ± 1.30
		D	79.70 ± 2.22	0.82 ± 0.44	7.31 ± 1.00	7.39 ± 0.97	83.36 ± 3.99	74.47 ± 2.59	0.70 ± 0.38	6.35 ± 0.90
	Agua	A	78.35 ± 1.44	1.74 ± 0.47	6.82 ± 1.29	7.08 ± 1.15	75.08 ± 7.17	73.35 ± 1.69	1.60 ± 0.44	5.92 ± 1.10
		D	77.10 ± 1.61	1.71 ± 0.43	6.88 ± 1.27	7.14 ± 1.05	75.23 ± 7.84	71.90 ± 1.88	1.57 ± 0.40	5.92 ± 1.05
Charisma	Colgate	A	59.40 ± 0.63	-1.32 ± 0.31	1.26 ± 1.53*	1.84 ± 0.53	137.18 ± 11.05*	52.41 ± 0.64	-1.08 ± 0.25	1.04 ± 0.40*
		D	60.09 ± 1.21	-1.29 ± 0.34	2.28 ± 1.21	2.65 ± 1.12	124.12 ± 13.39	53.12 ± 1.27	-1.08 ± 0.28	1.83 ± 0.94
	Crest	A	59.01 ± 0.67*	-1.48 ± 0.53	0.31 ± 1.13	1.86 ± 0.54	167.97 ± 35.49	52.00 ± 0.70*	-1.25 ± 0.45	0.25 ± 0.90*
		D	59.94 ± 1.05	-1.74 ± 0.56	1.21 ± 1.30	2.40 ± 0.74	149.90 ± 30.95	52.97 ± 1.08	-1.43 ± 0.48	0.97 ± 1.04
	Agua	A	59.45 ± 1.38	-1.30 ± 0.30	1.14 ± 1.17	1.91 ± 0.85	151.24 ± 33.59	52.46 ± 1.44	-1.09 ± 0.26	0.91 ± 0.94
		D	60.04 ± 1.45	-1.28 ± 0.30	1.93 ± 1.51	2.49 ± 1.28	131.35 ± 22.59	53.07 ± 1.52	-1.06 ± 0.23	1.54 ± 1.20
Herculite CI	Colgate	A	60.95 ± 2.77	8.68 ± 2.31	8.15 ± 2.71	12.20 ± 2.14	43.08 ± 12.71	54.06 ± 2.92	7.50 ± 2.01	6.20 ± 1.79
		D	61.83 ± 2.59	8.19 ± 2.46	8.85 ± 2.99	12.40 ± 2.35	46.94 ± 14.02	54.99 ± 2.73	7.10 ± 2.14	6.73 ± 1.99
	Crest	A	60.30 ± 2.99	8.43 ± 2.94	7.85 ± 2.81	11.88 ± 2.60	43.27 ± 14.83	53.38 ± 3.19	7.25 ± 2.56	5.95 ± 1.91
		D	61.34 ± 3.04	7.99 ± 2.69	8.52 ± 3.03	12.06 ± 2.57	46.77 ± 14.71	54.45 ± 3.22	6.88 ± 2.31	6.47 ± 2.05
	Agua	A	60.08 ± 3.21	7.78 ± 1.94	6.90 ± 3.53	10.87 ± 2.35	76.43 ± 99.74	53.16 ± 3.36	6.64 ± 1.62	5.23 ± 2.52
		D	60.23 ± 2.96	7.36 ± 1.68	6.88 ± 3.82	10.58 ± 2.40	77.21 ± 99.15	53.28 ± 3.09	6.28 ± 1.40	5.23 ± 2.75
Exp 40	Colgate	A	76.66 ± 1.66	1.84 ± 0.99	7.38 ± 1.06	7.66 ± 0.94	75.78 ± 8.20	74.88 ± 1.92	1.74 ± 0.96	6.41 ± 0.93
		D	79.54 ± 1.32	1.58 ± 0.21	7.87 ± 0.71	8.05 ± 0.67	78.56 ± 2.21	74.73 ± 1.54	1.48 ± 0.21	6.82 ± 0.59
	Crest	A	78.97 ± 1.52*	1.45 ± 0.16*	7.11 ± 0.76	7.27 ± 0.77	78.62 ± 1.45*	74.08 ± 1.77*	1.35 ± 0.14*	6.19 ± 0.66*
		D	80.56 ± 0.60	0.82 ± 0.19	7.73 ± 1.55	7.79 ± 0.54	83.94 ± 1.32	75.93 ± 0.69	0.77 ± 0.16	6.75 ± 0.46
	Agua	A	77.95 ± 1.07*	1.57 ± 0.17	6.63 ± 0.99	6.82 ± 0.94	76.54 ± 2.54	72.87 ± 1.24*	1.46 ± 0.17	5.74 ± 0.81
		D	76.50 ± 0.79	1.55 ± 0.45	6.96 ± 0.76	7.17 ± 0.72	77.18 ± 4.10	71.21 ± 0.91	1.44 ± 0.41	5.97 ± 0.64

Los datos son el promedio de 10 réplicas ± la desviación estándar.

El símbolo * indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

Para evaluar si el dentífrico tuvo un efecto en los atributos de color de las resinas evaluadas se compararon las resinas después del cepillado (Tabla 6).

