



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN IN VITRO DEL CAMBIO DE COLOR DE
UNA RESINA NANOHÍBRIDA CON INDICACIÓN PARA
SECTOR ANTERIOR, EXPUESTA A INMERSIÓN EN
CUATRO SOLUCIONES PIGMENTANTES.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

VALERIA GUADALUPE MEJÍA BALDERAS

TUTOR: Dr. GABRIEL SÁEZ ESPÍNOLA

ASESORA: Mtra. ARCELIA FELÍCITAS MELÉNDEZ OCAMPO



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.

Agradecimientos

Agradezco cada día a la vida y a *Dios*, por permitirme tener esta vida tan hermosa, y brindarme la oportunidad de vivir bendecida y agradecida al lado de mis padres, *Maribel y Juan*, unos padres ejemplares, a los que debo mi completo agradecimiento porque por ustedes y todo el amor con el que he crecido en esta familia, simplemente mi vida ha sido mejor de lo que he imaginado y vivo fortalecida de valores, sueños y metas, me han brindado todas la herramientas para llegar hasta donde he llegado y continuar sin duda alguna, creciendo y construyendo un camino de éxito. Además son una inspiración para mí, para llegar lejos y para enorgullecerlos con mis acciones. Vivo y viviré simple agradecida por lo que han hecho por mí y por tenerlos conmigo, lo amaré siempre.

A mi hermano *Alan Uriel*, porque sin ti, mi vida no sería la misma, tú me has inspirado a ser una hermana ejemplar, para estar para ti cuando lo necesites, para toda la vida y ante todo, que lo que soy, te brinde un apoyo siempre, para crecer y continuar alcanzando todo lo que has logrado hasta ahora. Siempre estaré para cuidarte y protegerte, te adoro hermano.

Quiero agradecer a esos amigos que no han hablado mi idioma, pero sin duda he entendido y han estado siempre conmigo.

Amigas de la vida, Belén, Arely y Aline, no cabe duda que sin ustedes, alcanzar mis metas no sería igual, han estado siempre y como lo hemos dicho, así será por siempre, su apoyo ha sido imprescindible en mi avance académico, son un apoyo emocional extraordinario que no cambiaría. Además, a mis amigos de reciente aparición, que me ha dejado mi facultad, un agradecimiento especial, porque sin un abrazo o palabra de aliento de ustedes, esto no sabría igual.

Le debo un agradecimiento significativo a la **Universidad Nacional Autónoma de México**, mi universidad, y de la que me siento orgullosa de pertenecer, gracias por darme tantas emociones, inspiración y otorgarme el regalo más bonito, el conocimiento, además, gracias por darme los medios para tener un futuro en mis manos y darme la oportunidad de forjar mi profesión en la **Facultad de Odontología** que me ha dado los conocimientos, me ha formado y me ha brindado las herramientas para nunca fallar a mi profesión y siempre tener en alto la ética, el conocimiento y el valor como cirujana dentista.

A el Dr. Gabriel por apoyarme en este proyecto tan importante para mí, y por lograr que fuera posible, me llevo muchas enseñanzas, aprendizajes y nuevas experiencias. A la Mtra. Arcelia, gracias por sus consejos y apoyarme en la culminación de mi trabajo.

ÍNDICE

página

Agradecimientos.....	i
Contenido.....	iv
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
2.1. Evolución histórica de las resinas compuestas.....	4
2.1.1. Silicatos.....	4
2.1.2. Resinas acrílicas.....	4
2.1.3. Resinas compuestas.....	5
2.2. Clasificación de las resinas compuestas por tipo de polimerización...11	
2.2.1. Definición.....	11
2.2.2. Activación química.....	11
2.2.3. Activación por luz.....	11
2.2.4. Activación doble.....	12
2.3. Clasificación en función del tamaño de las partículas de relleno.....12	
2.3.1. Resinas compuestas con macrorrelleno.....	12
2.3.2. Resinas compuestas con partícula pequeña.....	14
2.3.3. Resinas compuestas con microrelleno.....	15
2.3.4. Resinas compuestas con relleno híbrido.....	16
2.3.5. Resinas compuestas con relleno nanohíbrido.....	17
2.3.6. Resinas compuestas con nanorelleno.....	18
2.3.7. Resinas compuestas fluidas.....	19
2.3.8. Resinas compuestas condensables.....	19
2.4. Propiedades físicas de las resinas compuestas.....	20
2.4.1. Biocompatibilidad.....	20
2.4.2. Resistencia al desgaste.....	21
2.4.3. Textura superficial.....	22
2.4.4. Contracción por polimerización.....	22
2.4.5. Conductividad térmica.....	23
2.4.6. Coeficiente de expansión térmica.....	23
2.4.7. Módulo elástico.....	23
2.4.8. Sorción acuosa y solubilidad.....	23
2.4.9. Filtración marginal.....	24
2.4.10. Radiopacidad.....	24
2.4.11. Estabilidad de color.....	25
2.5. Nanotecnología.....	25

2.6. Modelo de coordenadas CIE L* a* b*	28
2.7. Espectrofotómetro de reflectancia	29
2.8. Resina compuesta utilizada para el estudio	29
3. Planteamiento del problema	30
4. Justificación	31
5. Hipótesis	32
6. Objetivos	33
6.1. Objetivo general	33
6.2. Objetivos específicos	33
7. Metodología	34
7.1. Material y método	34
7.2. Soluciones pigmentantes utilizadas para el estudio	35
7.3. Aparato de Tuccillo	41
7.4. Tipo de estudio	42
7.5. Población de estudio y muestra	42
7.6. Criterios de inclusión	42
7.7. Criterios de exclusión	42
7.8. Variables de estudio	43
7.8.1. Variable dependiente	43
7.8.2. Variable independiente	43
7.9. Procedimiento	44
8. Resultados	61
8.1. Análisis de datos obtenidos	61
8.2. Procesamiento y análisis de datos	64
8.3. Resultados finales	66
9. Discusión	67
10. Conclusiones	69
11. Referencias	71
12. Anexo	78

1. Introducción

En la actualidad y dentro del ejercicio odontológico, los requerimientos de la rehabilitación y restauración dental, están presentes. Aunado a esto, la creciente demanda de estética dental por parte de los pacientes y que combine efectividad en el tratamiento por medio de resistencia y durabilidad de los materiales de restauración, son características y alternativas imprescindibles.

Las resinas compuestas, desde su aparición en los años sesenta, cuando el doctor Bowen, desarrolló una molécula orgánica llamada BIS fenol A Glicidil Metacrilato (BIS-GMA) y que al agregar partículas inorgánicas, obtuvo un material de restauración, que contaba con notable reducción en el cambio dimensional y aumento de la resistencia, esto conllevó, a un material de restauración ideal, que además contó con propiedades estéticas, sobre todo para los requerimientos en sector anterior: las resinas compuestas. Con el transcurso de los años y con múltiples variaciones en su formulación, han sufrido cambios, esto con la finalidad de proveer materiales restaurativos con mejores propiedades, en todos los ámbitos y principalmente encaminadas a la reducción del cambio volumétrico y proveer valores altamente estéticos.

De esta manera, la ciencia y la tecnología han dado pie al surgimiento de la era de la nanotecnología. La nanotecnología, también conocida como Ingeniería molecular, nos abre camino al control y manipulación de la materia al ínfimo nivel de nanómetros. Cabe mencionar, que la escala nano equivale a la milmillonésima parte de un metro (0.000 000 001 m), o un milésimo de una micra (1/100), y de acuerdo a la etimología griega, “nano”, significa pequeño o diminuto.

En ámbito de ciencias odontológicas se han encaminado esfuerzos a la creación de materiales con incorporación de partículas nanométricas. Tal es el caso de resinas nanohíbridas, con nanorellenos o nanoadhesivos.

Las resinas compuestas nanohíbridas han sido parte de la trascendencia nanotecnológica, son resinas híbridas con la incorporación de partículas nanométricas en su composición, lo que les confiere buenas propiedades físicas, una mejor consistencia en su manipulación, terminado superficial óptimo, y al tener partículas de relleno híbridas, y nanopartículas, les confiere tener un porcentaje de relleno mayor, por lo tanto, mejor respuesta a la contracción.

Esta innovación trajo consigo grandes beneficios en la evolución de los materiales de restauración, sin embargo, se colocan como una excelente opción para situaciones de alto nivel estético. Hoy en día, la estética se ha vuelto una situación usual y cada vez más demandada o solicitada por los pacientes. De esta manera se vuelve necesario conocer las propiedades de estos materiales y sobre todo comprobar su estabilidad ante situaciones muy cercanas a hábitos masticatorios y costumbres alimenticias, contemplando el fenómeno de sorción al cual se encuentran susceptibles este tipo de materiales, y en donde los pigmentos de los alimentos se integran al material. De esta manera el experimento in vitro, se efectuó utilizando alimentos potencialmente pigmentantes y de consumo común, que no han sido utilizados en otras investigaciones, para comprobar la estabilidad de color que mantiene una resina compuesta nanohíbrida, ante la inmersión en soluciones de alimentos, muchas veces consumidos inconscientemente por parte de los pacientes, pero que con el paso del tiempo podrían efectuar una alteración de nivel alto en las restauraciones, principalmente en el sector anterior.

Es por eso que la investigación va encaminada a un acercamiento a los hábitos, concretamente alimenticios de los pacientes, y simultáneamente tomar en cuenta que estos hábitos actualmente están cambiando. Y de esta manera, otorgar una guía e indicaciones que dirijan a la conservación de una restauración dental en las mejores condiciones posibles y una permanencia por largo tiempo, esto con el fin de concretar el uso de un material de restauración de última tecnología como son las resinas nanohíbridas en conjunto con el mantenimiento acertado y eficaz de estas restauraciones, y de esta forma, evitar en lo posible su deterioro.

2. Antecedentes

2.1. Evolución histórica de las resinas compuestas

A lo largo de los años, se ha intentado buscar y crear un material de restauración con suficientes propiedades para convertirlo en un recurso óptimo para la restauración dental, sobre todo ante la necesidad de los requerimientos estéticos. De esta manera los materiales han ido evolucionando, y han mejorado en un sin fin de aspectos. Es así como se explica brevemente la historia, evolución y trascendencia de un material que cumpla con la mayoría de las características para convertirse en un material restaurador de elección.

2.1.1. Silicatos

Durante la primera mitad del siglo XX, los materiales de restauración utilizados y que cumplían con la característica de ser estéticos, eran los silicatos, y a pesar de contar con la propiedad de liberación de flúor, su utilización no era adecuada en dientes permanentes debido a que en pocos años sufrían un desgaste, por su grado de solubilidad tan importante.^{1,2}

2.1.2. Resinas acrílicas

Posteriormente a finales de los 40 y principios de los 50, las resinas acrílicas o polimetilmetacrilato (PMMA), reemplazaron a los silicatos. Consisten en un polímero de polimetacrilato de metilo en forma de polvo y un monómero de metacrilato de metilo en forma de líquido, que al mezclarse autopolimerizan. Además de contar con similitud al tejido dental, cuenta con propiedades mayores como su insolubilidad en los fluidos orales, facilidad en manipulación y un bajo costo. Sin embargo, cuenta con desventajas y propiedades deficientes como resistencia al desgaste baja y contracción de polimerización alta, que originaba el deterioro de las paredes en la preparación y tenían una filtración marginal elevada, además, un coeficiente de expansión y contracción térmica muy elevada, y esto provocaba una

mayor tensión en los márgenes de la cavidad con la ingesta de comidas o bebidas frías o calientes. Fue de esta forma que con la adición de polvo de cuarzo para formar una estructura de **material compuesto** y la introducción de partículas de **relleno** inertes, se redujo la contracción del fraguado y la expansión térmica. Sin embargo, y dado que las partículas de relleno ocupaban y reducían el volumen del polímero de resina sin estar adheridas a este, las primeras resinas compuestas basadas en el PMMA no funcionaron satisfactoriamente. Los defectos que se desarrollaban entre las partículas retenidas mecánicamente y la resina de alrededor provocaban filtración, tinción y una mejor resistencia al desgaste.^{2,3}

2.1.3. Resinas compuestas

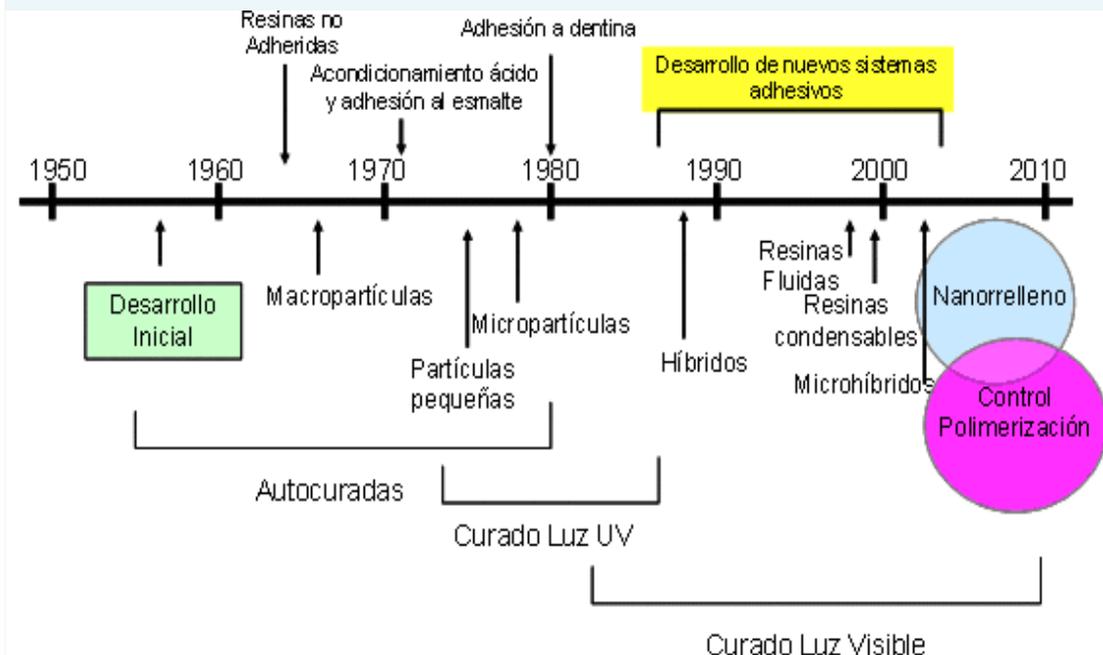
El avance más satisfactorio e importante se realizó cuando el Dr. Bowen en el año de 1962, de la unidad de investigación de la American Dental Association del National Bureau of Standard, desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación de Bowen fue el **bisfenol A glicidil metacrilato** (bis-GMA), una resina dimetacrilato, y un agente de conexión de silano orgánico que producía la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz de la resina.²

Tabla 1. Breve resumen histórico de la evolución de las resinas compuestas

Año	Acontecimiento
1941	Sistema iniciador peróxido-amina
1950	Resinas acrílicas
1962	Monómero de Bowen
1963	Primer compuesto de macrorelleno (cuarzo)
1970	Sistema iniciado por luz UV para uso odontológico
1974	Introducción de los microrellenos

1977	Primer microrelleno para uso de dientes anteriores
1977	Primer compuesto curado por luz visible
1980	Primer híbrido
1982	Compuesto para incrustaciones
1983	Macrorellenos altamente cargados para uso odontológico
1984	Compuestos microrellenos radiopacos
1996	Resinas compuestas fluidas
1998	Resinas compuestas empacables
2000	Resinas compuestas de nanorelleno ⁴

Figura. 1 Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas, sistemas de polimerización y tecnología adhesiva disponible. (Adaptado de Bayne S. 2005)



Definición

La resina compuesta se define como un material con una gran densidad de entrecruzamientos poliméricos, reforzados por una dispersión de sílice amorfo, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y/o pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión.^{1,2}

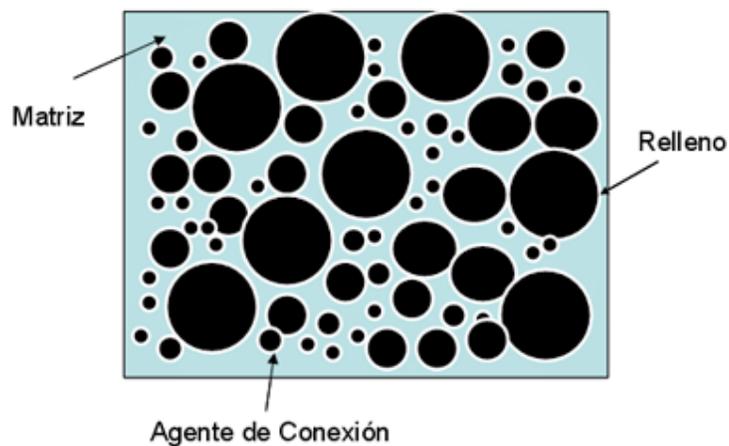


Figura 2. Componentes fundamentales de las resinas compuestas. Esquema general donde puede verse la matriz

a) Composición estructural

Existen tres componentes estructurales en las resinas compuestas dentales:

1. Matriz: material de resina plástica que forma una fase continua que contiene las partículas de relleno.
2. Relleno: fibras y/o partículas de refuerzo que se dispersan en la matriz.
3. Agente de conexión: adhesivo que favorece la unión entre el relleno y la matriz de resina.²

Además de contar con:

4. Sistema activador: iniciador de la polimerización.
5. Pigmentos: que permiten obtener el color semejante al de los dientes.
6. Inhibidores de la polimerización: alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo.⁵

b) Matriz de resina

El dimetracrilato de uretano (UDMA), la bis-GMA y el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), son los ingredientes de la matriz de resina más empleados para formar estructuras de polímero entrecruzado en los selladores y en las resinas compuestas.

c) Partículas de relleno

El principal objetivo de las partículas de relleno es reforzar la resina compuesta y reducir la cantidad de material de la matriz. De esta forma, las propiedades de las resinas compuestas dentales se mejoran de la siguiente manera:

- Refuerzo de la matriz de resina, que provoca una mayor dureza, resistencia y una disminución del desgaste.
- Reducción de la contracción de polimerización
- Reducción de la expansión y contracción térmica
- Aumento de la viscosidad y a su vez, mejor manipulación (el monómero líquido más el relleno dan lugar a una consistencia pastosa)
- Disminución en la absorción del agua, menor reblandecimiento y tinción
- Aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica gracias a la incorporación de cristales de estroncio (Sr) y bario (Ba) y otros metales pesados que absorben los rayos X.²

d) Agente de conexión

Para lograr la adhesión de las partículas de relleno a la matriz de resina, se requiere de un agente de conexión, que también, mejora las propiedades mecánicas y físicas y evita la filtración de agua a lo largo de la interfase resina-relleno.