Para el sistema CIE Lab, se observa que para el valor de L^* utilizando el dentífrico Colgate Total 12 se encontró la mayor luminosidad (menor valor de L^*) en la resina Empress se aclaró y la menor luminosidad en la Experimental 40 es decir, se obscureció.

Con el dentífrico Oral B Crest Pro Salud se presentó el mismo comportamiento, mientras que con agua la resina Empress volvió a presentar el menor valor de L^* (se obscureció) y Experimental 20 presentó la menor luminosidad (se obscureció).

Para el valor de a^* , bajo el efecto de los tres tratamientos, se presentó el mismo comportamiento donde Empress presentó el menor valor de a^* (tonos verdosos) y Herculite Classic el mayor valor (tonos rojizos).

Para el atributo b^* , utilizando el dentífrico Colgate Total 12, la resina Empress fue la que presentó el menor valor (tonos azulados) y Herculite Classic fue la que tuvo mayor valor de b^* (tonos amarillos). Tanto para el dentífrico Oral B Crest Pro Salud como para el agua, Empress presentó el menor valor y Experimental 40 el mayor valor de este atributo.

En el atributo C , al presentar una modificación va a indicar que la saturación del color inicial de la resina se vio afectada. Bajo el tratamiento del dentífrico Colgate Total 12, la resina Empress presentó el menor valor y Herculite Classic el mayor. Sin embargo, con el dentífrico Oral B Crest Pro Salud, la resina Charisma Opal fue la que presentó el menor valor de C y Herculite Classic el mayor. Finalmente, con agua, el que menor valor de C presentó, fue la resina Charisma Opal y el mayor fue la resina Experimental 40.

Para el valor **h**, utilizando el dentífrico Colgate Total 12, la resina que presentó el menor valor fue Empress y el mayor valor para **h** fue Experimental 20 lo que indica un cambio en la tonalidad de la muestra. Utilizando el dentífrico Oral B Crest Pro Salud, la resina que presentó el menor valor para **h** fue la Herculite Classic y el mayor fue Empress y utilizando agua, el que presentó el menor valor fue la Experimental 40 y el mayor valor fue Empress.

Bajo la evaluación del sistema Hunter Lab para los tributos **L** y **a**, arrojaron los mismos valores que el sistema CIE LAB. Sin embargo, para el atributo **b** bajo los tres tratamientos, Empress fue la que presentó el menor valor y Experimental 40 fue la que presentó mayor valor. Lo cual bajo el tratamiento de Oral B Crest Pro Salud y Colgate Total 12 coincide con los resultados de CIE $L^*a^*b^*$.

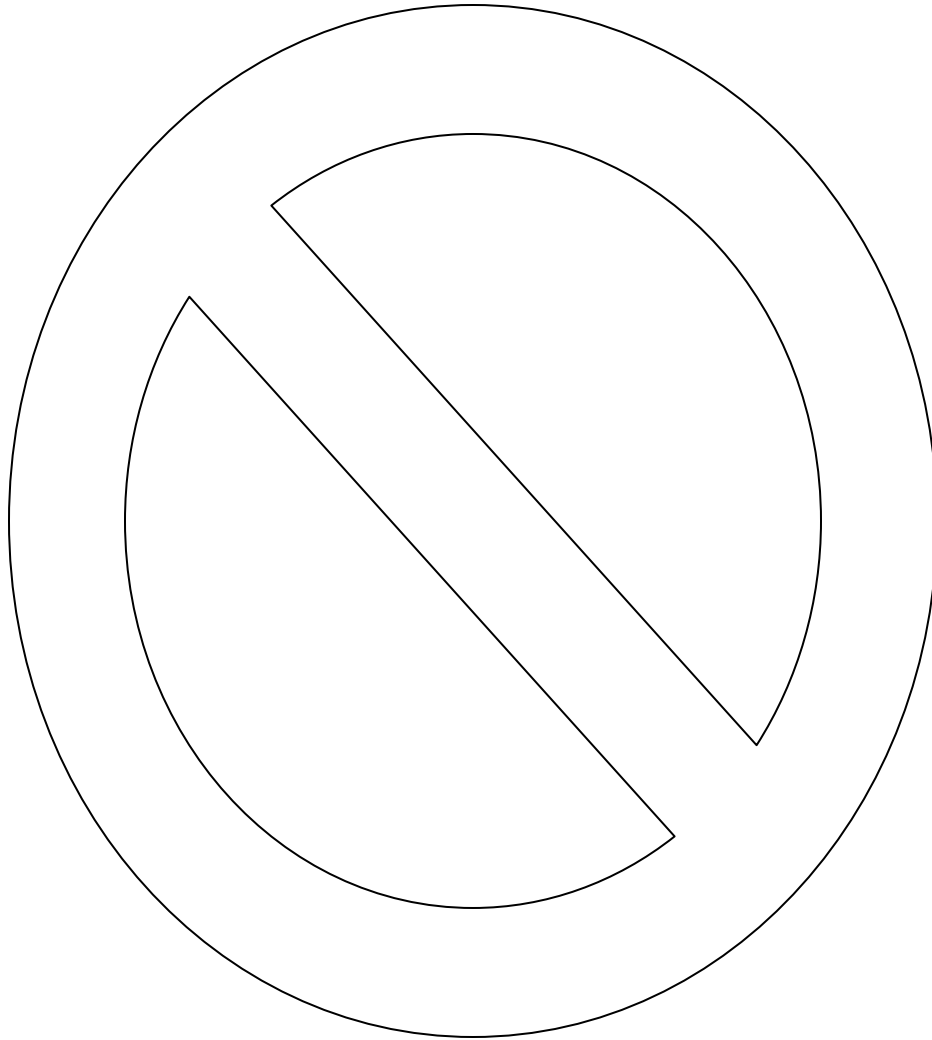


Tabla 6: Comparación del comportamiento de las resinas bajo un mismo tratamiento dentífrico y agua