Los agentes de conexión mayormente empleados son los titanatos, zirconatos y organosilanos.²

e) Sistema activador-iniciador

Los activadores son los mecanismos utilizados para inducir el proceso de polimerización de los plásticos, clasificados de la siguiente forma:

- 1) Activadores térmicos: Calor
- 2) Activadores químicos: Aminas terciarias
- 3) Activadores fotoquímicos: Luz ultravioleta y luz visible

Los iniciadores son sustancias que inician la reacción química y son capaces de romper la doble ligadura del monómero para convertirlo en polímero. Deben ser considerados bajo los siguientes criterios:

- Formación rápida de radicales libres a bajas temperaturas
- Alta reactividad de los radicales formados
- Vida útil larga
- Baja tendencia a la decoloración
- Baja toxicidad
- Estar libres de olor
- Ser incoloros

Para las resinas termocuradas son el peróxido y dentro de ellos el más común es el peróxido de benzoilo, debido a su reactividad y estabilidad a bajas temperaturas.

En las resinas de autocurado se usa un sistema iniciador compuesto por peróxido de benzoilo y una amina aromática como activador.

Las resinas fotocuradas utilizan iniciadores de dos tipos: para resinas curadas por luz ultravioleta, se utilizan benzoinas y cetonas y para resinas curadas por luz visible, se usan dicetonas.⁴

f) Inhibidores

Son añadidos para minimizar o reducir la polimerización accidental o espontánea de los monómeros. Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado (HTB), empleado en una concentración del 0,01% en peso.

Tienen dos funciones:

- 1) Aumentar la vida media de almacenamiento de las resinas compuestas.
- 2) Garantizar un tiempo de trabajo adecuado.²

g) Modificadores ópticos

La tonalidad de las resinas compuestas se logra mediante el agregado de diferentes pigmentos, normalmente en cantidades minúsculas de partículas de óxidos de metal. Y la traslucidez y la opacidad, se ajustan para parecerse a dentina y esmalte. Para la opacidad, se añaden dióxido de titanio y óxido de aluminio.

2.2. Clasificación de las resinas compuestas por tipo de polimerización

2.2.1. Definición

La polimerización es una reacción química que ocurre cuando moléculas de resina de bajo peso molecular, llamadas monómeros, se unen para formar moléculas de cadenas largas y alto peso molecular, los polímeros.⁶

2.2.2. Activación química

Se conforman de dos pastas, la pasta base que contiene el compuesto y peróxido de benzoilo como iniciador y la pasta catalizadora, que contiene el compuesto y una amina terciaria aromática como activador. Se mezclan partes iguales de estas dos pastas para la dar inicio a la polimerización.

Indicadas para restauraciones de gran amplitud, que no se pueden polimerizar únicamente con una fuente de luz.

Con desventajas, como la incorporación de aire en su manipulación, que entra en la mezcla en forma de poros al realizar el mezclado de las dos pastas para la activación, que conlleva a producir una estructura más frágil y al atrapamiento de oxígeno, que interviene con la inhibición de la polimerización. Además con la activación química el operador no tiene control sobre el tiempo de trabajo una vez mezclados los componentes.^{6,2}

2.2.3. Activación por luz

Tienen un sistema fotosensible y una fuente lumínica de activación, se activan con una luz intensa visible en el intervalo de longitud de onda azul. La luz azul con una longitud de onda cercana a 470 nanómetros, activa un iniciador (canforoquinona) que en presencia de un acelerador (una amina orgánica), hace que la resina se polimerice. Estos dos componentes están presentes en la resina compuesta, pero no reaccionan hasta que la luz induzca la reacción.^{6,2}

Con ventajas para el operador como evitar la porosidad, y completar la inserción y modelado antes de que comience el fraguado, además de que la luz visible azul, presenta ventajas como profundidad de fraguado y el tiempo de trabajo suficiente.²

2.2.4. Activación doble

Estas resinas compuestas son sistemas de dos pastas que contienen iniciadores y activadores de materiales activados por luz, y, en menor proporción, los activados por medios químicos.⁶

Las ventajas de estos materiales es que resuelven las situaciones que no permiten la penetración suficiente de luz.²

2.3. Clasificación en función del tamaño de las partículas de relleno

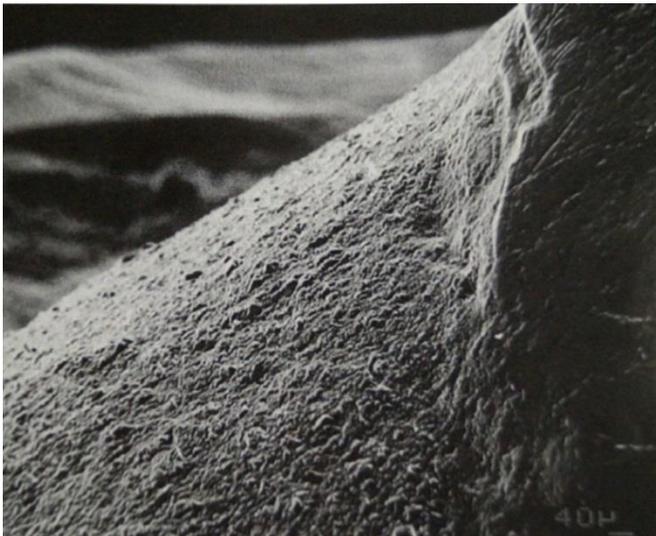


Figura 3. Fotografía al microscopio electrónico de barrido de la superficie oclusal de una restauración de resina compuesta tradicional en la zona posterior que ha sido colocada hace 5 años. La resina compuesta se ha eliminado en el margen oclusal de la derecha, y se han expuesto las partículas de relleno mayores, por lo que presenta una superficie rugosa.²

En función del tamaño y la distribución de las partículas de relleno las resinas compuestas se clasifican de la siguiente manera.²

2.3.1. Resinas compuestas con macrorrelleno

Las resinas convencionales o de macrorrelleno, utilizan partículas con un tamaño promedio de entre 8 y 12 micras (μm), existiendo de hasta de $50\mu\text{m}$. El relleno que se utiliza con más frecuencia es el sílice amorfo

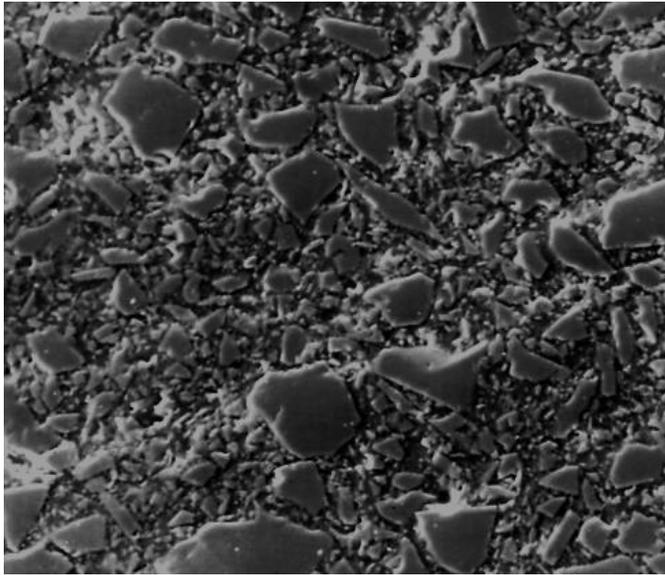


Figura 4. Micrografía electrónica de barrido de la superficie pulida de un compuesto convencional ($\times 300$)⁴

pulverizado y el cuarzo. La carga de relleno es por lo general del 70% al 80% en peso o del 60% al 70% de volumen. Sin embargo, la principal desventaja es la superficie rugosa producida como consecuencia del desgaste por abrasión de la matriz de resina blanda que deja al descubierto las partículas de relleno más resistentes al desgaste, de tal forma que estas partículas sobresalen de la superficie.

La principal desventaja, acarrea consecuencias como:

- Dificultad de pulimiento
- Se vuelven ásperos conforme se pierden las partículas de relleno en la superficie, por la función, o cuando la resina se desgasta, ya que las partículas quedan expuestas.
- Rugosidad y poco brillo superficial
- Mayor pigmentación por susceptibilidad a retención de sustancias colorantes.
- Producían un desgaste en la pieza dentaria antagonista

Actualmente se encuentra en desuso.^{6,3,2}

2.3.2. Resinas compuestas con partícula pequeña

Para mantener y mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las resinas de macrorelleno, y conseguir una superficie pulida, se redujo el tamaño de las partículas inorgánicas de relleno a un rango de 0.5 a 3 μm , aunque con una distribución muy amplia en los tamaños, que facilita una gran carga de relleno. Algunas emplean sílice amorfo como relleno, pero la mayoría incorporan cristales que

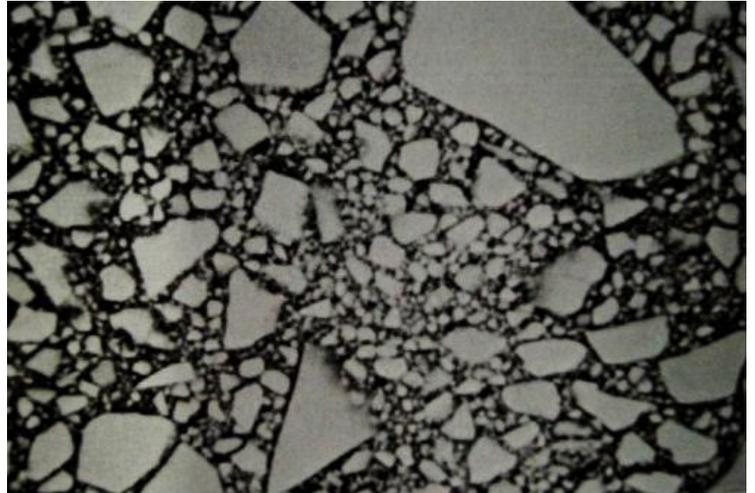


Figura 5. Partículas típicas de resinas compuestas de partícula pequeña.



Figura 6. Tomada de Phillips

Superficie pulida de resina compuesta de partícula pequeña.

contienen metales pesados que le confieren radiopacidad. El principal relleno consiste en partículas trituradas revestidas de silano. La carga de relleno es generalmente de 80% a 90% en peso y 65% a 77% en volumen.

Las principales ventajas y mejoras se mostraban en:

- La resistencia a la compresión y el módulo elástico son mayores que las de las resinas tradicionales y de microrelleno.
- El coeficiente de expansión térmica es menor que el de otras resinas, aunque es casi el doble del

que presentan las estructuras dentales.

- El uso de relleno de pequeño tamaño y alta densidad hace que se tenga una superficie muy suave.
- Menos contracción de polimerización.

Sin embargo, rellenos de cristales con metales pesados son más blandos y más susceptibles a hidrolizarse y disolverse en agua, mucho más que el sílice amorfo y vidrio. Lo que conlleva con el tiempo, a que se ablanden y muestran tendencia al desgaste y al deterioro, lo que disminuye la durabilidad a largo plazo de las restauraciones.²

2.3.3. Resinas compuestas con microrelleno

Presentan partículas de tamaño que oscila entre 0.01 y 0.04 μm , que para mejorar los inconvenientes de resinas con macropartículas y de partícula pequeña, se emplean partículas de sílice coloidal como relleno inorgánico, con tamaño individual aproximado de 0,04 μm . El volumen del relleno es menor, de 35% a 50%, lo que provoca propiedades físicas deficientes como:

- Más debilidad
- Mayor contracción
- Menor resistencia al desgaste

Por lo que no se recomienda su uso en piezas molares debido a sus propiedades mecánicas y físicas inferiores.

Sin embargo presentan mejoras como:

- Ante el pulimiento producen una superficie muy lisa y brillante.
- El relleno utilizado presenta una apariencia superficie muy suave.
- Debido a la superficie lisa, se han convertido en la resina de elección para las restauraciones estéticas de dientes anteriores, en particular en las situaciones no sujetas a carga y para la restauración del área subgingival.^{6,2,3}

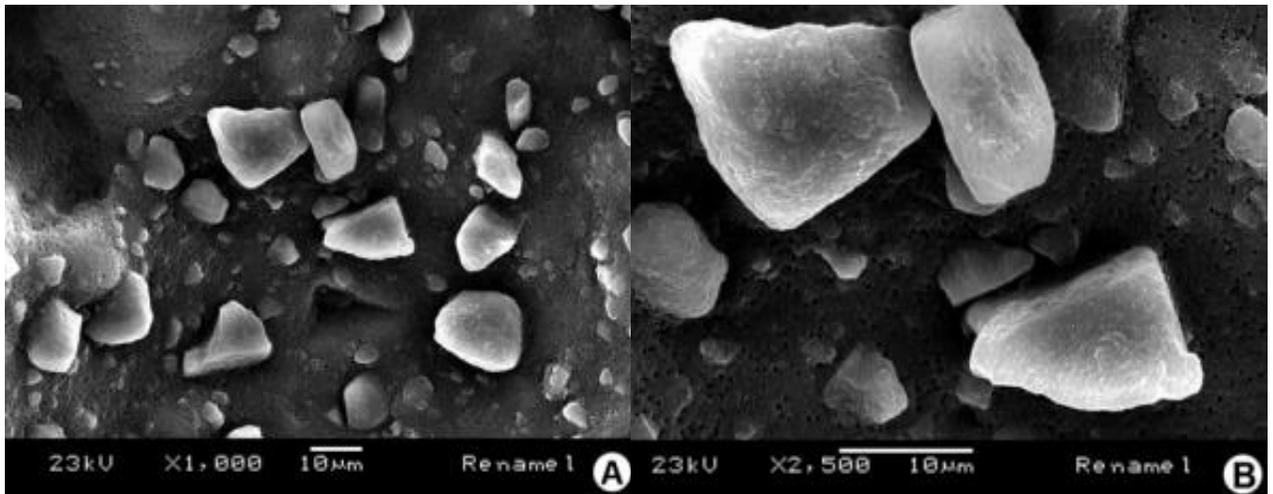


Figura 7 y 8.

Micrografía SEM de la resina compuesta Renamel Microfill (A = $\times 1.000$ y B = $\times 2.500$ aumentos). Carga de forma irregular

2.3.4. Resinas compuestas con relleno híbrido

Contienen dos clases de partículas de relleno, los cristales que tienen un tamaño de partícula medio entre 0.4 y 1 μm y en los macrorellenos y microrellenos, el tamaño varía entre 0.1 y 3 μm . Las partículas están constituidas por sílice coloidal y partículas de vidrio triturado que contienen metales pesados, lo que las hace tener un contenido total de relleno de aproximadamente 75-80% en peso. La combinación de los dos tamaños de relleno produce un compuesto fuerte y con aspecto pulido y con excelentes propiedades tales como:

- Propiedades físicas y mecánicas superiores a las resinas de microrelleno.
- Debido a su superficie lisa y a su buena resistencia, tienen un amplio uso en restauraciones de dientes anteriores.
- Tienen gran variedad de colores y por ello capacidad de mimetización con la estructura dental.
- Menor contracción de polimerización.

- Baja absorción acuosa, abrasión al desgaste y coeficiente de expansión térmica similar al del tejido dentario.
- Están indicadas para restauración en sector anterior y posterior.^{2,3}

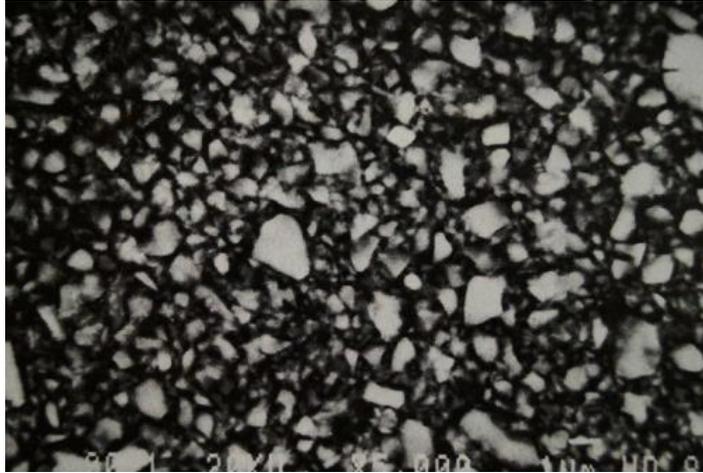


Figura 9.

Superficie pulida de una resina compuesta híbrida.