		L*	a*	b*	C	h	HL	Ha	Hb
Colgate	Empress	52.81 ± 1.34 ^a	-7.20 ± 0.91 ^a	-1.23 ± 1.29 ^a	7.40 ± 0.98 ^a	189.51 ± 9.12 ^a	45.70 ± 1.31 ^a	-5.58 ± 0.64 ^a	-0.97 ± 1.00 ^a
	Exp 20	79.08 ± 0.98 ^c	1.24 ± 0.16 ^c	7.71 ± 0.93 ^c	7.82 ± 0.93 ^b	80.80 ± 1.70 ^c	74.21 ± 1.15 ^d	1.17 ± 0.17 ^c	6.67 ± 0.79 ^c
	Charisma	60.09 ± 1.21 ^b	-1.29 ± 0.34 ^b	2.28 ± 1.21 ^b	2.65 ± 1.12 ^b	124.12 ± 13.36 ^b	53.12 ± 1.27 ^b	-1.08 ± 0.28 ^b	1.83 ± 0.94 ^b
	Herculite CI	61.83 ± 2.59 ^b	8.19 ± 2.46 ^d	8.85 ± 2.99 ^c	12.41 ± 2.35 ^c	46.94 ± 14.02 ^c	54.99 ± 2.73 ^c	7.10 ± 2.14 ^d	6.73 ± 1.99 ^c
	Exp 40	79.54 ± 1.32 ^{cd}	1.58 ± 0.21 ^c	7.87 ± 0.71 ^c	8.05 ± 0.67 ^b	78.56 ± 2.21 ^c	74.75 ± 1.54 ^d	1.48 ± 0.21 ^c	6.82 ± 0.59 ^c
Crest	Empress	54.37 ± 1.61 ^a	-6.51 ± 1.54 ^a	-0.61 ± 1.42 ^a	6.70 ± 1.50 ^b	183.37 ± 13.93 ^d	47.27 ± 1.61 ^a	-5.13 ± 1.13 ^a	-0.49 ± 1.12 ^a
	Exp 20	79.27 ± 2.22 ^c	0.82 ± 0.40 ^c	7.31 ± 1.00 ^c	7.39 ± 0.97 ^b	83.36 ± 3.99 ^b	74.47 ± 2.59 ^c	0.76 ± 0.38 ^c	6.35 ± 0.90 ^c
	Charisma	59.94 ± 1.05 ^b	-1.74 ± 0.56 ^b	1.21 ± 1.50 ^b	2.40 ± 0.75 ^a	49.90 ± 30.95 ^c	52.97 ± 1.08 ^b	-1.46 ± 0.48 ^b	0.97 ± 1.04 ^b
	Herculite CI	61.34 ± 3.04 ^b	7.99 ± 2.69 ^d	8.52 ± 3.03 ^c	12.06 ± 2.50 ^c	46.77 ± 14.71 ^a	54.45 ± 3.22 ^b	6.88 ± 2.31 ^d	6.47 ± 2.05 ^c
	Exp 40	80.56 ± 0.60 ^c	0.82 ± 0.19 ^c	9.73 ± 0.55 ^c	7.79 ± 0.54 ^b	83.94 ± 1.32 ^b	75.93 ± 0.69 ^c	0.77 ± 0.16 ^c	6.74 ± 0.46 ^c
Agua	Empress	53.16 ± 2.16 ^a	-3.50 ± 0.95 ^a	-1.63 ± 1.71 ^a	6.25 ± 1.48 ^b	243.97 ± 15.61 ^c	46.07 ± 2.16 ^a	-4.57 ± 0.90 ^a	-1.27 ± 1.36 ^a
	Exp 20	77.10 ± 1.61 ^c	2.80 ± 2.60 ^c	6.88 ± 1.27 ^c	7.14 ± 1.05 ^b	61.59 ± 7.84 ^a	71.90 ± 1.88 ^c	1.57 ± 0.40 ^c	5.92 ± 1.05 ^c
	Charisma	60.04 ± 1.45 ^b	-0.60 ± 1.70 ^b	1.93 ± 1.51 ^b	2.46 ± 1.28 ^a	510.60 ± 2.59 ^b	53.07 ± 1.52 ^b	-1.06 ± 0.23 ^b	1.54 ± 1.20 ^b
	Herculite CI	60.23 ± 2.96 ^b	9.90 ± 0.01 ^d	6.88 ± 3.82 ^c	10.58 ± 2.40 ^c	9827.33 ± 99.13 ^a	53.28 ± 3.09 ^b	6.28 ± 1.40 ^d	5.23 ± 2.75 ^c
	Exp 40	76.50 ± 0.79 ^c	2.00 ± -1.89 ^c	6.96 ± 0.76 ^c	7.17 ± 0.72 ^b	16.87 ± 4.10 ^a	71.21 ± 0.91 ^c	1.44 ± 0.41 ^c	5.99 ± 0.64 ^c

Los datos son el promedio de 10 réplicas ± la desviación estándar.