2.3.5. Resinas compuestas con relleno nanohíbrido

Las resinas nanohíbridadas, tienen un tamaño de partícula promedio de 0,02 a 0,075 μm . Utilizan nanorelleno con combinación de partículas híbridadas. Es decir tienen nanopartículas y partículas más grandes tradicionales. Tienen las propiedades mecánicas de las microhíbridadas, pero superficies más suaves y brillantes.

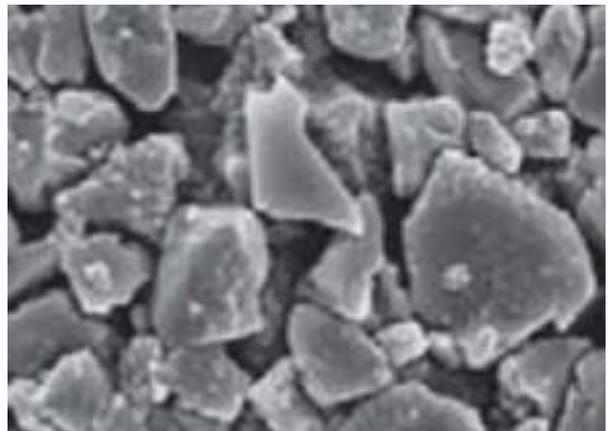


Figura 10. Partículas de relleno Nanohíbrido.

Indicadas para restauraciones en sector anterior y posterior y con propiedades óptimas tales como las proporcionadas con la nanotecnología.^{6,5}

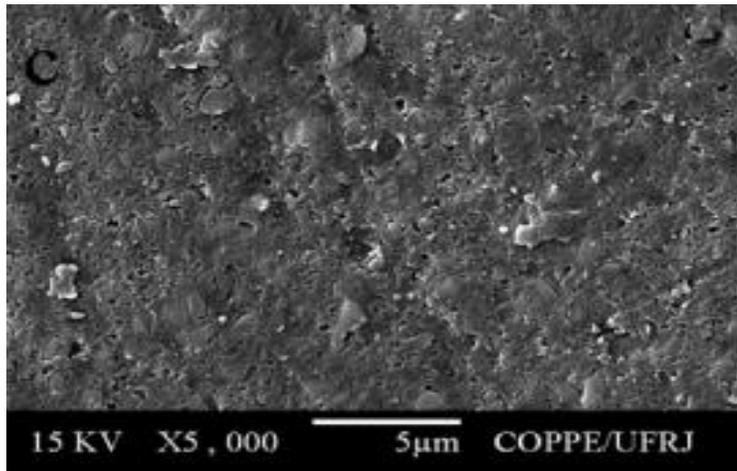


Figura 11. Micrografías SEM representativa de compuestos a base de resina antes del ciclo de pH. (c) Opallis (Resina nanohíbrida)

2.3.6. Resinas compuestas con nanorelleno

Las resinas de nanorellenos presentan partículas con un tamaño menor a $0.01 \mu\text{m}$ de relleno que se dispone individualmente o agrupado en nanoclusters o nanoagregados de 75 nm de tamaño aproximadamente.

Entre sus propiedades se encuentran:

- Alta translucidez
- Buen pulido
- Propiedades físicas y de resistencia adecuadas para utilizarse en sector anterior como posterior.⁵

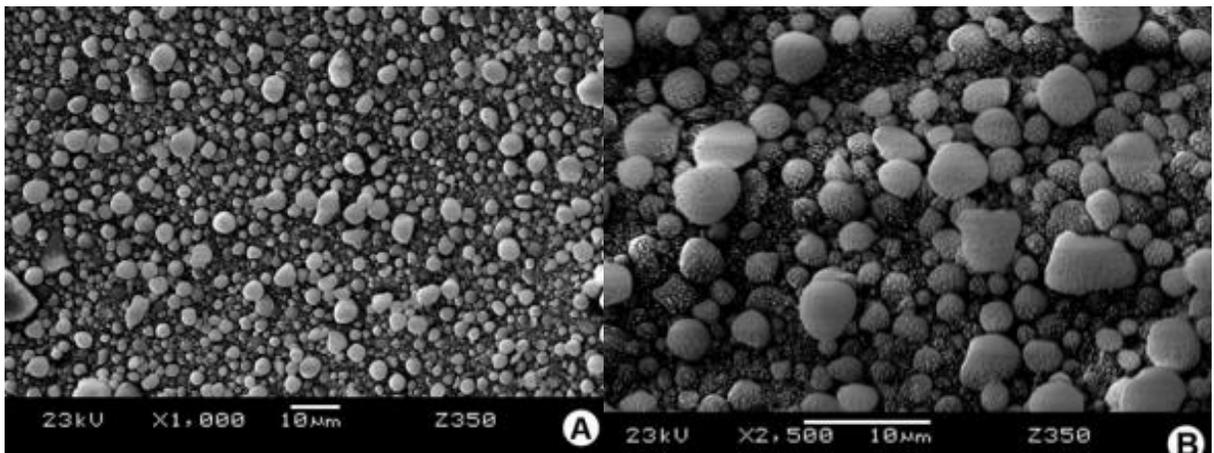


Figura 12. Micrografía SEM de la resina compuesta Filtek Supreme (A = $\times 1.000$ y B = $\times 2.500$ ampliaciones). Figura 13. Zirconia aglomerada /

Sílice esférica nanocluster de 1 a $4 \mu\text{m}$ puede ser observado.

2.3.7. Resinas compuestas fluidas

Son resinas de baja viscosidad con relleno ligero de alrededor de 40% o abundante hasta del 70%. Se les ha reducido el nivel de relleno para que tengan una consistencia en la que el material fluya fácilmente, y se extienda de manera uniforme y se adaptándose la forma cavitaria.⁶

La disminución del relleno las hace más susceptibles al desgaste, sin embargo, cuentan con las siguientes indicaciones:

- Debido a su gran facilidad de adaptación y su mayor flexibilidad una vez fraguadas, son útiles en restauraciones clase V, clase II, en zona gingival y restauraciones oclusales mínimas en caso de lesiones incipientes de fosas y fisuras.
- Están indicadas cuando existe mal acceso y muy poca o ninguna exposición dentro de la cavidad, o se requiere una adaptación excelente.^{2,3}

2.3.8. Resinas compuestas condensables

Son resinas muy viscosas, que contienen un volumen alto de partículas de relleno de alrededor del 70%.⁶

Las características del empaquetado o condensado se producen gracias a la inclusión de partículas de relleno fibrosas, y le confieren una consistencia que le permite ser empaquetada. Estas resinas han mostrado:

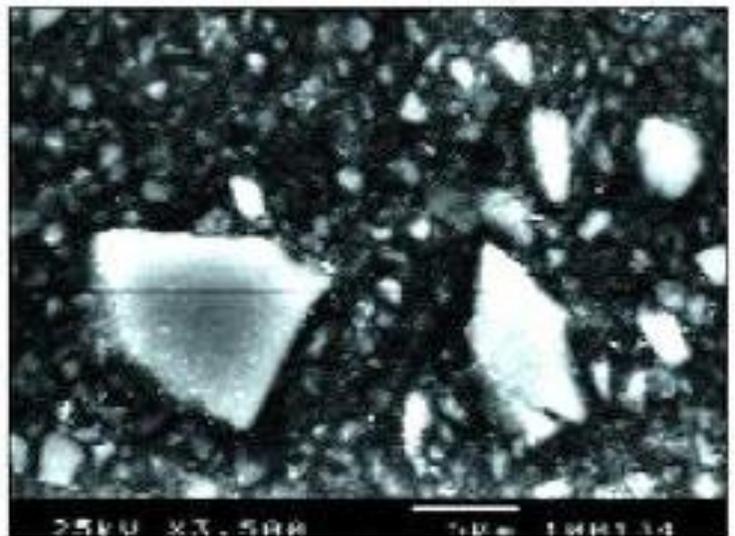


Figura 14. SUREFIL de Dentsply: composite condensable

- Contracción a la polimerización
- No presentan una profundidad de fraguado mayor de 2mm.
- Cuentan con propiedades físico mecánicas superiores a resinas híbridas
- Están indicadas en restauraciones clase I, II y VI ^{2,3}

2.4. Propiedades físicas de las resinas compuestas

2.4.1. Biocompatibilidad

La biocompatibilidad de las resinas compuestas hace referencia a los efectos que tiene sobre la pulpa, principalmente en dos sentidos:

1) La toxicidad química inherente a los materiales

- Los materiales que no han fraguado de forma adecuada en el suelo de una cavidad pueden servir como reservorio de componentes que puede difundirse y provocar una inflamación pulpar a largo plazo.
- Las resinas compuestas pueden liberar sustancias que, en las preparaciones profundas, podrían generar una respuesta inflamatoria pulpar, de esta manera, es recomendable, el sellado de túbulos con adhesivos para dentina, o proteger con una base o recubrimiento para evitar esta reacción.
- Se debe realizar un protocolo de pulimiento adecuado, para que exista una correcta tolerancia por parte de los tejidos blandos circundantes.
- No causan ningún trastorno sistémico conocido.
- Algunos pacientes pueden presentar alergias a uno o más componentes del material, por lo que debe considerarse elegir otro material restaurador.^{6,2}

2) La filtración marginal de los fluidos orales.

- La segunda se asocia a la contracción de polimerización de la resina compuesta y la consiguiente aparición de filtración marginal, lo que daría pie a el crecimiento bacteriano en su interior y estos organismos pueden provocar caries secundaria y reacción pulpar.
- La recomendación es realizar una técnica de restauración con el objetivo de disminuir la contracción de polimerización y la filtración marginal.²

2.4.2. Resistencia al desgaste

El mecanismo de desgaste es una situación inherente de las resinas compuestas que se emplean en la zona posterior. Los mecanismos principales de desgaste de la resina compuesta se plantean de la siguiente forma:

- El desgaste de dos cuerpos: Cuando existe contacto directo de la restauración con una cúspide antagonista o con una superficie proximal adyacente, de manera que se generan altas tensiones en una pequeña zona de contacto. El proceso de desgaste en esta región se debe a los grandes niveles de fuerza ejercidos por las cúspides antagonistas o por la fuerza transmitida a la superficie proximal.
- La pérdida de materia en áreas libres de contacto se debe probablemente al contacto con el bolo alimenticio cuando se está moviendo de la superficie oclusal. Este tipo de desgaste de tres cuerpos, puede estar controlado de una forma compleja por las propiedades de la resina compuesta como la tenacidad, porosidad, estabilidad del agente de conexión (silano), grado de conversión del monómero, carga de relleno y forma y tamaño de las partículas de relleno.²

Leinfelder y col.explican el fenómeno de la siguiente manera:

Dado que el módulo elástico de la resina es menor que el de las partículas de relleno, las partículas que conforman el relleno son más resistentes al desgaste, comprimen la matriz en los momentos de presión y esto causa el desprendimiento de partículas de relleno y del agente de conexión silano, exponiéndose la matriz, la cual es más susceptible al desgaste.⁵

2.4.3. Textura superficial

Es la uniformidad de la superficie del material de restauración, en las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada con:

El tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno

Una técnica correcta de acabado y pulido. —> Lo que provee menor energía superficial en las restauraciones, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida y de esta forma se prolonga el tiempo la restauración.

Se debe tener en cuenta, que una resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales.⁵

2.4.4. Contracción por polimerización

La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de las resinas compuestas.

Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros)

provoca la reducción volumétrica del material. La contracción de polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias.⁵

2.4.5. Conductividad térmica

Las resinas compuestas transmiten temperaturas frías y calientes en forma muy parecida a la estructura natural del diente. Por lo tanto su conductividad térmica es compatible con el diente.⁶

2.4.6. Coeficiente de expansión térmica

El coeficiente de expansión térmica de las resinas compuestas es mayor que el de la estructura dental, por lo tanto, tendrá un mayor cambio de dimensión que la estructura dental adyacente. Esto puede despegar la restauración y permitir fugas. Mientras mayor sea el contenido de relleno, es menor el CET. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal. Las resinas pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C.⁵

2.4.7. Módulo elástico

Es la rigidez del compuesto y se determina por la cantidad de relleno.

Mientras mayor sea el volumen de relleno, mayor módulo elástico tendrá, es decir, más rígida y resistente será la restauración.⁶

2.4.8. Sorción acuosa y solubilidad

La sorción acuosa está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina, con el tiempo, la matriz de

resina absorbe agua de la cavidad bucal. La incorporación de agua en la resina compuesta, ablanda la matriz de resina, lo que conduce a la degradación gradual del material, lo que produce a un fenómeno llamado, hidrólisis. El agua también produce cierta expansión, llamada expansión hidroscópica.^{1,6,5}

2.4.9. Filtración marginal

Cuando el margen gingival de la preparación cavitaria se localiza en dentina y/o cemento, y el resto de los márgenes tienen esmalte preparado con el que se ancla firmemente la resina, el material tiende a separarse de este margen gingival durante el fraguado, debido a la contracción de polimerización. Esto produce una brecha en la interfase que potencia el riesgo de filtración marginal y los problemas consecuentes a esta, como:

- La tinción marginal y la caries secundaria.

Se debe tomar todas las precauciones para mantener la integridad de la interfase resina-cemento o resina-dentina.²

2.4.10. Radiopacidad

Es una propiedad particularmente importante en los materiales de restauración, Se agregan metales como el litio, bario o estroncio al relleno para que la restauración sea más opaca cuando se visualiza en la radiografía, esto con el objetivo de lograr conseguir n contraste radiográfico adecuado y detectar problemas como filtración marginal, caries secundaria, contactos proximales y desgaste de las superficies proximales inadecuados.^{6,2}

2.4.11. Estabilidad de color

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias.

Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas.⁵

2.5. Nanotecnología

La evolución del mundo contemporáneo, va siempre de la mano con el desarrollo de nuevos avances, en la ciencia y la tecnología. La nanotecnología es un ejemplo claro de esto, y en términos breves, es: *el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nano escala.*

Esto, tiene un significado trascendental, que se puede traducir a manipulación de la materia a la escala minúscula de átomos y moléculas, de esta manera, es posible demostrar fenómenos y propiedades nuevas.

En términos históricos, la trascendencia de esta disciplina se origina a partir de las propuestas de Feynman, ganador del premio Nobel de Física en 1965. Fue el primero en englobar las posibilidades de la nanociencia y la nanotecnología, esto, en el discurso que dio en el Caltech (Instituto Tecnológico de California) el 29 de diciembre de 1959, titulado "En el fondo hay espacio de sobra" (There's Plenty of Room at the Bottom).

En el año 1980 Drexler, utilizó por primera vez el término “nanotecnología”.

En el año 2005 se propone crear el Centro de Estudios Avanzados, para unir grupos de investigación en el tema de las nanotecnologías y las nanociencias en el país.

En el año 2009 se desarrolla la Conferencia Internacional “La Ciencia de los Materiales en la Era Nano”.

De tal manera que las nanotecnologías constituyen un paso reciente alcanzado por la revolución científica y técnica, prometiendo cambiar la visión que se tiene del mundo.⁷

Es así, que en la actualidad los desafíos del área estomatológica radican en comprender interrelaciones a nano escala que permitan encontrar acciones que dirijan a terapias exitosas, con el propósito de propiciar la regeneración parcial o total de los tejidos dentales, prometiendo el mantenimiento de la salud oral integral mediante el empleo de nanomateriales, incluyendo la ingeniería de tejidos, y la nanorobótica dental.^{8,9}

Esto incorpora a la restauración dental, la creación de materiales con la incorporación de nanopartículas, que al ser manipulados a escalas «nano» incrementan las propiedades mecánicas, físicas y químicas, cuando se comparan con los materiales convencionales utilizados en la práctica clínica.

Esto está convirtiendo a los materiales restaurativos en opciones que cuentan cada vez, con mejores y excelentes características, con el objetivo claro de conllevar a beneficios a largo plazo. Dando pie, de esta manera a la creación y uso de resinas nanohíbridas.^{8,10,7}

De esta manera, en la actualidad, el uso de resinas de última generación, como son las resinas nanohíbridas, se convierten en un tipo de material restaurador propio de estudio.

Como fue explicado anteriormente, las resinas nanohíbridas, contienen una mezcla de partículas grandes y partículas más pequeñas, con tamaño en promedio de 0,02-0,075 μm . Se le agregan nanopartículas a los microhíbridos para llenar los espacios de resina entre las partículas más grandes. Una amplia distribución de los tamaños de partículas conlleva a una carga de relleno alta, por lo tanto, alta resistencia al desgaste y desempeño estético mejorado¹¹

Cuentan con ventajas, tales como:

- Carga de relleno aumentada.
- Menor contracción de polimerización.
- Desgaste reducido.
- Resistencia y módulo de elasticidad adecuada.
- Pulibilidad y retención del brillo mejorada.
- Estética (aumento de traslucidez)
- Manejo mejorado.⁴

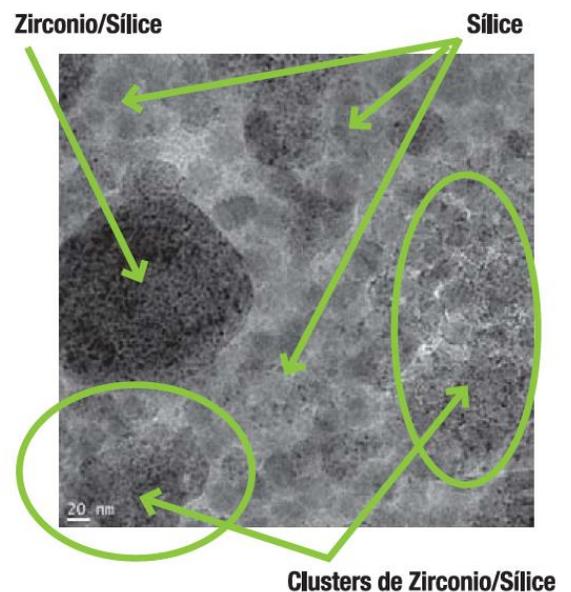


Figura 15. Imagen ilustrativa del relleno de una resina nanohíbrida

Imagen tomada de ficha técnica (18)

TEM del relleno de Filtek TM Z250 XT Restaurador Universal Nano Híbrido en magnificación de 50K.