Distinta letra ^{a, b, c, d} indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

En la tabla 7 se muestran los resultados de la comparación del comportamiento de cada resina bajo el efecto de los tres tratamientos con dentífricos y agua.

Para el sistema CIE Lab se observa que las resinas Empress y Herculite Classic, siendo evaluadas individualmente pero bajo el efecto de los tres tratamientos, mantuvieron un comportamiento uniforme en todos los atributos del color. Es decir, que el tipo de tratamiento no influyó en el comportamiento de estas resinas.

Para Experimental 20, en el atributo de L^* bajo el efecto del agua presentó la mayor luminosidad (se aclara) y para Colgate Total 12 y Oral B Crest Pro Salud no presentó diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, la resina se oscureció bajo el efecto de los dentífricos y cambiando su tonalidad (atributo h)

En el caso del atributo a^* para esta resina, el menor valor se presentó bajo el efecto de Oral B Crest Pro Salud (tonos verdosos) y el mayor con el agua (tonos rojizos); esto indica un cambio en la coloración hacia tonos verdosos

Con el sistema Hunter Lab, para la misma resina, el atributo L presentó el menor valor para agua y el mayor para Oral B Crest Pro Salud y con el atributo a el menor valor se presentó con Oral B Crest Pro Salud y el mayor con agua, lo cual coincide con el sistema CIE LAB.

Para la resina Charisma Opal, sólo se vio afectado el atributo a^* en ambos sistemas, en donde agua presentó el menor valor y Oral B Crest Pro Salud el mayor. Es decir, la resina cambió a una coloración rojiza con el dentífrico.

Para Experimental 40, bajo el sistema CIE Lab, la luminosidad (L^*) presentó su menor valor bajo el efecto del agua y el mayor con Oral B Crest Pro Salud, es decir, este último tratamiento oscureció la resina.

En el caso del atributo **a*** para esta resina, el menor valor lo presentó bajo el efecto de Oral B Crest Pro Salud y el mayor con Colgate Total 12, es decir, se presentó el cambio de coloración y con el atributo **b*** el menor valor lo presentó el agua y el mayor Colgate Total 12, presentando un cambio de coloración. Este mismo comportamiento se presentó para el sistema Hunter Lab. Para el atributo **C** del sistema CIE Lab bajo el tratamiento con agua presentó el menor valor y con Colgate Total 12 el mayor y para el atributo **h** el menor valor se presentó con agua y el mayor con Oral B Crest Pro Salud. En este último, el agua y Colgate Total 12 se comportan de manera similar.

La presencia de microfracturas en la matriz de la resina por los fenómenos de expansión y encogimiento, así como, los espacios de interfase entre el relleno y la matriz permiten la penetración del colorante y por consiguiente la coloración de la restauración. Cuando hay bajo cambio de color, está generalmente asociado a una baja tasa de absorción de agua, a resinas hidrofóbicas o con poco contenido orgánico.

Dimetacrilatos tradicionales forman cadenas cruzadas con metacrilatos que sirven como plastificantes, esta unión hace que exista una estructura de polímero abierto que hace que se facilite la absorción del colorante, además entre mayor sea la concentración de colorante más fácilmente entra por los poros del relleno.⁵³

En cuanto al terminado de la superficie, se pulió con papel de carburo de grano 1500 y 2000. Una superficie sin pulir facilita el acúmulo de placa y adhesión bacteriana a la resina, llevando a la decoloración de la resina

La superficie resultante con la cinta mylar, da una capa superficie de menor dureza, comparada con otros tipos de terminado por lo tanto, se utilizó lija para prevenir desgaste y decoloración de la superficie.²⁴ Para lograr una tersura y brillo adecuados, el pulido debe realizarse con partículas menores a 9 μm , en este estudio se utilizó lija del 1500 (grano de 10 μm) y 2000 (grano

de 7.5 μm). Una superficie rugosa aumenta la reflexión de la luz llevando a una opacidad mayor, por lo que, a menor número de grano, mayor valor de opacidad.

Pocos estudios reportan los efectos en dureza de superficie y/o brillo en los parámetros de color $L^*a^*b^*$ en resinas.²⁴

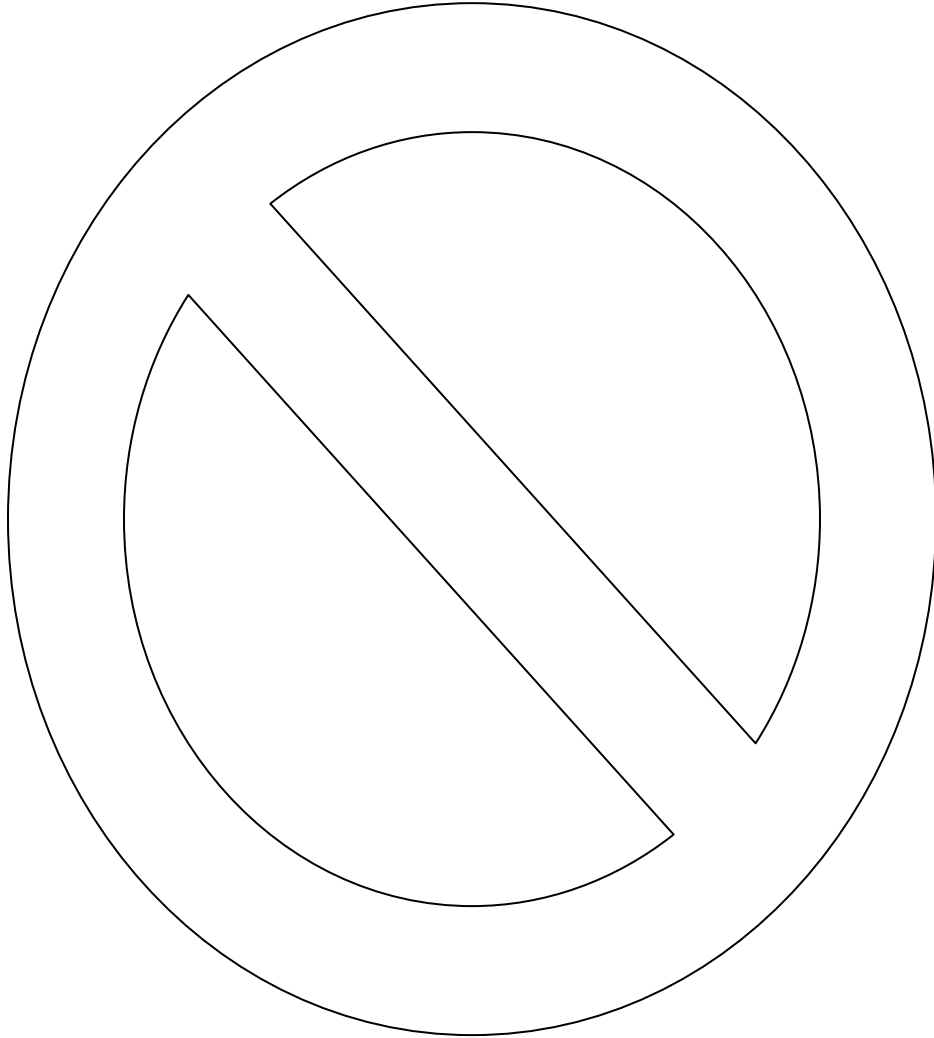


Tabla 7: Comparación del comportamiento de cada resina bajo los tres tratamientos dentífricos y agua

	L*	a*	b*	C	h	Ha	Hb	HL	
Empress	Agua	53.16 ± 2.16	-5.87 ± 1.25	-1.63 ± 1.71	6.25 ± 1.48	192.63 ± 15.61	-4.57 ± 0.90	-1.27 ± 1.36	46.07 ± 2.16
	Colgate	52.81 ± 1.35	-7.20 ± 0.91	-1.23 ± 1.29	7.40 ± 0.98	189.51 ± 9.12	-5.58 ± 0.64	-0.97 ± 1.00	45.70 ± 1.31
	Crest	54.37 ± 1.61	-6.51 ± 1.54	-0.61 ± 1.47	6.70 ± 1.50	183.37 ± 13.97	-5.13 ± 1.13	0.49 ± 1.12	47.27 ± 1.61
Exp 20	Agua	77.10 ± 1.61 ^a	1.71 ± 0.43 ^c	6.88 ± 1.27	7.14 ± 1.05	75.23 ± 7.84 ^a	1.57 ± 0.40 ^c	5.92 ± 1.05	71.90 ± 1.88 ^c
	Colgate	79.08 ± 0.98 ^b	1.24 ± 0.16 ^b	7.71 ± 0.93	7.82 ± 0.93	80.80 ± 1.70 ^b	1.17 ± 0.17 ^b	6.67 ± 0.79	74.21 ± 1.15 ^b
	Crest	79.29 ± 2.22 ^b	0.82 ± 0.40 ^a	7.31 ± 1.00	7.39 ± 0.97	83.36 ± 3.99 ^b	0.76 ± 0.38 ^a	6.35 ± 0.38	74.47 ± 2.59 ^a
Charisma	Agua	60.04 ± 1.45	-1.28 ± 0.30 ^b	1.93 ± 1.51	2.46 ± 1.28	131.34 ± 22.59	-1.06 ± 0.23 ^b	1.54 ± 1.20	53.07 ± 1.52
	Colgate	60.09 ± 1.21	-1.29 ± 0.34 ^b	2.28 ± 1.21	2.65 ± 1.12	124.12 ± 13.36	-1.08 ± 0.28 ^b	1.83 ± 0.94	53.12 ± 1.27
	Crest	59.94 ± 1.05	-1.74 ± 0.56 ^a	1.21 ± 1.30	2.40 ± 0.75	149.90 ± 30.95	-1.43 ± 0.48 ^a	0.97 ± 1.04	53.97 ± 1.08
Herculite CI	Agua	60.23 ± 2.96	7.36 ± 1.68	6.88 ± 3.82	10.58 ± 2.40	77.21 ± 99.13	6.28 ± 1.40	5.23 ± 2.75	53.28 ± 3.09
	Colgate	61.83 ± 2.59	8.19 ± 2.46	8.85 ± 2.99	12.41 ± 2.35	46.94 ± 14.02	7.10 ± 2.14	6.73 ± 1.99	54.99 ± 2.73
	Crest	61.64 ± 3.04	7.99 ± 2.69	8.52 ± 3.03	12.06 ± 2.57	46.77 ± 14.71	6.88 ± 2.30	6.47 ± 2.05	54.45 ± 3.22
Exp 40	Agua	76.50 ± 0.79 ^a	1.55 ± 0.45 ^b	6.96 ± 0.76 ^a	7.17 ± 0.72 ^a	77.18 ± 4.10 ^a	1.44 ± 0.41 ^b	5.97 ± 0.64 ^a	71.21 ± 0.91 ^a
	Colgate	79.54 ± 1.32 ^b	1.58 ± 0.21 ^b	7.87 ± 0.71 ^b	8.05 ± 0.67 ^b	78.56 ± 2.21 ^a	1.48 ± 0.21 ^b	6.82 ± 0.59 ^b	74.73 ± 1.54 ^b
	Crest	80.54 ± 0.60 ^c	0.82 ± 0.19 ^a	7.73 ± 0.55 ^b	7.79 ± 0.54 ^b	83.94 ± 1.32 ^b	0.77 ± 0.16 ^a	6.74 ± 0.46 ^b	75.93 ± 0.69 ^c