Es importante mencionar que las resinas compuestas nanohíbridas contienen partículas más grandes que las resinas compuestas de nanorelleno, y por lo tanto, pueden estar limitadas a la estética que podrían alcanzar. Sin embargo, cabe la pena aterrizar en que, el buen desempeño y versatilidad general que brindan, además de un costo razonable, conllevan a ser utilizados muy frecuentemente por los odontólogos, por lo que la importancia de su estudio se vuelve imprescindible.^{10,11}

2.6. Modelo de coordenadas CIE L* a* b*

En 1931, se creó la “la Commission Internationale de l’Eclairage” (Comisión Internacional de Iluminación) C. I. E, y en 1976 estableció como medir el color en la escala “C. I. E L* a* b*”.¹²

El espacio CIE L* a* b* permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional, donde:

- El eje *L es el de luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco).
- El eje a* muestra variación entre rojo-verde, que oscila desde el a* positivo (rojo) al a* negativo (verde)
- El eje b* muestra variación entre amarillo-azul, en donde b* positivo (amarillo) y el b* negativo (azul)

De esta manera se establece una unidad objetiva para determinar cada color.¹³

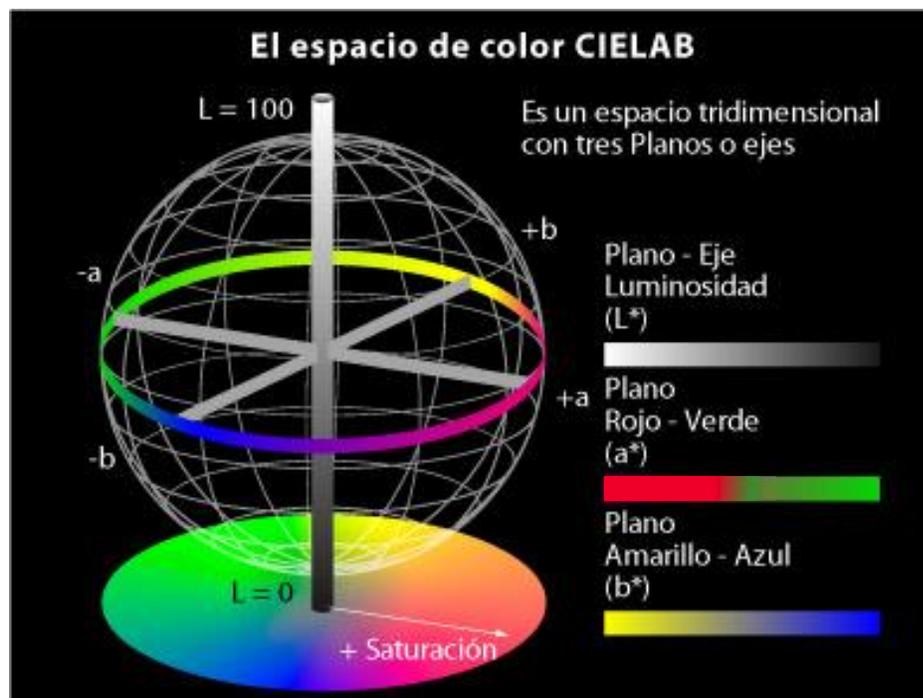


Figura 16. Representación de El espacio de color CIELAB

2.7. Espectrofotómetro de reflectancia

Los espectrofotómetros de reflectancia miden la cantidad proporcional de luz reflejada por una superficie como una función de las longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia.

El funcionamiento de un espectrofotómetro consiste en iluminar la muestra con luz blanca y calcular la cantidad de luz que refleja dicha muestra en una serie de intervalos de longitudes de onda. De esta manera, la reflectancia de una muestra se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100, tal y como lo muestran en el sistema de coordenadas CIELAB.¹⁴

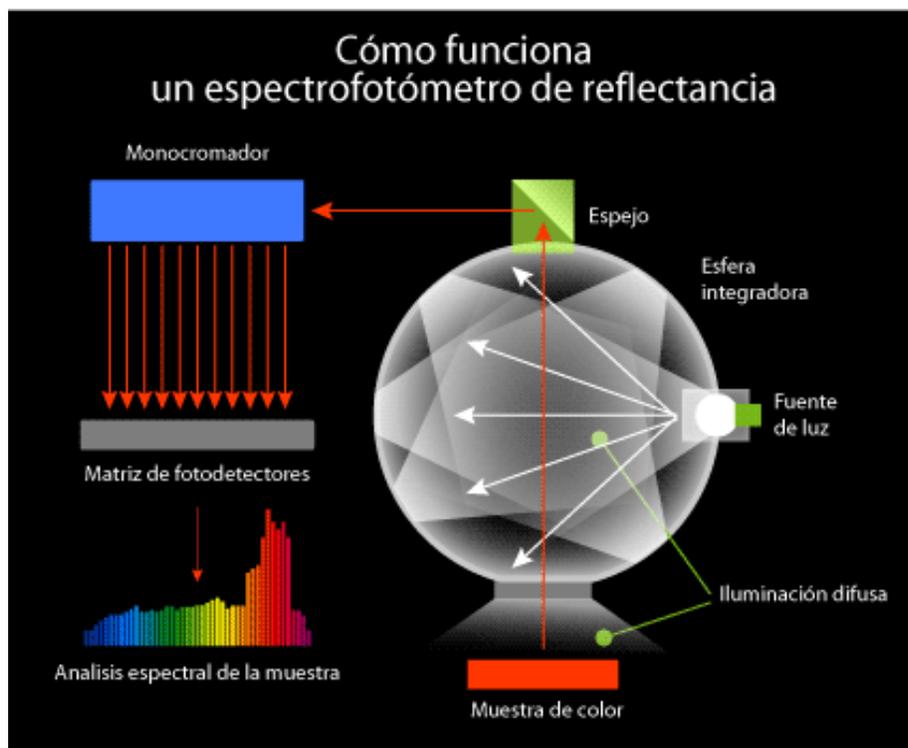


Figura 17. Representación del funcionamiento de un espectrofotómetro de reflectancia

2.8. Resina compuesta utilizada para el estudio

“Prime-Dent® Light Cure Nano-Hybrid Composite”

La resina compuesta nanohíbrida “Prime-Dent® Light Cure Nano-Hybrid Composite”, de reciente introducción en el mercado, está basada en resina Bis GMA en 74% de relleno en peso (58.89% por volumen Nano, con un tamaño de partícula de relleno de 0.70 micrones, los más pequeños de 7 nanómetros). Contiene partículas de relleno híbridas y nanocluster de relleno, que forman partículas nanoglomeradas de 7Nm de tamaño. Los nanocluster se encuentran aglomerados en partículas nanométricas y se encuentran combinados con nanosilice de relleno de vidrio/silicio.

Entre sus indicaciones menciona ser un material de restauración para sector anterior y posterior, recomendando su uso en restauraciones:

- Clase III
- Clase V
- Clase I en premolares
- Clase IV (donde la estética es primordial)¹⁵



Fuente directa. Producto utilizado

Actualmente, no se encuentra ningún estudio de esta resina compuesta acerca de su comportamiento y susceptibilidad ante pigmentos habituales en la dieta.

3. Planteamiento del problema

La utilización de resinas nano híbridas, constituyen la inclusión de la era de la nanotecnología. Además de proveer propiedades altas mecánicas, físicas y químicas, otorgan gran estética. En los últimos años la demanda del uso de restauraciones a base de resina compuesta ha crecido, y por lo tanto es común hacer uso de sus propiedades para restauración de dientes en sector anterior. De esta forma es imprescindible el uso de un material restaurador que brinde resistencia, estética y estabilidad ante situaciones a las que se encuentra expuesto dentro de la cavidad bucal, así como los hábitos, la alimentación y la susceptibilidad ante cierto tipo de soluciones con alto contenido colorante, que podrían llegar a dañar la estabilidad de color de la restauración estética.

Si bien, las investigaciones basadas en la estabilidad de color de los materiales de restauración, resultan ser muchas, no han precisado en opciones de restauración altamente estéticas contempladas para el sector anterior y no han aterrizado en los continuos cambios de hábitos alimenticios que mantiene la población del país, que inciden de forma inmediata en el mantenimiento de los materiales de restauración.

4. Justificación

Es importante conocer las propiedades, así como las ventajas y desventajas que un material restaurativo podría tener, y al ser de última generación, como lo son las resinas nanohíbridas, obtener un resultado valido para poder, como cirujanos dentistas, obtener indicaciones objetivas para brindarle al paciente con requerimientos de restauraciones con alta estética, una correcta guía de instrucciones, adicionado a la creciente demanda de restauraciones estéticas con resinas compuestas.

El estudio otorgará de manera precisa el resultado de la combinación del uso de una resina compuesta nanohíbrida en conjunto con el uso de alimentos potencialmente pigmentantes, basándonos completamente en los hábitos alimenticios actuales que han sido adoptados por la población mexicana. Tal es el caso del aumento en el consumo de la ingesta de soya, tendencia, conocimiento y utilización de condimento curry, el aumento y demanda de bebidas deportivas por parte de la población juvenil y el aumento en el consumo de frituras a granel de puestos informales en del país, que son generalmente desconocidos de esta forma. De manera inmediata esto proporciona una visión que aportará lineamientos básicos en el uso práctico de estos materiales.

5. Hipótesis

- H_{01}

NO existen diferencias estadísticamente significativas del cambio de color en las muestras de resina nanohíbrida expuestas a inmersión en salsa de soya en las tres coordenadas evaluadas.

- H_{02}

NO existen diferencias estadísticamente significativas del cambio de color en las muestras de resina nanohíbrida expuestas a inmersión en solución de curry en las tres coordenadas evaluadas.

- H_{03}

NO existen diferencias estadísticamente significativas del cambio de color en las muestras de resina nanohíbrida expuestas a inmersión en la bebida isotónica en las tres coordenadas evaluadas.

- Ho₄

NO existen diferencias estadísticamente significativas del cambio de color en las muestras de resina nanohíbrida expuestas a inmersión en solución de frituras en las tres coordenadas evaluadas.

6. Objetivos

6.1. Objetivo general

Evaluar el cambio de color que tiene una resina nano híbrida al ser expuesta a inmersión en cuatro soluciones pigmentantes.

6.2. Objetivos específicos

- Determinar si existe cambio de color de la resina nanohíbrida al ser inmersa en salsa de soya.
- Determinar si existe color de la resina nanohíbrida al ser inmersa en una bebida isotónica.
- Determinar si existe cambio de color de la resina nanohíbrida al ser inmersa en curri.
- Determinar si existe cambio de color de la resina nanohíbrida al ser inmersa en solución de frituras con alto contenido colorante.
- Determinar la susceptibilidad más alta a cambios de color de la resina nanohíbrida posterior a la inmersión de las soluciones.
- Analizar los resultados.

7. Metodología

7.1. Material y método

- Aparato de Tuccillo
- Cinco tapas plásticas de polipropileno
- Micromotor dental MARATHON-MDC® Dental
- Fresa para micromotor, de carburo de forma cilíndrica
- Molde metálico para muestras
- Aceite de silicón
- Micro Brush de tamaño regular
- Lámina de poliéster Mylar® de celuloide
- Resina compuesta nanohíbrida Prime-Dent®
- Espátula para resinas TNCIGFT2 Hu-Friedy®
- Vernier digital ABSOLUTE Digimatic®
- Lámpara de foto curado APOZA® LED D-2000
- Lentes de protección
- Radiómetro LED
- Cinco contenedores plásticos con medidas aproximadas de 7cm de ancho por 8 cm de altura.
- Batidora de mano FlavorWave™ POWESTICK

- Dos vasos de precipitado de 600 ml y 1000ml
- Salsa de soya "SOY SAUCE" marca KAPORO®,
- CURRY ESTILO LA INDIA marca TERRANA®
- Bebida isotónica GATORADE® sabor uva
- Frituras a granel sin marca
- Saliva Artificial

7.2. Soluciones pigmentantes utilizadas para el estudio

a) Salsa de soya

Se utilizó salsa de soya “SOY SAUCE” marca KAPORO®, utilizado como sazonador y acompañamiento de algunos alimentos como el pescado, en la presentación de 300ml.



Fuente directa. Salsa de soya utilizada para el experimento

La etiqueta especifica los siguientes ingredientes:

Agua, sal yodatada, azúcar, proteína de soya y trigo, color caramelo, menos del 1/10 de 1% de sorbato de potasio como conservador de frescura.

La información de producto nos brinda:

LOTE: 172102

FECHA DE CADUCIDAD: FEB 2018

Propiedades pigmentantes

El ingrediente color caramelo, clasificado dentro de los aditivos alimentarios como colorante natural o sintético E150-Caramelo: confiere a la salsa de soya color marrón oscuro y sabor amargo.¹⁷



b) Curry



Fuente directa. Producto utilizado para la solución a base de curry. Se observan vistas con marca del producto, ingredientes e información del producto.

Se realizó una solución con la mezcla de especias Curry, utilizada como condimento en preparaciones alimenticias, en la presentación TERRANA® CURRY ESTILO LA INDIA, en presentación de 77g.

La etiqueta especifica los siguientes ingredientes:

Cúrcuma, semilla de cilantro, semillas de comino molidas, pimienta gorda molida, pimienta cayenne, canela molida, jengibre molido, clavo molido, cardamomo, nuez moscada.

La información del producto nos brinda:

LOTE: 16K34410

FECHA DE CADUCIDAD: NOVIEMBRE 2021

Propiedades pigmentantes:

La cúrcuma longa dentro de los aditivos alimentarios está clasificada como colorante natural E-100: se utiliza como agente saborizante y cocolorante de color anaranjado.^{17,18}

c) Bebida isotónica



Fuente directa. Bebida isotónica utilizada para el experimento. Muestra vista con información del producto.



Se usó la bebida isotónica GATORADE®, consumida para generar hidratación, generalmente posterior a una actividad física demandante.

La etiqueta específica los siguientes ingredientes:

Agua, jarabe de maíz de alta fructosa, azúcar, ácido cítrico, sal, citrato de sodio, saborizante natural sabor uva, fosfato monopotásico, rojo allura AC, azul brillante FCF.

La información del producto nos proporciona:

LOTE: 0646MX170174

FECHA DE CADUCIDAD: 24 DE OCTUBRE DE 2017

Propiedades pigmentantes del producto:

El colorante Rojo allura AC, se encuentra clasificado dentro de los aditivos alimentarios como E129: Es un colorante sintético color rojo oscuro, obtenido como derivado del petróleo.

El colorante Azul brillante FCF se encuentra clasificado dentro De los aditivos alimentarios como E133: Es un colorante sintético color azul, obtenido como derivado del petróleo.¹⁷

d) Frituras



Fuente directa. Muestra de frituras utilizadas para el experimento.

Se utilizó una solución hecha a base de frituras, consumidas con gran frecuencia como botana en la población mexicana. Las frituras no tienen marca y fueron obtenidas de un expendio callejero a granel.

e) Saliva artificial (grupo control)

Para el grupo control se hizo uso de saliva artificial para la inmersión, se utilizó SALIVA ARTIFICIAL, DEPEI LABORATORIO DE MATERIALES DENTALES.



Fuente directa. Saliva artificial utilizada para el grupo control del experimento. Vista con fecha de caducidad.

De manera general se enlistan los ingredientes debido a que este producto cuenta con una patente comercial, propiedad del laboratorio de materiales dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la UNAM.

-Sales minerales

-Agua

-Componente orgánico

Información del producto:

FECHA DE ELABORACIÓN: 24 DE FEBRERO 2017

FECHA DE CADUCIDAD: 11 DE MARZO 2017

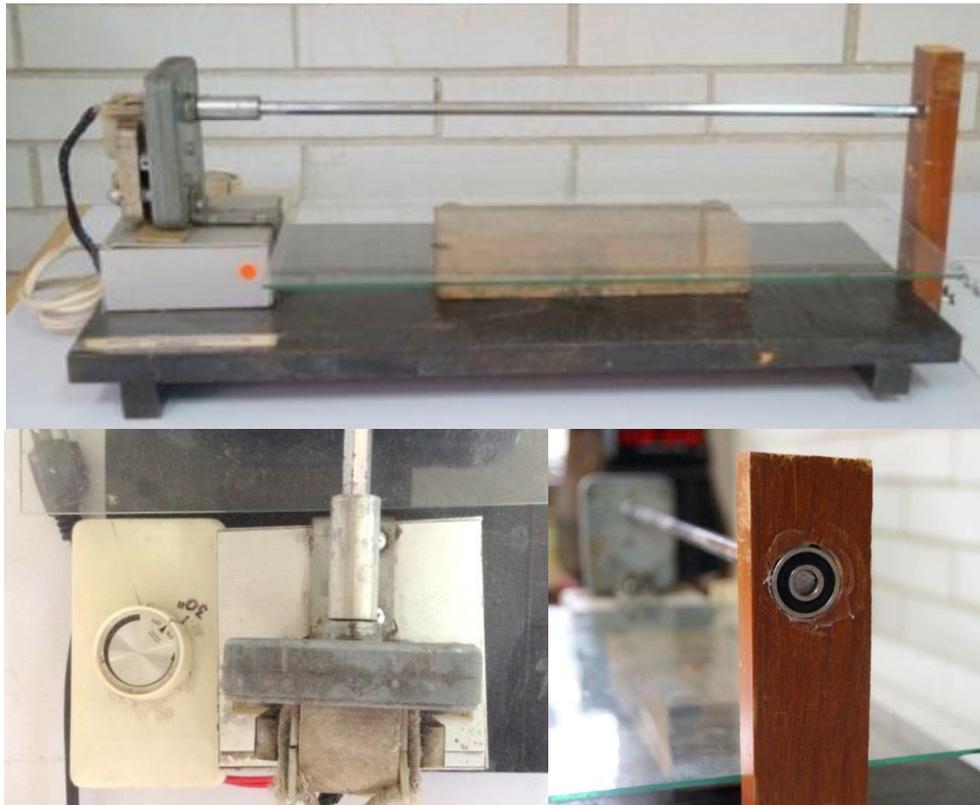
Propiedades pigmentantes:

Algunas sales minerales pueden proveer algún tipo de coloración, como el potasio, cloro, sodio, magnesio, calcio, fósforo y flúor.