Los datos son el promedio de 10 replicas ± la desviación estándar.
Distinta letra ^{a, b, c, d} indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

10. CONCLUSIONES

Bajo la metodología en la que se llevó a cabo este estudio:

1. Las resinas valoradas presentaron desgaste por el cepillado, siendo mayor el desgaste bajo el efecto de los dentífricos en comparación del agua. Se observó que la abrasión es mayor con el dentífrico Oral B Crest Pro salud, y que la resina que sufrió mayor magnitud de desgaste fue la experimental 20 (macrorelleno).
2. La resina Empress Direct, nanohíbrida, presentó menor desgaste al cepillado con la pasta Colgate que con agua o con la pasta Crest y aumentó el valor de L^* después del cepillado.
3. La resina Herculite Classic, microhíbrida, presentó el menor desgaste de las 5 resinas bajo los tres tratamientos y dentro de estos, el menor valor con Colgate; y esta resina no presentó cambios en los atributos de color después del cepillado.
4. La resina Charisma Opal, nanorelleno, presentó menor desgaste al cepillado con agua y mayor con la pasta Crest, y alcanzó la menor luminosidad con la pasta Colgate.
5. La resina experimental, microrelleno, polimerizada por 40 segundos, presentó el mayor desgaste al cepillado con la pasta Crest que todas las otras resinas y aumentó su valor de L^* , obscureciéndose.
6. La resina experimental, microrelleno, polimerizada por 20 segundos, presentó en general el mayor desgaste con cualquiera de los tratamientos, siendo estadísticamente significativo el cambio con la pasta Colgate; y presentó la menor luminosidad al obscurecerse en mayor magnitud con la pasta Crest.
7. Se propone continuar esta línea de investigación con diferentes cepillos dentales, con otro tipo de dureza y posición de cerdas, así como distinta carga y dentífricos de diferente composición.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Cova J, Biomateriales Dentales, 2° Ed. México: Amolca, 2010
2. Macchi L.R., Materiales Dentales, 4° Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2009:
3. Nocchi, Odolntologia Restauradora Y Estética 2° Edición, Argentina: Medica Panamericana, 2008.
4. Morel G.A, Hernández A.M, Paulino M.M, Defectos Clínicos Más Frecuentes En Resinas Compuestas Fotopolimerizables Clase I En El Sector Posterior En Pacientes De 15 A 30 Años. Clínicas Estomatológicas Pucmm Y Hrujmcb. Periodo Enero-Marzo 2011, Santiago De Los Caballeros, República Dominicana, Junio 2011.
5. Rodríguez G, Pereira S. Evolución Y Tendencias Actuales En Resinas Compuestas, Acta Odontológica Venezolana, 2008; 46 (3).
6. Anusavice, K. Phillips, Ciencia De Los Materiales Dentales, 11° Ed. España: Elsevier, 2008.
7. Paseando por la historia disponible en: <http://paseandohistoria.blogspot.mx/2011/03/el-cepillo-de-dientes.htm>
8. El siglo de torreón disponible en: <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/393956.html>
9. http://www.salvadorinsignares.com/programaonline/programarehabilitacion/operatoria/polimeros/resinas_compuestas.htm.
10. Mejía K, Mena D, Opacidad Y Translucidez De Diferentes Resinas De Acuerdo A Su Tamaño De Partícula Y Aplicación Clínica, Universidad Nacional De Colombia, Facultad De Odontología, Posgrado De Rehabilitación Oral, Octubre 2011
11. Barceló F, Palma J, Materiales Dentales: Conocimientos Básicos Aplicados, 3° Ed, México: Edit. Trillas, 2010
12. Perfil Técnico De Filtek Supreme Xt Restaurador Universal (3m Espe)
13. Maia S, Tachibana T, Abrasion Resistance Of Different Resin Composites, J Health Sci Inst 2010; 29 (2): 85-88.
14. Van Noort R, Introduction To Dental Materials, 3° Ed. China: Mosby Elsevier, 2009

15. Pontos Melo J.C, Antunes C, Mondelli J, Evaluación Del Desgaste Por Cepillado In Vitro De Una Resina Compuesta Fotopolimerizada Por Lámpara Halógena En Dos Tiempos Diferentes, Acta Odontológica Venezolana, 2010; 48, (4)
16. Powers J.M & Sakaguchi R. L Craig S, Restorative Dental Material, 12° Ed. EEUU: Mosby Elsevier, 2006: (79-86).
17. Hahnel S, Behr M, Handel G, Rosentritt H, Two Body Wear Artificial Acrylic And Composite Resin Teeth In Relation To Antagonist Material, J Prosthet Dent 2009: 101 (4): 269-278.
18. Ghazal, Kern, Wear Of Human Enamel And Nano Filled Composite Resin Denture Teeth Under Different Loading Forces, J Oral Rehabil 2009: 36 (58-64).
19. Peyron M.A, Blanc O, Lund A.P, Woda A, Influence Of Age On Adaptability Of Human Mastication, J Neurophysiol 2004: 92: 773-779.
20. Ghazal, Hedderich, Kern, Wear Of Feldespatic Ceramic, Nano Filled Composite Resin And Acrylic Resin Artificial Teeth When Posed To Different Antagonist, Eur J Oral Sci 2008, 116: 585-592
21. Mandikos, Mcgivney, Davis, A Comparison Of Wear Resistance And Hardeness Of Indirect Composite Resins, The Journal Of Prosthetic Dentistry 2001, 85 (4): 386-95.
22. Heintze Sd, To Qualify And Validate Wear Simulation Devices And Methods, Dental Materials 2006, 22: 712-34.
23. Heintze Sd, Forjanic M, Surface Roughness Of Different Dental Materials Before And After Simulates Toothbrushing In Vitro, Operative Dentistry 2005, 30 (5): 617- 626.
24. O'Brien W.J, Johnston W.M, The Surface Roughness And Gloss Of Composites, J Dent Res 1984, 63 (5) 685-88.
25. Hosoya Y, Shiraishi T, Color Of Resin Composites In Different Color Modes And Geometries, Journal Of Oral Science, 2009; 51 (1): 123-130.
26. Hosoya, Shiraishi, Odatsu, Nagafuji, Kotabu, Miyazaki, Powers, Effects Of Polishing On Surface Roughness, Gloss And Color Of Resin Composites, Journal Of Oral Science. 2011; 53 (3): 283-291.

27. Higashi C, Mongruel Gomes G, Color Y Características Ópticas Para Restauraciones Estéticas De Dientes Anteriores, Acta Odontológica Venezolana, 2011; 49 (4).
28. Azzopardi N, Moharamzade K, Wood D J, Martin N, van Noort, Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composites resins. Journal of Dental Materials, vol. 25, 2009
29. Sampath S, Ramachandra, Effects of glass fibers on light transmittance and color fiber-reinforced composite, journal of dental materials, vol. 26, 2006
30. Steenbecker O, Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Edit. Universidad valparaio, chile, capitulo VII p. 207-273.
31. Hunter Lab e Izasa 2001, Disponible en: <http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>
32. The world's true measure of color, Hunter Lab, 2008 Hunter Associates Laboratory, Inc, Application Note CIE L*a*b* Scale. Disponible en: http://www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf
33. The world's true measure of color, Hunter Lab, 2008 Hunter Associates Laboratory, Inc, Application Note Insight on color Hunter Lab versus CIE L*a*b. Diponible en: http://www.hunterlab.com/appnotes/an02_01.pdf
34. Metas y Meteorólogos asociados 2009, La guía metas, Disponible en : <http://www.metas.com.mx/guiametras/la-guia-metas-09-07-medicion-de-color.pdf>
35. Herazo Acuña B, Clínica Del Sano En Odontología, 1° Ed. Ecoe Ediciones, Colombia 2003.
36. Eroski Consumer 2004, Cepillos de dientes de dureza media, El más barato es uno de los dos mejores, Disponible en: <http://revista.consumer.es/web/es/20040101/actualidad/analisis2/>
37. Planeta Pro Dental. Disponible en: http://www.planetaprodental.com/notciaspp/%c3%a1lisis_comparativo_35_modelos_cepillos_dentales
38. Cárdenas Jaramillo D, Fundamentos De Odontología: Odontología Pediátrica, 3° Ed. Colombia, Corporación Para Investigaciones Biológicas, 2003.