7.3. Aparato de Tuccillo

Es un aparato eléctrico que por medio de ciclos mantiene contacto con soluciones que, a través de giros a partir de su sistema de ensamblaje a un balero, mecánicamente proporciona un movimiento giratorio.

De esta manera se colocan las muestras en contenedores que permitan el movimiento, de tal forma que una cantidad de éstas quedan inmersas en la solución utilizada y otra cantidad quedan expuestas al aire durante un tiempo determinado de manera cíclica.



Fuente directa. Vista general del Aparato de Tuccillo

7.4. Tipo de estudio

El estudio es experimental “in vitro”, comparativo.

7.5. Población de estudio y muestra

50 discos de resina compuesta nanohíbrida “Prime Dental”, de 15 mm de diámetro por 1mm de espesor.

Se le asignaron 40 discos a cada solución pigmentante para el grupo experimental y 10 conformaron el grupo control (saliva artificial), organizados de la siguiente manera:

- 10 discos expuestos a inmersión en salsa de soya.
- 10 discos expuestos a inmersión en bebida isotónica.
- 10 discos expuestos a inmersión en curri.
- 10 discos expuestos a inmersión de solución de frituras con alto contenido colorante
- 10 discos expuestos a inmersión en saliva artificial.

7.6. Criterios de inclusión

Los discos de resina compuesta nano-híbrida “Prime Dental” que cumplen con las dimensiones de 15 mm de diámetro por 1 mm de espesor y con características en cuanto a superficie, homogénea y de aspecto liso.

7.7. Criterios de exclusión

Los discos que no cumplen con las dimensiones de 15 mm de diámetro por 1mm de espesor, discos que presenten poros de gran tamaño o fracturas.

7.8. Variables de estudio

7.8.1. Variable dependiente

Cambio de color posterior la inmersión en las soluciones pigmentantes

7.8.2. Variable independiente

Soluciones pigmentantes

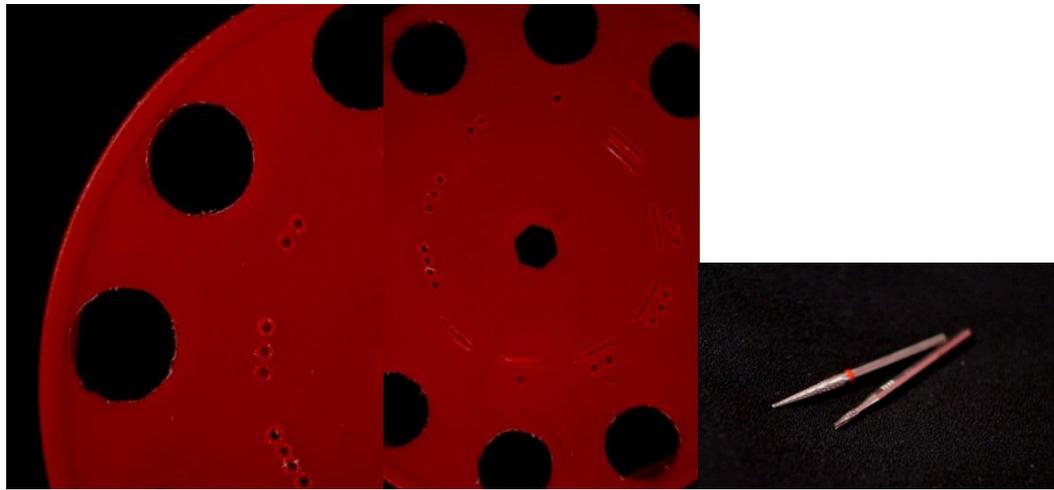
7.9. Procedimiento

a) Preparación de soportes para muestras



Fuente directa. Muestra de las tapas plásticas de polipropileno utilizadas como soportes de muestras.

Con el objetivo de que las muestras de resina compuesta quedaran integras ante la inmersión en las soluciones, se planeó un soporte que hiciera posible la inserción de las muestras por medio de presión. De esta manera, las muestras quedaban sin retenciones u objetos que alteraran su inmersión total.



Fuente directa. Muestra de los orificios realizados y las fresas para micromotor utilizadas.

Se utilizaron cinco tapas plásticas de polipropileno con medidas aproximadas de 11 cm de diámetro x 2 cm de altura.

Se planeó una distribución en el área circunferencial del plástico para 10 discos de 15 mm de diámetro, realizando un marcaje.

A continuación, se realizaron cuidadosamente los orificios con la utilización de micromotor de uso dental y fresas de carburo. Una vez terminados los orificios, se procedió a marcar cada orificio, correspondiente del número 1 al 10 y en el orden de giro que seguiría el aparato, y de esta manera organizar el lugar de cada muestra y un grupo designado a cada disco. Finalmente se realiza el orificio central por el que pasará el eje de giro del aparato.



Fuente directa. Acercamiento de los orificios que soportarán las muestras. Se observa el marcaje de 1 a 10 y el orificio principal para adaptación al aparato de Tuccillo.

b) Compartimentos para almacenaje de soluciones

Se utilizaron cinco envases desechables para almacenar las soluciones pigmentantes con medidas aproximadas de 7cm de ancho por 8 cm de altura. Con tales medidas se aseguró que se llevará a cabo la inmersión total de cada muestra en cada giro.

Se realizó un corte rectangular en una superficie de cada envase y se sellaron en su tapa, por medio de la inserción de una bolsa plástica, una liga y la tapa del envase, logrando de esta manera, el sellado hermético y verificando la ausencia de fugas por medio del llenado con agua.



Fuente directa. Ejemplo del corte rectangular en una superficie de cada envase y el sellado hermético.

Quedando de la siguiente manera.



Fuente directa. Envases plásticos utilizados para la inmersión de soluciones.

c) Lámpara de fotopolimerizar utilizada



Fuente directa. Lámpara de fotopolimerizar “APOZA® LED D-2000”.

Se utilizó una lámpara de fotopolimerizar con luz LED (diodo emisor de luz) “APOZA® LED D-2000”.

Se midió el rango de intensidad de la lámpara, por medio de un radiómetro L.E.D, resultando 750 mW/cm^2

La lámpara se programó en la modalidad F: Fast-full power all the time (Plena potencia todo el tiempo), para que la luz se emitiera fija. Y en tiempo de 30 s, que es el tiempo sugerido por el fabricante de la resina compuesta que se usó en el experimento.



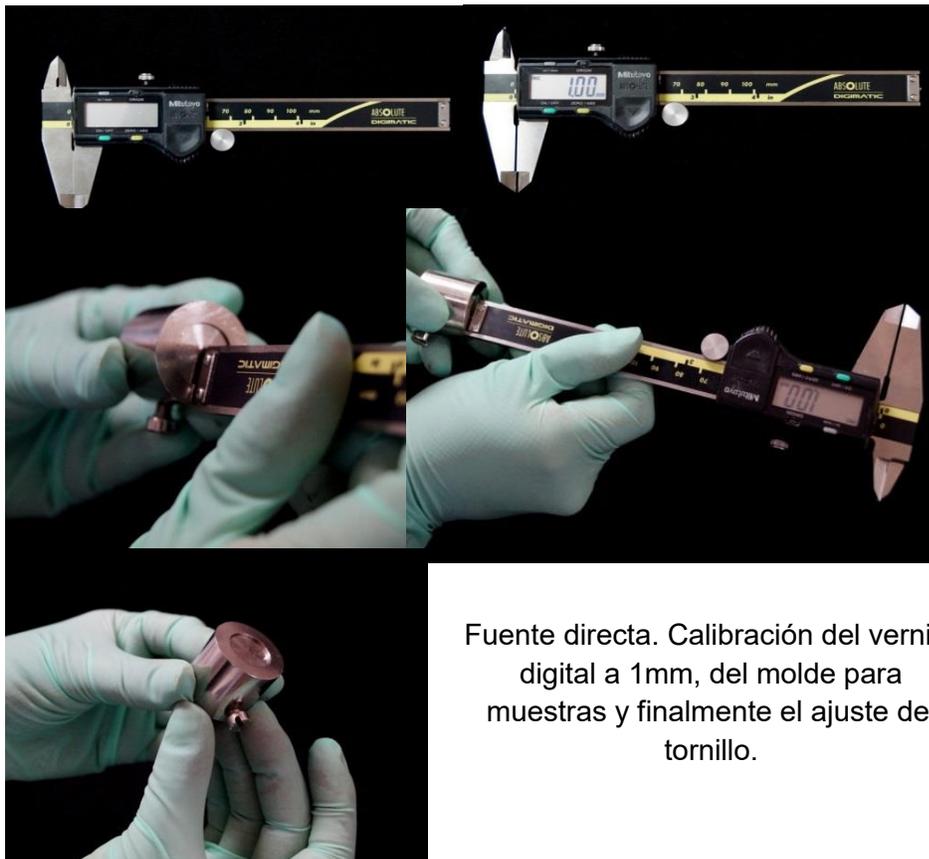
Fuente directa.
Radiómetro L.E.D

d) Confección de muestras (Día 7.03.17)

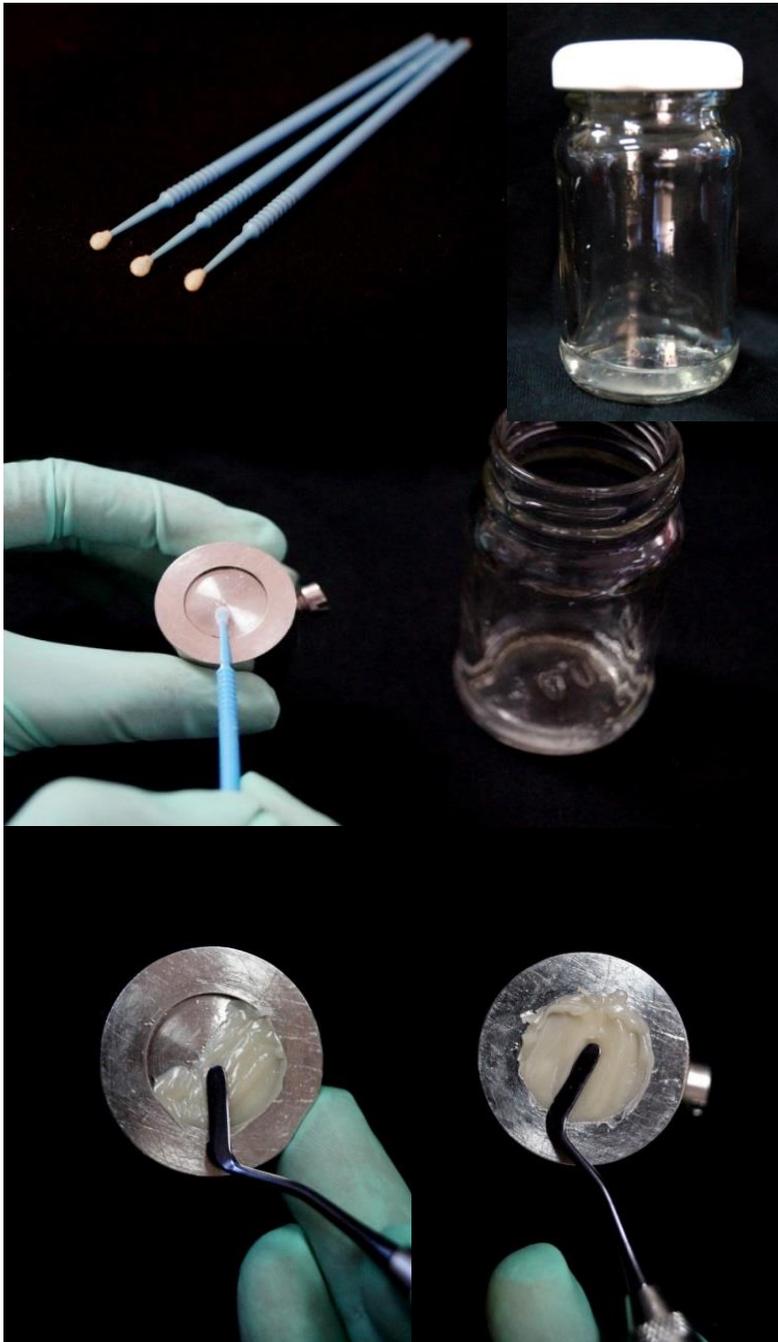


Fuente directa. Molde metálico para realización de muestras

Se usó un molde metálico de 15,0 mm de diámetro y 1,0 mm de profundidad, que se ajusta a precisión por medio de un tornillo. El molde debía calibrarse en cada uso y por cada elaboración de una muestra de resina. Se calibro con un vernier digital a 1 mm, procurando la precisión en la extensión de la superficie metálica y se ajustaba el tornillo al tener constatada la medición correcta.



Fuente directa. Calibración del vernier digital a 1mm, del molde para muestras y finalmente el ajuste del tornillo.

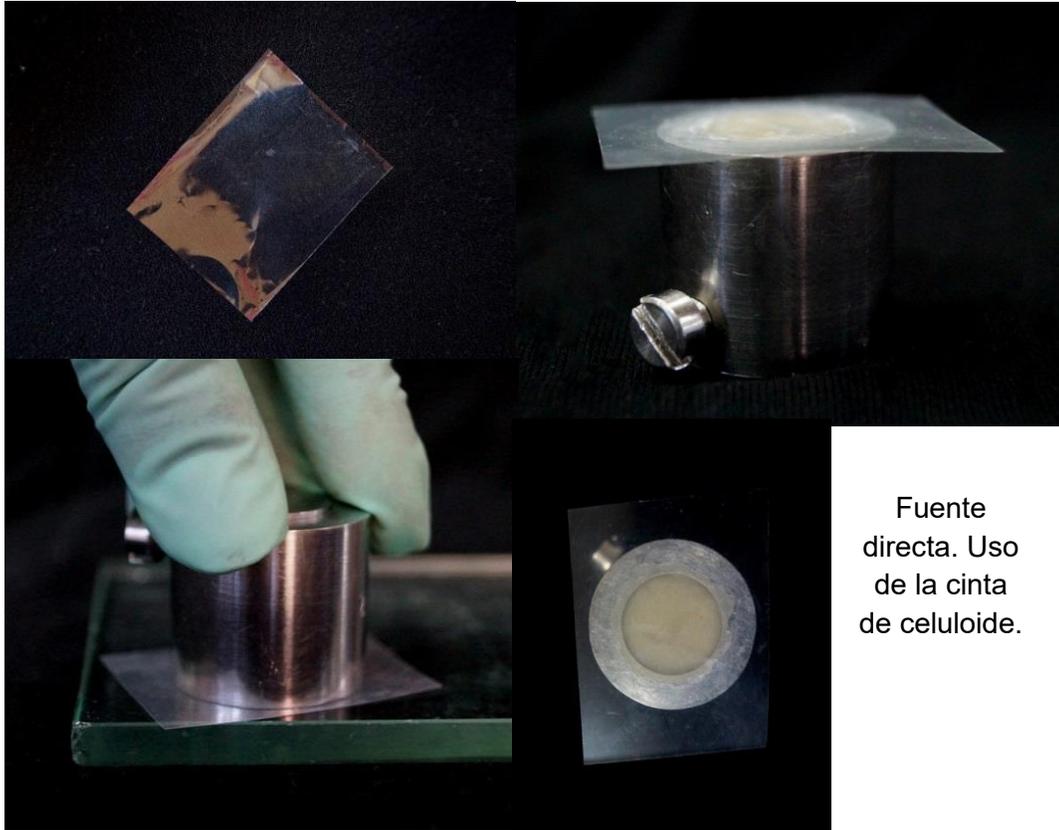


Fuente directa.
Procedimiento para la colocación del aceite de silicón

Con microbrush de tamaño regular, se colocó aceite de silicón sobre la superficie metálica en donde se colocó la resina compuesta, con la función de separador y para evitar una adhesión directa.

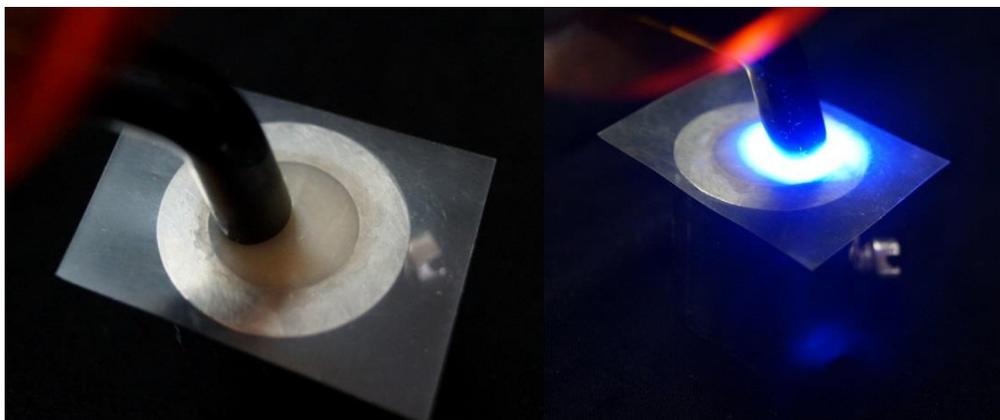
Fuente directa.
Colocación de la resina sobre el molde metálico.

Con la espátula se colocó cuidadosamente la resina, efectuando compresión, para evitar en lo posible defectos y provocar de esta forma una superficie completamente homogénea, estableciéndola mediante la utilización de cinta Mylar®.



Fuente directa. Uso de la cinta de celuloide.

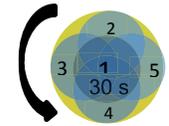
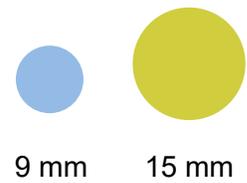
Después de que la resina fue colocada en su totalidad, se colocó la cinta Mylar® sobre la resina, y se colocó sobre una loseta de vidrio, haciendo movimientos circulares y marcando presión en los bordes del molde, para, de esta forma, desempacar excesos, obtener una superficie lisa y proceder a fotopolimerizar.



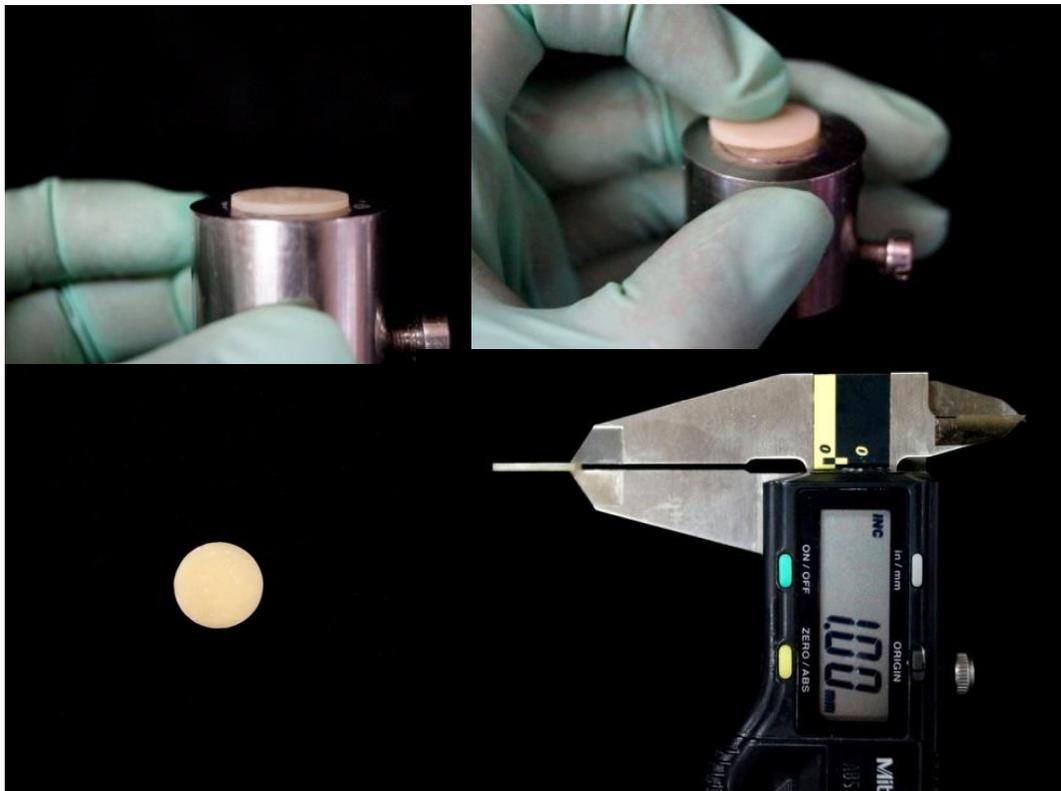
Fuente directa. Fotopolimerización de la muestra.

La fotopolimerización se hizo a través de la cinta Mylar®, de tal manera que se concretará en lo posible la distancia de fotopolimerización a 2mm y a 30 s de tiempo, recomendada por el fabricante del producto. Se efectuó en cinco puntos, constando que la fotopolimerización se llevará a cabo en la extensión de la superficie de la muestra. La punta del transductor de la lámpara mide 9 mm.

A continuación, se afloja el tonillo y se desliza la muestra fuera del molde, para no dañarla de ninguna manera. Se obtiene la muestra y se evalúan sus características, así como constatar su medición con vernier digital, del grosor y diámetro requerido.



Fuente directa.
Representación del diámetro real de la muestra de resina a fotopolimerizar, de la punta del transductor de la lámpara y los puntos que fueron fotopolimerizados en la muestra



Fuente directa.
Obtención de las muestras de resina.

e) Almacenaje de muestras



Fuente directa.
Almacenaje de
las muestras.

Al obtener cada una de las muestras, se almacenaron y se colocaron individualmente y por orden, en un recipiente plástico dividido. Se verifico que las muestras no cambiaran de lugar y no se salieran.

f) Toma de color inicial (Día 8.03.17)

Para la realización de la toma de color de las muestras, se utilizó un espectrofotómetro de reflectancia CHIN SPEC™, usando el modo de el sistema CIE L* a* b*. Imprescindiblemente se colocó la muestra en el centro y sobre un fondo blanco, procurando cuidadosamente que no se moviera de ninguna forma, para que la toma de color fuera correcta.

El espectrofotómetro arrojaba las coordenadas en L* (luminosidad, negro-blanco), a* (verde-rojo) y b* (amarillo-azul), de cada muestra, y se recabaron los datos cuidadosamente en una tabla que indicaba el número de muestra, grupo perteneciente y la toma de color que se estaba realizando, en este caso toma de color inicial.

Soya Muestra	Toma de color inicial		
	L*	a*	b*
1	+77.3	-2.6	+10.0

Fuente directa.
Ejemplo de forma
en que se
recabaron los
datos obtenidos.



Fuente directa. Espectrofotómetro utilizado, colocación de cada muestra centrada, ejemplo de la utilización del fondo blanco y obtención de

Las muestras se almacenaron nuevamente en envases plásticos divididos en un total de 50, ordenadas por número y grupo. Se consideró la superficie de la muestra mayormente lisa para la toma de color.

g) Preparación de pigmentos (Día 1: 9.03.17)



Fuente directa. Pesado de curry sobre caja de Petri constatando peso de 2.4 g

Se procedió a la realización de las soluciones a base de los alimentos pigmentantes sólidos, como el curry y las frituras. La solución a base de curry se efectuó en un vaso de precipitado con capacidad de 600 ml. Se pesó una cantidad de 2.4 g de curry y se disolvió en 450 ml de agua caliente, para facilitar su disolución y su mezclado se usó la batidora de mano.

Solución a base de curry después de su mezclado.

Después se hizo la solución a base de frituras, se pesó los gramos aproximados de cada fritura, el cual fue de 2.000 g aproximadamente.



Fuente directa. Curry mezclado



Fuente directa. Medición del peso aproximado de las frituras y solución obtenida.

Se colocaron 20 frituras en el vaso de precipitados en 600 ml de agua caliente, y se trituraron y mezclaron con la batidora de mano. Finalmente

se obtuvo la solución.

h) Inicio de ciclado

A continuación se colocaron las muestras de resina compuesta en el orden que anteriormente ya estaban designadas un grupo en cada tapa plástica, por número de 1 a 10 y en orden de giro.

Las muestras se fueron introduciendo en cada orificio correspondiente, cuidadosamente y a presión en cada uno de estos, vigilando que cada muestra quedará en rectitud y vigilando que la presión fuera adecuada para evitar la caída de alguna de ellas y que no recibirán ningún daño.



Fuente directa.
Muestra de
colocación de las
muestras en los
soportes plásticos,
antes de la
instalación en el
aparato de Tuccillo.

La instalación total de las muestras sobre los soportes plásticos y en el aparato de Tuccillo quedó concretada a las 12:48 h.

Las soluciones pigmentantes se fueron vertiendo en cada recipiente plástico siguiendo el orden designado, y colocando respectivamente debajo de cada soporte plástico, en el orden cronológico siguiente:

12:48 h. Solución de salsa de soya

12:49 h. Solución de curry

12:50 h. Bebida isotónica

12:52 h. Solución de frituras

12:54 h. Saliva artificial.

Se vertieron 350 ml de cada solución en cada uno de los recipientes plásticos. Finalmente la instalación completa se llevo acabo en punto de las 12:55 h. Quedando de la siguiente manera:



Fuente directa. Día 1.
Instalación completada.



El aparato de Tuccillo completa un ciclo en 30 s, lo que equivale a:
2880 CICLOS/ 24 h.

La inmersión de las muestras se efectuó en un tiempo de 5 días, equivalente a: 14,400 CICLOS.

Las condiciones ambientales en el momento de instalación fueron las siguientes:

Temperatura ambiental 20 °C

Humedad relativa 65%

El aparato quedó en funcionamiento durante el tiempo estipulado y fue vigilado cada día, correspondiente a los días 9.03.17, 10.09.17 y 13.03.17, adaptandonos a los horarios manejados por el laboratorio de Materiales Dentales de la UNAM.

Se vigilo que la cantidad de 350 ml se mantuviera, de esta forma, la evaparación del agua se compenso vertiendo agua potable hasta completar la cantidad exacta.

Día 2. 10.03.17



Fuente directa.
Día 3. Muestra de evaparación de agua.



Fuente directa.
Compensación de evaparación de agua a los 350 ml.



Día 5. 13.03.17



Figura directa. Día 5.

i) Ciclado concluido (Día 5: 13.03.17)

El experimento concluyó el quinto día de ciclado. Se frenó el ciclado a las 12:55 h, del día 13.03.17.



Fuente directa. Día 5.
Imágenes del aparato de Tuccillo en diferentes vistas.



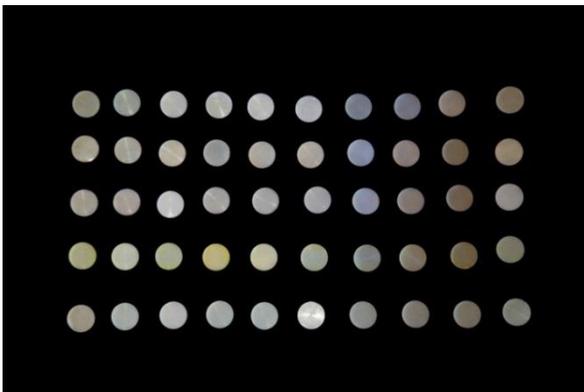
Fuente directa. Soportes con muestras de resina después de enjuagarse y secarse.

Las muestras se retiraron en conjunto con los soportes. Se enjuago con agua potable cada soporte, procurando la limpieza de cada muestra. Después se retiró cada una cuidadosamente, siempre siguiendo el orden correspondiente.

Las condiciones ambientales en el momento de instalación fueron las siguientes:

Temperatura ambiental 23 °C

Humedad relativa 65%



Fuente directa. Muestras de resina posterior a la inmersión en las soluciones pigmentantes.

Las muestras obtenidas, una vez limpias y secas, se almacenaron en el orden concretado, en un recipiente plástico con divisiones, vigilando que las muestras no se movieran ni cambiarán de lugar. Dado que se mantuvo vigilada la superficie donde se hicieron las tomas de color.

j) Toma de color final

Día 14.03.17



Fuente directa.
Ejemplo de procedimiento para toma de color final

Llevando a cabo el mismo procedimiento de la toma de color inicial. Se realizó la toma de color final, recabando los datos cuidadosamente en tablas.

Soya	Toma de color final		
Muestra	L*	a*	b*
1	+76.5	-3.1	+15.8

Fuente directa.
Ejemplo de forma en que se recabaron los datos obtenidos.

k) Recolección de datos

Posterior a la toma de color final, para concluir observando la diferencia de color respecto a la inmersión previa de la muestra de resina compuesta, se obtuvo la diferencia de cada coordenada, recabando la información en listas y finalmente, obteniendo la diferencia y registrando los datos.

Soya	Diferencia		
Muestra	L*	a*	b*
1	0.8	-0.5	5.8

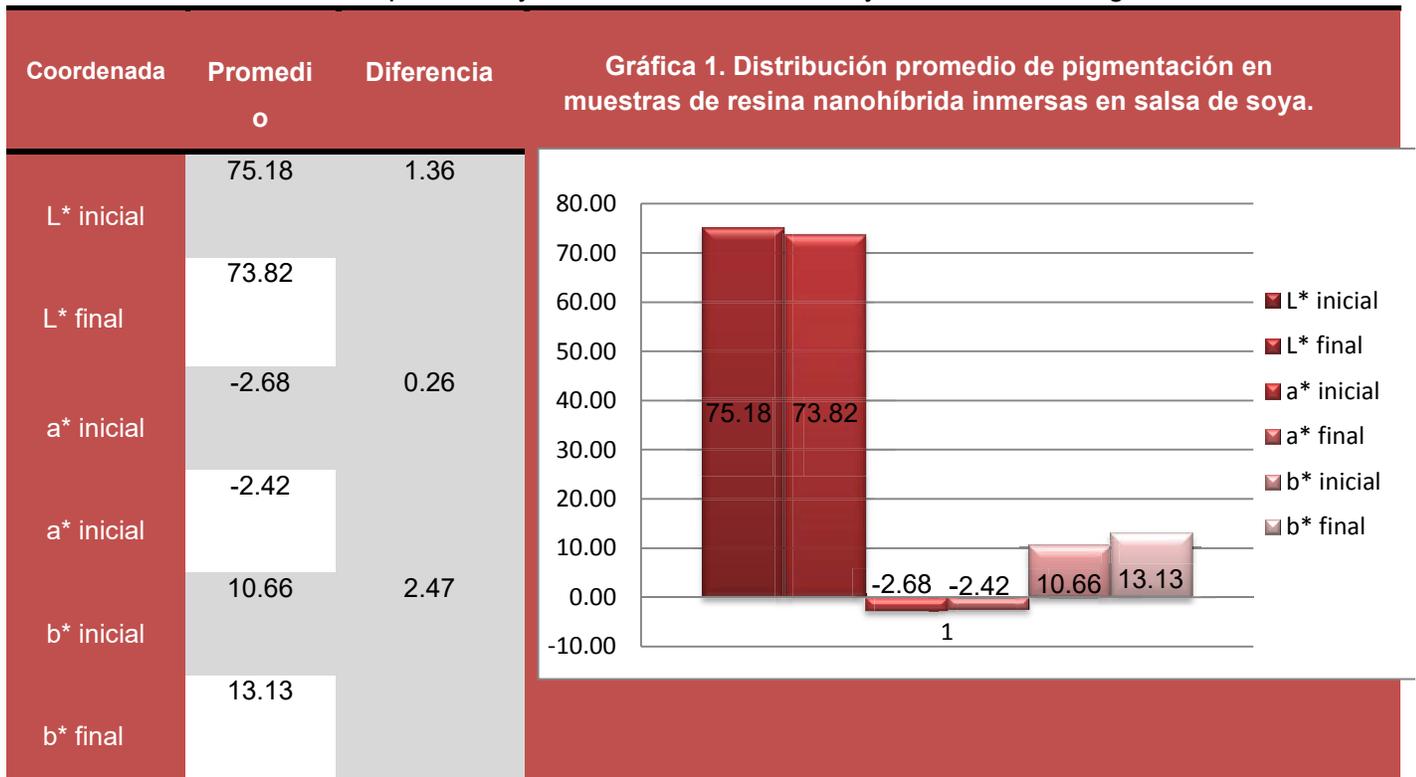
Fuente directa.
Ejemplo de forma en que se recabo la información final, referente a la diferencia sumatoria.