39. Lewis R, Rs-Dwyer Joyce, Pickles Mj. La Interacción Entre Los Cepillos De Dientes Y Pasta Dental Partículas Abrasivas En La Limpieza De Los Dientes Simulado. *Desgaste*. 2004; 257 (3-4) :368-376.
40. Drisko C, R Henderson, J. Yancy Una Revisión Actual De Cerdas De Cepillo De Dientes Redondeo Estudios-Endo. *Compendio Contin Educ Dent*. 1995; 16 (7): 694-698.
41. Grabenstetter Rj Broge Rw, Fl Jackson, Radike Aw. La Medida De La Abrasión De Los Dientes Humanos Por Abrasivos Dentífrico: Una Prueba De La Utilización De Los Dientes Radiactivos. *J Dent Res*. 1958; 37 (6) :1060-1068.
42. Carpenter, Pickles Mj Tanner C, Et Al. Un Modelo Para Estudiar In Situ La Abrasión Del Esmalte De Pasta De Dientes. *Periodontol J Clin* 2004; 31 (6): 434-438.
43. Wiegand A, M Schwerzmann, Sener B, Et Al. Impacto De La Mezcla Abrasividad Pasta De Dientes Y La Rigidez Del Filamento Del Cepillo De Dientes En La Abrasión Del Esmalte Erosionado – Un Estudio In Vitro. *Acta Odontol Scand*. 2008; 66 (4):231-235.
44. Db Harte, Rs Manly. Efecto De Las Variables Del Cepillo De Dientes En El Desgaste De La Dentina Producida Por Cuatro Abrasivos. *Dent Res J*. 1975; 54 (5):993-998.
45. Heurich, Beyer, Jandt, Reichert, Quantification Of Dental Erotion, A Comparison Of Stylus Profilometry And Confocal Laser Scannig Microscopy (Clsm)2010: 26 (4): 326-336
46. MSDS IPS Empress Direct
47. Charisma Opal Instructions For Use
48. MSDS Kerr Herculite XRV
49. Colgate centro de información de cuidado bucal y dental 2012, Disponible en:
http://www.colgate.com.mx/app/colgatetotal/mx/products.cwsp#product_cleanmintpaste.
50. Oral B 2012 Diponible en:
http://www.oralb.com.mx/mexico/products/pasta_oral_b_crest_pro_salud_oral_b_complete/

51. Oral B 2012 Disponible en: http://www.oralb.com.mx/mexico/products/oral-b_clasico/
52. da Costa J, The Effect Of Various Dentifrices On Surface Roughness And Gloss Of Resin Composites, Jdent 2010: 10.1016
53. Ortega R, Estudio Comparativo In Vitro De La Resistencia Al Desgaste De 3 Resinas Compuestas De Nanotecnología Y 3 Resinas Compuestas Convencionales, Tesis Licenciatura, Universidad De Chile, Facultad De Odontología, Departamento De Odontologia Restauradora, Chile 2005
54. Borges A, Costa A, Saavedra G, Komori P, Borges A, Rode S, Color Stability Of Composites: Effect Of Inmersion Media, Acta Odontológica Latinoamericana: Aol, Sao Paulo, Brazil, 01/2011; 24(2):193-9

11.1 Imágenes

1. ODOL en El Mundo Ilustrado , Año XIV Tomo I, 20 de enero de 1907 , no. 3
2. ED PINAUD y DENTACURA en El Mundo Ilustrado, Año XIV Tomo I, 1 de enero de 1907, no. 1
3. http://www.salvadorinsignares.com/programaonline/programarehabilitacion/operatoria/polimeros/resinas_compuestas.htm
4. http://www.salvadorinsignares.com/programaonline/programarehabilitacion/operatoria/polimeros/resinas_compuestas.htm
5. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp
6. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=en&nrm=iso&ignore=.html
7. http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV
8. <http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>
9. http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com/_oHBQAnuL_w/S9UnTWrt33I/AAAAAAAAABQ/exz3GLZThqM/s320/cielab.gif&imgrefurl=http://bhetta.blogspot.com/2012/05/carta-colores-ral-pararesinasy.html&h=240&w=230&sz=7&tbnid=46ymZHtAEvAteM:&tbnh=90&tbnw=86&prev=/search%3Fq%3Dcielab%26tm%3Disch%26tbo%3Du&zoo m=1&q=cielab&usg=__Dq0KbkXMG98bCHVirpa0CDdw1kw=&docid=3r6DW4J9CI3WFM&hl=es&sa=X&ei=GxVBUeLdlqLE2wXUr4DACQ&ved=0CEcQ9QEwBQ&dur=170
10. <http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>
11. http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.ecured.cu/images/2/25/PORTADAjpg.jpg&imgrefurl=http://www.ecured.cu/index.php/Cepillo_dental&h=180&w=180&sz=28&tbnid=Fe8Au6AmL3mbCM:&tbnh=84&tbnw=84&prev=/search%3Fq%3Dcepillos%2Bdentales%26tm%3Disch%26tbo%3Du&zoo m=1&q=cepillos+dentales&usg=__hwyVm5Ub0EygKexplouJ2_tKRg=&docid=j3FGIVP_NoStnM&hl=es&sa=X&ei=XBZBUdXeG6Pg2gXY1YGwDg&ved=0CEEQ9QEwAg&dur=129
12. <http://odontologiacanuelas.blogspot.mx/>
13. Muestras a ser evaluadas

14. http://Www.Oralb.Com.Mx/Mexico/Products/Oral-B_Clasico/

15. -34 Fuente directa.