8. Resultados

8.1. Análisis de datos obtenidos

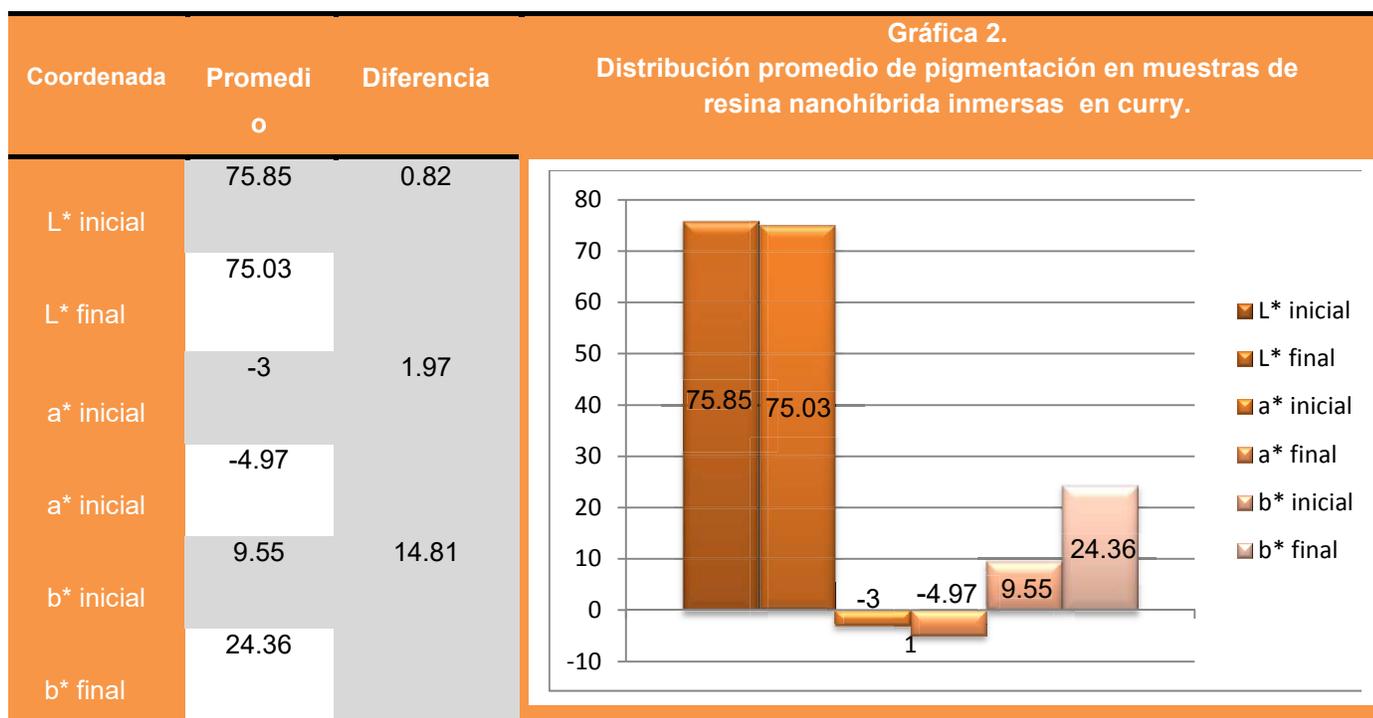
A continuación se describe la distribución promedio de los valores resultantes en cada una de las muestras, correspondientes a cada coordenada (L^* a^* y b^*) inicial y final en cada solución pigmentante, presentando la diferencia entre cada promedio y los valores graficados.

Tabla 2. Distribución promedio y diferencia en salsa de soya con resultados graficados



La distribución promedio de los valores en la solución de salsa de soya, demuestra que en la coordenada L^* , correspondiente a la luminosidad, las muestras comparadas con su valor inicial, disminuyeron su luminosidad. En la coordenada a^* , correspondiente al rango verde-rojo, comparadas con su valor inicial, tendieron a su disminución en el rango de verde y en la coordenada b^* dentro del parámetro azul-amarillo, las muestras comparadas con su valor inicial, tendieron al aumento en el rango amarillo.

Tabla 3. Distribución promedio y diferencia en solución de curry con resultados graficados



La distribución promedio de los valores de la solución a base de curry, demostraron que las muestras en comparación con sus iniciales, en la coordenada L*, disminuyeron su luminosidad, en a* aumentaron en el rango de verde y en b* existió un notable aumento en rango amarillo.

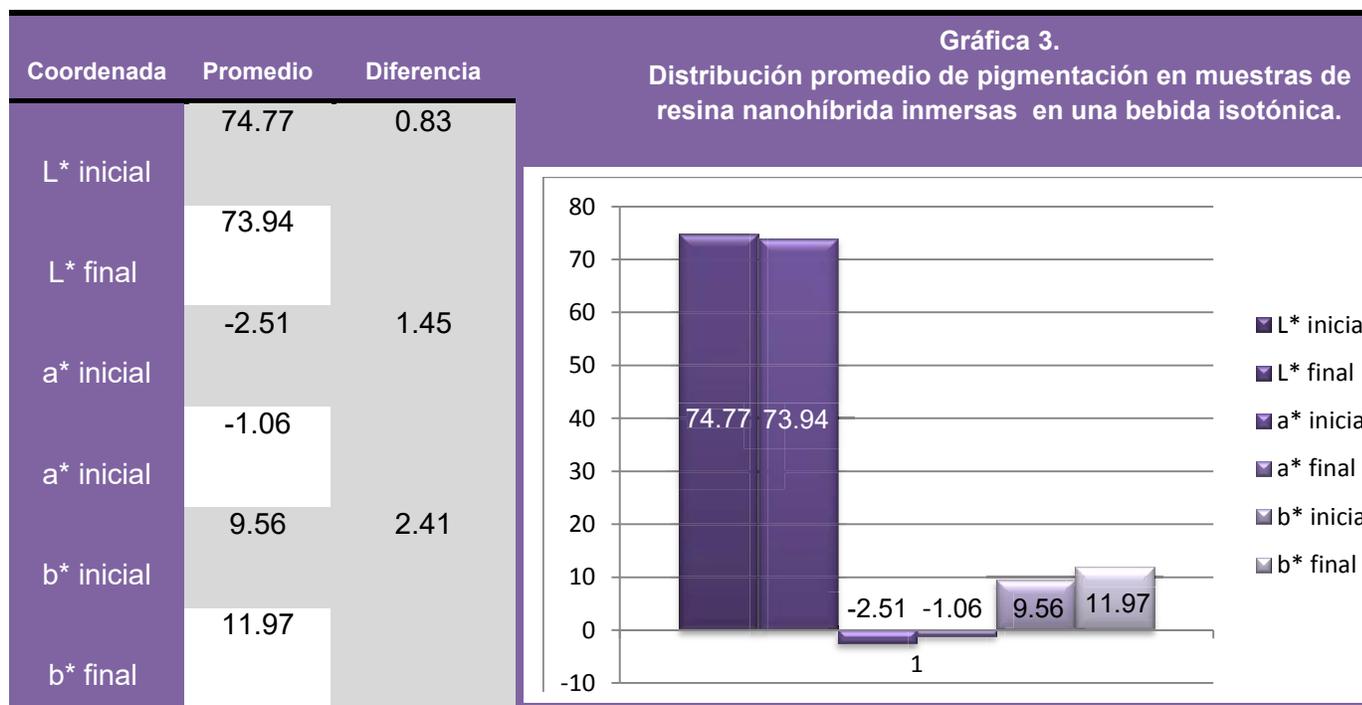
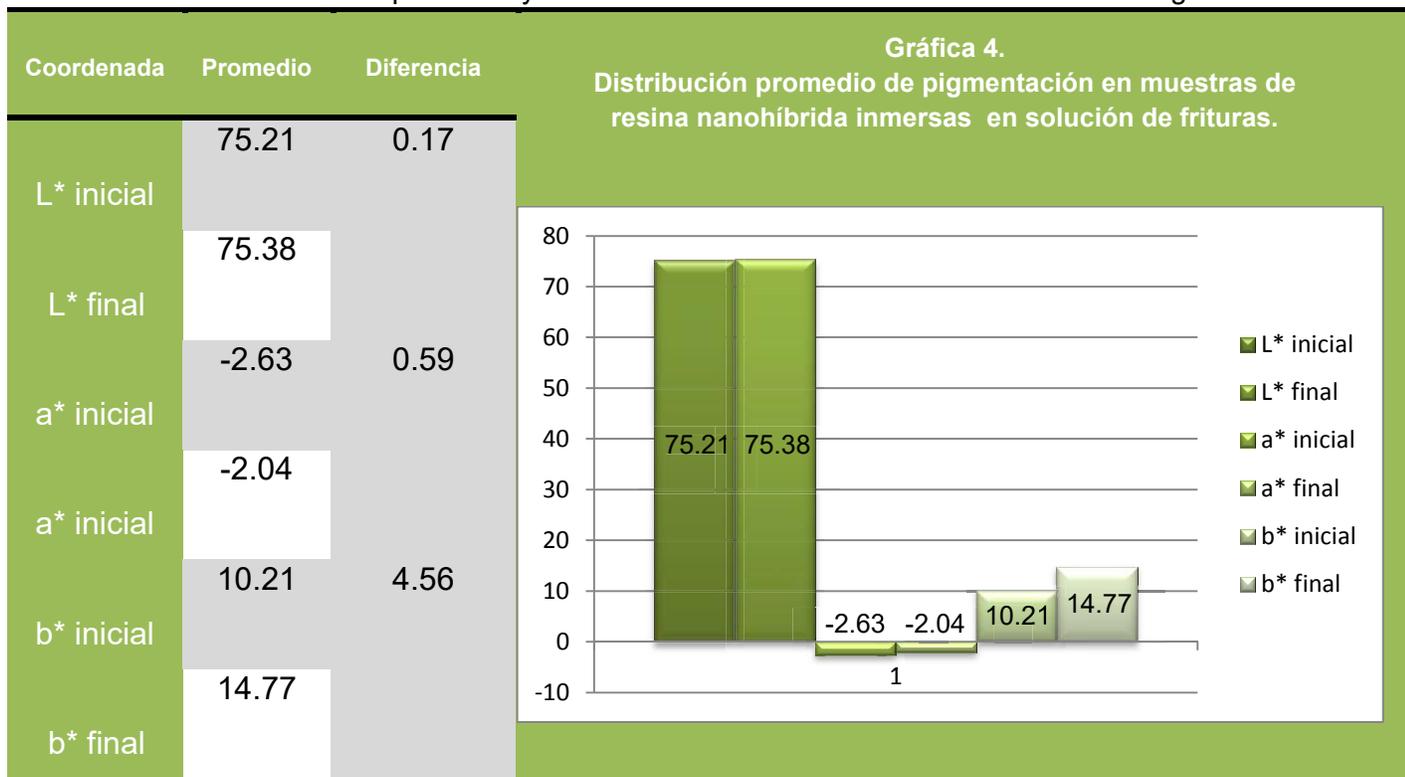


Tabla 4. Distribución promedio y diferencia en bebida isotónica con resultados graficados

La distribución promedio de los valores en la bebida isotónica demostró en la coordenada L*, una disminución de su luminosidad, en a*, disminución en rango de verde y en a* aumento en rango amarillo.

Tabla 5. Distribución promedio y diferencia en solución de frituras con resultados graficados

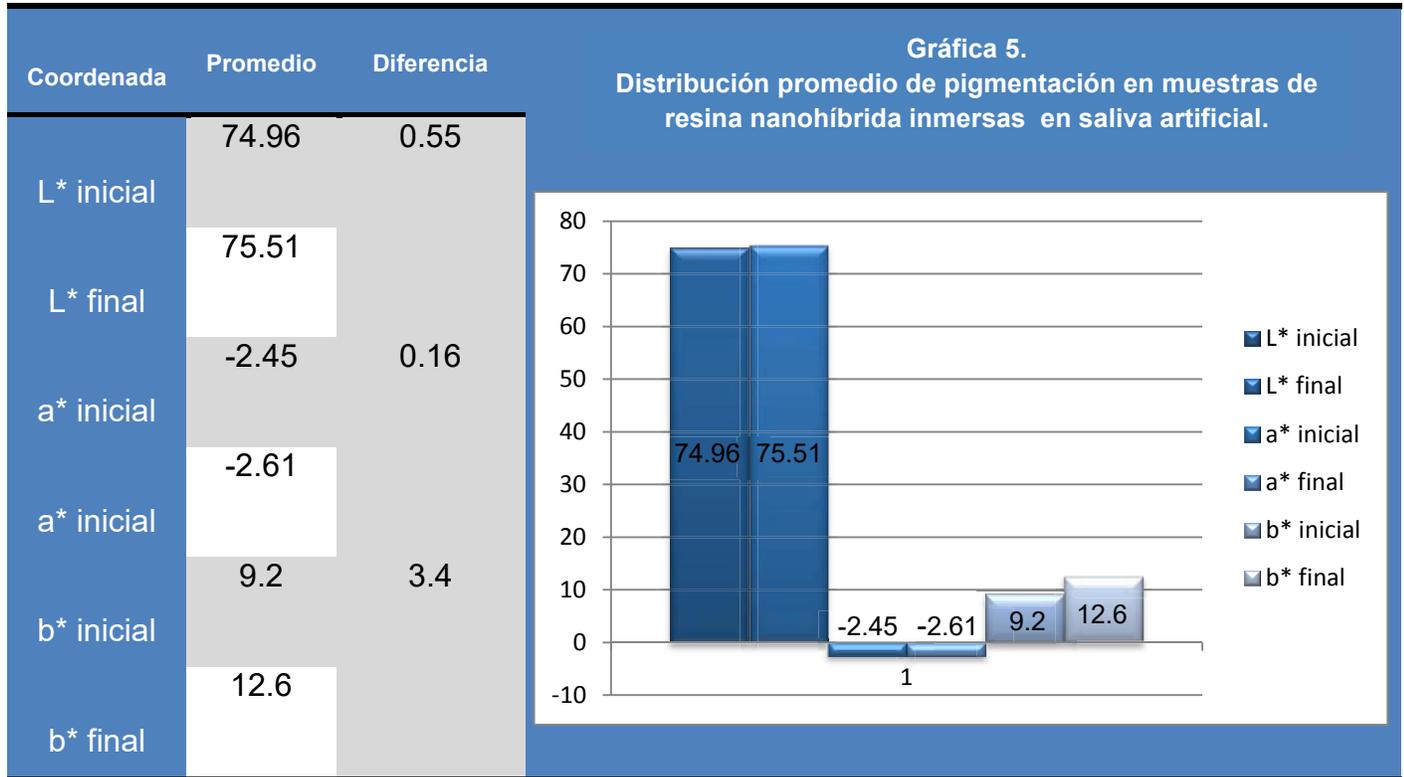


La distribución promedio de pigmentación en las muestras inmersas en la solución de frituras demostraron tendencia mínima en el aumento de la luminosidad, de la coordenada L*, disminución dentro del parámetro de verde, correspondiente a la coordenada a*, y en la b* tendencia mayor, a aumento en el rango de amarillo.

En la gráfica 5. En el grupo control, la distribución promedio de los valores de las coordenadas de las muestras inmersas en saliva artificial, demostraron

que, refiriéndonos al rango de la coordenada L*, existió un aumento de la luminosidad, en el parámetro del rango de verde, perteneciente a coordenada a* existió una disminución y en b* el aumento dirigió su tendencia hacia el amarillo.

Tabla 6. Distribución promedio y diferencia en saliva artificial con resultados graficados



8.2. Procesamiento y análisis de datos

Los resultados se procesaron y analizaron por medio del software estadístico IBM- SPSS Statistics 24, con la prueba tipo Wilcoxon, estableciéndose la significancia estadística $p < 0.05$ y el intervalo de confianza al 95%.

Tabla 7. Significancia estadística

Variable	Comparación	Significancia estadística p= 0.000	Interpretación
Saliva artificial (grupo control)	L* inicial vs L* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	a* inicial vs a* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	b* inicial vs b* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
Salsa de soya	L* inicial vs L* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	a* inicial vs a* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	b* inicial vs b* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
Curry	L* inicial vs L* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	a* inicial vs a* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	b* inicial vs b* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa

Bebida Isotónica	L* inicial vs L* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	a* inicial vs a* final	0.270	No existe ≠ estadísticamente significativa
	b* inicial vs b* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
Solución de frituras	L* inicial vs L* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	a* inicial vs a* final	0.005	Sí existe ≠ estadísticamente significativa
	b* inicial vs b* final	0.000	Sí existe ≠ estadísticamente significativa

≠: diferencia

8.3. Resultados finales

Se presenta la significancia obtenida al comparar los grupos observados, tanto en los valores iniciales como en los finales, se observó que tanto en el grupo control (saliva artificial), en salsa de soya, curry, y la solución de frituras, en las coordenadas L* inicial y final, a* inicial y final y b* inicial y final, el valor de p fue igual a 0.000, lo que pone en evidencia que sí existen diferencias estadísticamente significativas. Caso aparte fue lo observado en el grupo sometido a la bebida isotónica, ya que en la coordenada L* inicial y final y la coordenada b* inicial y final, se observó que sí existen diferencias estadísticamente significativas (p= 0.000), no así, en la coordenada a*

cuando se compararon los promedios inicial y el promedio final, el valor fue de $p=0.270$, lo que demuestra que en este grupo, la coordenada a^* en los valores iniciales y los valores finales, no existen diferencias estadísticamente significativas.

Por lo tanto, con estos resultados a excepción de la coordenada a^* inicial y final del grupo sometido a bebida isotónica, Ho_1 , Ho_2 , Ho_3 y Ho_4 , no es aceptada en ninguno de estos casos, dado que sí existen diferencias estadísticamente significativas. Para la coordenada a^* , inmersa en bebida isotónica, es aceptada Ho_3 , en términos de que no existen diferencias estadísticamente significativas.

9. Discusión

En la actualidad, la demanda por parte de los pacientes ante la necesidad inminente de buscar restauraciones cada vez más estéticas, crece con los años. Las resinas compuestas nanohíbridas son una excelente opción ante esta demanda, dado que, aunadas con los avances científicos y tecnológicos, cumplen con los requerimientos de los pacientes, además, demuestran ser una excelente opción ante las necesidades de una restauración funcional y estética.

La nanotecnología abre las puertas para que los materiales de restauración cumplan con las mejores propiedades, por ello, se vuelve imprescindible su estudio.

Existen múltiples estudios en relación a las propiedades físicas de los materiales de restauración con menor aparición en el mercado, tal es el caso de Sosa, Peña, *et al.*²¹ en donde estudiaron las alteraciones de color de cinco resinas de reciente aparición, enfocando su estudio a las resinas compuestas con indicación en sector posterior; y el estudio de Chalacán,

Garrido, *et al.*²² que utilizaron tres resinas compuestas nanohíbridas. De esta manera se ha comprobado la estabilidad de color de resinas compuestas con nanorelleno y de relleno nanohíbrido, estudiando las bebidas de consumo habitual a lo largo de los años, tal es el caso de café, té, vino tinto y refresco de cola.^{21,22,23,24,25} Sin embargo los estudios no han puntualizado en la trascendencia a la que llevan los continuos cambios que se van suscitando en los hábitos y costumbres alimenticias de la población. Tomando en cuenta esto, este estudio establece la utilización de alimentos y bebidas que actualmente son altamente demandantes en el consumo del país^{26,27,28,29,30} y no han sido consideradas para su estudio en investigaciones anteriores relacionadas.

Las investigaciones continuamente han obtenido resultados con similitudes en la significancia estadística, y que presentan diferencias en relación con las variantes utilizadas. Se conoce que el vino tinto es potencialmente pigmentante, seguido del café negro y finalmente las bebidas gaseosas, sin embargo, estos resultados pueden variar por la metodología utilizada.^{21,22,24} Este estudio se vuelve totalmente trascendental, al llevar a cabo un experimento *in vitro* con una resina nanohíbrida, no utilizada anteriormente en otros estudios y el uso de cuatro soluciones que mostraron ser potencialmente pigmentantes.

La inmersión en las soluciones pigmentates se realizó siguiendo un método de ciclado, en donde, para simulación de los ciclos que un paciente lleva a cabo o en el consumo de bebidas, el ciclado sumergía y exponía al aire las muestras, para evitar que se quedaran por un tiempo prolongado y fijo en las soluciones pigmentates. Para la simulación prolongada, las muestras se dejaron inmersas durante 5 días completos, equivalente a 14,400 ciclos.

La comprobación de cambios de color se analizó mediante las tomas de color iniciales y finales, basadas en las coordenadas CIE L* a* b*, que

muestran los parámetros de luminosidad, en rangos del blanco al negro, y los valores del verde al rojo y del azul al amarillo. De esta manera, obtuvimos los promedios, las diferencias en valores y la estadística altamente significativa por medio del software IBM- SPSS Statistics 24 y el estudio tipo Wilcoxon.

En los resultados, todas las muestras de resina compuesta nanohíbrida, demostraron ser altamente sensibles a excepción de la coordenada a^* inicial y final que estuvo sometida a la bebida isotónica, donde no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Esto puede ser aterrizado en que la resina nanohíbrida utilizada presenta poca estabilidad de color y sugiere tener alta susceptibilidad a la sorción, y las soluciones utilizadas para el estudio, demostraron ser altamente pigmentantes, tal es el caso del curry, que mostro el cambio mayormente significativo.

De esta manera, se comprueba claramente la existencia significativa de alteraciones de color en las resinas compuestas nanohíbridas, con indicación para sector anterior, al ser inmersas en soluciones a base de alimentos y bebidas consumidas comúnmente en la dieta de los mexicanos, no tomadas en cuenta en estudios anteriores. Por lo que es importante considerar los hábitos alimenticios de los pacientes, principalmente cuando cuentan con restauraciones que pueden mostrarse altamente susceptibles ante cambios de color.

10. Conclusiones

La resina compuesta nanohíbrida “Prime-Dent® Light Cure Nano-Hybrid Composite”, mostro ser altamente susceptible a la pigmentación ante la inmersión de las soluciones pigmentantes utilizadas en este estudio, salsa de soya, curry, bebida isotónica, solución de frituras y saliva artificial, puesto que se comprobó la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p=$

0.000) del cambio de color, a excepción de la comparación en la coordenada a^* inicial y final en el grupo de inmersión en la bebida isotónica que no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.270$), donde es aceptada H_0 .

El grupo que presentó mayor cambio de color fue el inmerso en curry, mostrando alta tendencia a su aumento en la coordenada b^* correspondiente al rango amarillo, seguido de la solución de frituras, que de la misma manera, mostró tendencia al aumento en la coordenada b^* en el rango amarillo y siguió el rango de rojo en la coordenada a^* , después, la salsa de soya, en donde disminuyó su luminosidad en L^* y aumento en b^* hacia rango amarillo, siguiendo la bebida isotónica con disminución de luminosidad en L^* y aumento en b^* , hacia rango amarillo y finalmente el grupo control que presentó los cambios menos significativos en cuanto a diferencias de cambio de color, pero sí tuvo cambios estadísticamente significativos, y la coordenada a^* en la bebida isotónica que en términos estadísticos, no fue significativo.

11. Referencias

1. Barceló F, Palma J. Materiales dentales, Conocimientos básicos aplicados. 4 ed. México, CdMx: Ed. Trillas; 2015.
2. Anusavice KJ. Phillips La Ciencia De Los Materiales Dentales. 11^a ed. España: Elsevier Science; 2004.
3. Zeballos L, Valdivieso A. Materiales dentales de restauración. Revista de actualización clínica [Internet] 2013 [Consultado: 1 Febrero 2017]; 30. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a05.pdf [Dental restoration materials] Spanish.
4. Cova N. José. Biomateriales Dentales. 2^a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2010.
5. Rodríguez G. Douglas R, Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales en las resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana [Internet]. Mayo 2007; 46 (3): Disponible en: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp [Current trends and evolution on dental composites] Spanish.
6. Dixon H, Stephan W, Bird W. Materiales dentales, aplicaciones clínicas. 2 ed. México: Ed. Manual Moderno; 2012.
7. De la Paz T, García C, Pérez Y. Logros y perspectivas de las nanotecnologías en estomatología. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta [Internet]. Enero 2016 [consultado 5 de Febrero de 2017]; 41(1). Disponible en: http://revzoilomarinellosld.sld.cu/index.php/zmv/article/view/354/pdf_235 [Achievements and perspectives of nanotechnology in stomatology] Spanish.

8. De la Fuente J, Álvarez M, Sinfuentes M. Uso de nuevas tecnologías en odontología. Revista Odontológica Mexicana [Internet]. Septiembre 2015 [Consultado: 1 Febrero 2017]; 15(3):157-162. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rom/v15n3/v15n3a4.pdf> [Use of new technologies in dentistry] Spanish.
9. Martínez HR, Abdala HM, Treviño E, Garza G, Pozas A, Rivera G. Aplicación de la nanotecnología en odontología: Nanodontología. Rev CES Odontolog. [internet]. Noviembre 2011 [Consultado: 4 Febrero 2017]; 24(2): 8791. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/viewFile/1980/1380>. [Application of nanotechnology in dentistry Nano Dentistry] Spanish.
10. Chaple A, Gispert E. Recomendaciones para el empleo práctico de resinas compuestas en restauraciones estéticas. Revista Cubana Estomatología [Internet] Mayo 2015 [Consultado: 20 Febrero 2017]; 52(3). Disponible en: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/804> [Recommendations for the use of composite resins in esthetic restorations] Spanish.
11. Perfil técnico del producto FILTEK™Z250 XT Restaurador Universal, 3M ESPE [Internet]. Colombia; 2011 [Consultado: 10 de Marzo 2017]. Disponible en: http://solutions.3m.com.do/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1342176583000&locale=es_DO&assetType=MMM_Image&assetId=1319233266794&blobAttribute=ImageFile
12. Bonilla V, Martín J, Jiménez A, Llamas R. Alteraciones del color de los dientes. Revista Europea de Odontoestomatología [Internet] Febrero 2007[Consultado 20 Enero 2017]; Disponible en:

<http://www.redoe.com/print.php?id=51> [Alterations of the color of the teeth] Spanish.

13. Westland S. Imagen Digital, Apuntes sobre diseño y artes gráficas [Internet]. Gran Bretaña: Escuela de Diseño de la Universidad de Leeds; 2001 [Consultado: 10 de Marzo 2017]. Disponible en: http://www.gusgsm.com/espacio_color_cie_lab

14. Westland S. Imagen Digital, Apuntes sobre diseño y artes gráficas [Internet]. Gran Bretaña: Escuela de Diseño de la Universidad de Leeds; 9 de Junio de 2014 [Consultado: 10 de Marzo 2017]. Disponible en: http://www.gusgsm.com/funciona_espectrofotometro_reflectancia

15. Catalogo 2016-2017 Prime Dental, México [Internet]. 2016 [Consultado 10 de Enero 2017]. Disponible en: <http://www.primedental.com.mx/catalogo.html>

16. NORMA técnica número 111 para la identidad y especificidad de las resinas para obturación dental. DOF:17/0271987 [Internet]. México: El Director General de Control de Insumos para la Salud, Mario Lieberman L; 13 de Enero 1987 [Consultado: 20 Enero 2017] Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4639491&fecha=17/02/1987&print=true

17. Aditivos alimentarios [Internet]. 2017 [Consultado 10 de Marzo 2017]. Disponible en: <http://www.aditivos-alimentarios.com/>

18. Saiz P, Pérez E. Cúrcuma I, Curcuma longa L. [Internet] 2014 [Consultado 10 de Marzo 2017]; 7(2). Disponible en: <http://eprints.ucm.es/27836/1/C%C3%9ARCUMA%20%20Paula%20Saiz.pdf>

19. El poder del consumidor, por tus derechos, por un consumo responsable [Internet] Marzo 2015 [Consultado 10 de Marzo 2017]. Disponible en:

<http://elpoderdelconsumidor.org/analisisdeproductos/radiografia-de-cheetos-48-g-una-bolsa/>

20. Valicena M, Escalona LA. Manejo terapéutico de paciente con xerostomía. Acta Odontológica Venezolana [Internet] 2001 [Consultado 10 de Marzo 2017]; 39(1). Disponible en: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2001/1/manejo_terapeutico_paciente_xerostomia.asp [Therapeutic management of xerostomic patient] Spanish.
21. Sosa D, Peña D, Setién V, Rangel Jhon. Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. Rev Venez Invest Odont [Internet]. 2014 [Consultado 10 de Diciembre 2016]; 2(2). Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio/article/view/5282>. [Color alterations in 5 composites for posterior teeth, polished and exposed to different beverages] Sapanish.
22. Chalacán G, Garrido R. Análisis comparativo del grado de pigmentación de tres resinas nanohíbridas: Estudio in Vitro. Revista “Odontología” [Internet]. Julio 2016; 18(1): Disponible en: <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/ODONTOLOGIA/article/view/121> [Comparative analysis of the levels of pigmentation three different nano-hybrid resins: In Vitro Study] Spanish.
23. Malek B, Ghasemi A, Mirani A, et al. Efecto de la ingesta de líquidos en el cambio de color de resinas compuestas. Journal of dentistry of tehran university of medical science. [Internet]. 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2016]; 12(8). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4847163/>. [Effect of ingested liquids on color change of composite resins] Spanish.

24. Miotti LL, Nicoloso GF. Estabilidad del color de un compuesto de resina: Efecto del método de inmersión y de los tratamientos superficiales. *Indian Journal of Dental Research* [Internet]. 2016 ; 27(2): Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27237213> [Color stability of a resin composite: Effect of the immersion method and surface treatments] Spanish.
25. Öner D, Kazak M, *et al.* Estabilidad del color de los compuestos después de la simulación oral a corto plazo: Estudio in vitro. *The Open Dentistry Journal* [Internet]. Julio 2016; 10 (431-437): Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5040758/> [Color Stability of Composites After Short-term Oral Simulation: An in vitro Study] Spanish.
26. NOTIMEX. NTR.PERIÓDISMO CRÍTICO [Internet]. México; 20 de Septiembre de 2016 [Consultado 20 de Abril de 2017]. Disponible en: <http://ntrzacatecas.com/2016/09/20/mexico-el-mayor-consumidor-de-soya-en-america-latina/>
27. Muñoz D. EL FINANCIERO [Internet]. México; 9 de Abril de 2015 [Última actualización: 10 de Abril de 2015; Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/restaurantes-de-sushi-se-vuelven-mainstream.html>
28. Nuevatribuna.es. [Internet]. España; 30 de Diciembre de 2016 [Consultado 20 de Abril 2017]. Disponible en: <http://www.nuevatribuna.es/articulo/sociedad/hierbas-especias-condimentos-mas-universales/20161230075603135228.html>
29. Hernández K. EL ECONOMISTA [Internet]. México; 21 de Julio de 2015 [Consultado 20 de Abril de 2017]. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2015/07/21/ven-alza-consumo-bebidas-deportivas>

30. Martínez D. Milenio [Internet]. México; 8 de Abril de 2014 [Consultado 20 de Abril de 2017]. Disponible en: http://www.milenio.com/negocios/comercio-ilegal-frituras-botanas-aumento-45-Canacintra-Bruno_Limon_0_276572883.html

Referencias de imágenes:

1. Rodríguez G. Douglas R, Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales en las resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana [Internet]. Mayo 2007; 46 (3): Disponible en: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp [Current trends and evolution on dental composites]

Spanish. **Figura 1 y 2**

2. Anusavice KJ. Phillips La Ciencia De Los Materiales Dentales. 11ª ed. España: Elsevier Science; 2004. **Figura 3, 5, 6 y 9**

3. Heymann H, Ritter A, Roberson T. Macrifilled. Pocket Dentistry [Internet]. Junio 2015 [Consultado 10 de Marzo 2017]. Disponible en: <http://pocketdentistry.com/8-introduction-to-composite-restorations/>

Figura 4

4. Bittencourt S, Muniz A, Cavalli V, Giannini M. Caracterización de la sorción de agua, la solubilidad y las partículas de relleno de resinas compuestas curadas por luz. Braz Dent J [Internet]. Octubre 2009; 20(4): Disponible en:

<http://www.scielo.br/pdf/bdj/v20n4/v20n4a09.pdf> [Characterization of Water Sorption, Solubility and Filler Particles of Light-Cured Composite Resins]

Spanish. **Figura 7, 8, 12 y 13**

5. Instrucciones de uso para Renamel® Microfill, Light-Cured Microfill Composite [Internet] 2015 [Consultado: 10 de marzo 2010]. Disponible en:

<http://www.cosmedent.com/assets/1/15/Rename1%20Microfill%20Instructions.pdf> **Imagen Información de figura 7 y 8**

6. Perfil técnico del producto FILTEK™ Z250 XT Restaurador Universal, 3M ESPE [Internet]. Colombia; 2011 [Consultado: 10 de Marzo 2017]. Disponible en:

http://solutions.3m.com.do/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1342176583000&locale=es_DO&assetType=MMM_Image&assetId=1319233266794&blobAttribute=ImageFile **Figura 10 y 15**

7. Valinoti A, Neves B, Moreira E, Cople L. Degradación superficial de resinas compuestas por medicinas acidas y ciclado de ph. Degradacion superficial de resinas compuesta medicinas acidicas y ciclismo de ph. J Appl Oral Sci [Internet]. Marzo 2008; 16(4): Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/jaos/v16n4/06.pdf> [Surface degradation of composite resins by acidic medicines and ph-cycling] Spanish. **Figura 11**

8. Ariño P. Revista Gaceta Dental [Internet]. Madrid: Marzo 2009 [Consultado 10 de Marzo 2017]. Disponible en: <http://www.gacetadental.com/2009/03/composites-posteriores-nuevas-tcnicas-nuevos-materiales-31265/#> **Figura 14**

9. Westland S. Imagen Digital, Apuntes sobre diseño y artes gráficas [Internet]. Gran Bretaña: Escuela de Diseño de la Universidad de Leeds; 2001 [Consultado: 10 de Marzo 2017]. Disponible en: http://www.gusgsm.com/espacio_color_cie_lab **Figura 16**

10. Westland S. Imagen Digital, Apuntes sobre diseño y artes gráficas [Internet]. Gran Bretaña: Escuela de Diseño de la Universidad de Leeds; 9 de Junio de 2014 [Consultado: 10 de Marzo 2017]. Disponible en: http://www.gusgsm.com/funciona_espectrofotometro_reflectancia **Figura 17**

12. Anexo

Descripción técnica de la resina compuesta utilizada

Se utilizó una resina de tipo nanohíbrida, de la marca Prime Dental, “Prime-Dent® Light Cure Nano-Hybrid Composite”. Contiene partículas de nanocluster de relleno, que forman partículas nanoglomeradas de 7Nm de tamaño. Los nanocluster están libremente aglomerados en partículas nanométricas. Estos actúan como una combinación simple de nanosilice de relleno de vidrio/silicio.

Las partículas de cluster tienen un tamaño aproximado de $7\mu\text{m}$ y la carga de relleno es de un 74% del peso.



Fuente directa. El fabricante provee la información de producto.

Características del producto

Entre sus beneficios y características menciona:

- Fácil de manipular durante la colocación
- No es sensible a la luz ambiente
- Se adapta bien a la preparación de cavidades
- No se adhiere a los instrumentos de colocación
- Puede ser modelado y manipulado antes de fotopolimerizar
- Mezcla ideal para mimetizar con la estructura del diente, radiopacidad
- Facilidad de acabado
- Excelente acabado con alto brillo
- Liberación de flúor

Recomendaciones de uso

Se recomienda para el uso en restauraciones clase III, clase V, y restauraciones seleccionadas clase IV donde la estética es primordial.

(Información tomada de instructivo anexo en el producto). Se consultó la “Especificación No. 27 Para obturación por resinas, con método directo. Nueva Asociación Dental Americana”, y la resina compuesta utilizada para este experimento cumple con los requisitos dentro de la norma.^{15,16}

Marca	Producto y presentación	Ventajas que expone el fabricante	Composición	Información del producto	Color
Prime-Dent®	“Prime-Dent® Light Cure Nano-Hybrid Composite” Jeringa de 4.5 gr	Alta fuerza compresiva Liberación de fluoruro Baja contracción Radiopaco Excepcional pulido Resistencia fuerte de abrasión Estabilidad de color excelente	Basado en resina Bis GMA 74% de relleno en peso (58.89% por volumen Nano, con un tamaño de partícula de relleno de 0.70 micrones, los pequeños 7 nanómetros).	LOT TG14T CADUCIDAD 2019-10	A1



Tabla 8. Cuadro con resumen de las características del producto¹⁵